



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Февраль 2016 (57)

Инструментальный
усилитель
с цифровым
программированием
и автоматической
установкой нуля

80

50 До свидания,
ATmega328!
Здравствуй,
ATmega328PB!

ПРОГРАММИРУЕМАЯ
ЛОГИКА
В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ

26



РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

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

РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

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

РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman

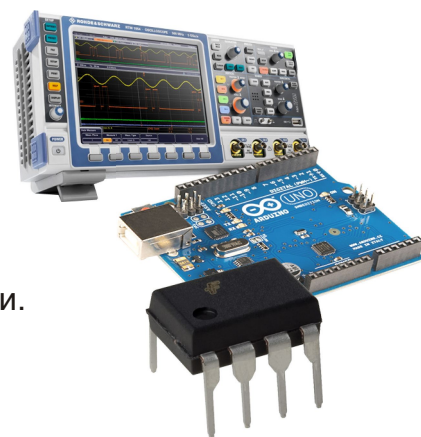


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

А. Гаврилюк
В. Колесник
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 Torex приступает к производству самых миниатюрных в мире DC/DC преобразователей с интегрированной катушкой индуктивности
- 5 Redpine Signals анонсирует выпуск первого в мире семейства беспроводных микроконтроллерных модулей с встроенной поддержкой нескольких протоколов
- 6 Литий-ионный аккумулятор с самонагревом побеждает холод
- 7 Silego анонсирует пятое поколение программируемых микросхем смешанных сигналов GreenPAK
- 8 AKM предлагает новые ЦАП для многоканальных аудио систем
- 9 Linear Technology разработала мощный 60-вольтовый понижающий преобразователь с Rail-to-Rail выходом и компенсацией падения напряжения на проводах
- 10 Новые светодиоды Osram будут служить источниками света для офисных проекторов
- 12 Microchip объявила о выпуске первых в отрасли микросхем SPI Flash, пригодных для использования в устройствах автоэлектроники
- 12 Новый датчик окружающего света компании Vishay позволит сэкономить место в портативных потребительских устройствах
- 13 Allegro выпускает новый бесконтактный программируемый датчик углового положения
- 14 Ультра широкополосная микросхема смесителя покрывает диапазон от 5 до 21.5 ГГц
- 15 AOS анонсирует выпуск сдвоенного MOSFET для высоконадежных модулей защиты батарей
- 15 Linear Technology представила 18-битный 8-канальный АЦП с независимо конфигурируемыми диапазонами входных сигналов
- 17 Компания u-blox выводит на массовый рынок технологию GNSS с точностью сантиметрового уровня
- 18 Nordic приступила к массовому производству самого совершенного однокристального решения для Bluetooth Smart
- 19 Etag начинает выпуск нового семейства приемопередатчиков RS-485 повышенной надежности
- 20 NXP представляет новый линейный усилитель мощности для диапазона 1500 – 2700 МГц
- 21 Linear Technology начала производство изолированных микромодулей DC/DC преобразователей с гальванической изоляцией 2 кВ
- 22 Куосега анонсировала серию TFT-LCD с проекционно-емкостными сенсорными экранами для промышленных приложений
- 23 FTDI представляет многофункциональное однокристальное решение для полноскоростных мостов USB

Статьи

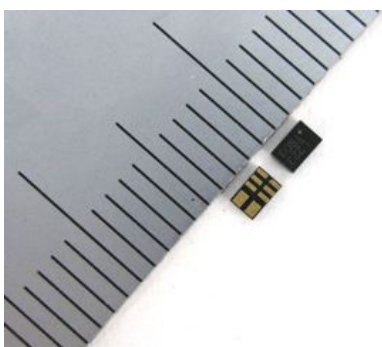
- 26 Программируемая логика в микроконтроллерах может дать значительный прирост производительности
- 34 Простой способ измерения емкости и времени обратного восстановления диода
- 38 Путь компании Kenwood: первые полвека
- 45 Сначала лучше, затем больше. Как создавалась Linear Technology. Часть 2
- 50 До свидания, ATmega328! Здравствуй, ATmega328PB!
- 54 Мультиплексирование сигналов клавиатуры и сегментных индикаторов. Традиционный подход
- 58 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 15 февраля 1946 года вышло официальное сообщение о создании ENIAC

Схемы

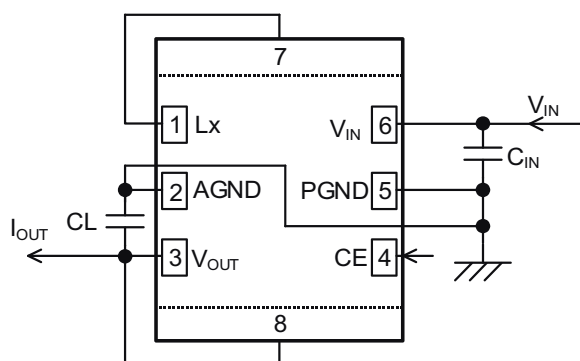
- 60 Универсальный регулируемый прецизионный преобразователь несимметричного сигнала в дифференциальный
- 66 Простые схемы снижают уровень шумов стабилизаторов напряжения
- 72 Высоковольтный усилитель на одной КМОП микросхеме для прецизионных измерений в высокоимпедансных схемах
- 75 Ограничение бросков тока при включении нагрузки большой мощности
- 77 Схема дистанционной регулировки выходного напряжения источника питания
- 80 Инструментальный усилитель с цифровым программированием и автоматической установкой нуля
- 82 Усилитель с батарейным питанием и оптической изоляцией
- 84 Точный преобразователь тока фотодиода на основе инструментального усилителя

Torex приступает к производству самых миниатюрных в мире DC/DC преобразователей с интегрированной катушкой индуктивности

Torex Semiconductor начала массовое производство DC/DC преобразователей XCL223/XCL224 семейства «micro DC/DC» с интегрированной катушкой индуктивности и управляющей микросхемой. Это самые миниатюрные в мире преобразователи в классе приборов с выходными токами 0.4 А/0.7 А. Габаритные размеры новых устройств составляют всего 2.25 мм 1.5 мм 0.75 мм.



Для создания законченного источника питания к устройствам необходимо добавить всего два керамических конденсатора, что означает снижение требований к площади печатной платы и сокращение времени разработки. Кроме того, внутренняя катушка индуктивности упрощает разводку печатной платы и способствует минимизации электромагнитных шумов и сбоев в работе схемы.



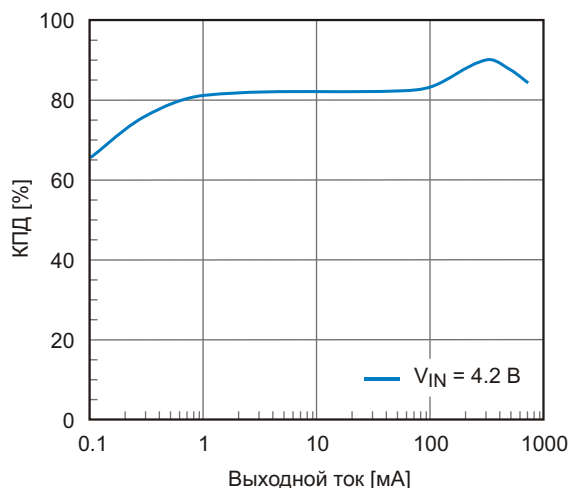
Типовая схема включения.

Потребитель имеет возможность заказать приборы с любым значением рабочего напряжения из диапазонов 2.7 В ... 5.5 В и 0.8

... 3.6 В с шагом 0.05 В и точностью $\pm 2.0\%$. Частота переключения преобразователей равна 3 МГц, а оптимальный для конкретного приложения метод управления определяется выбором устройства: ШИМ (XCL223) или автоматическое переключение ШИМ/ЧИМ (XCL224).



В устройствах серии XCL223/XCL224 используется патентованная архитектура, которой Torex дала название HiSAT-COT (High Speed Transient Response – Высокая скорость отклика), делающая преобразователи идеальными решением для приложений, требующих быстрой реакции на переходные процессы в нагрузке, таких, например, как оптические линии связи, портативные периферийные устройства ПК или цифровые устройства с процессорным управлением.



Зависимость КПД от тока нагрузки.

С добавлением этих устройств к продуктовой линейке Torex потребители получают еще большую свободу выбора приборов, оптимально соответствующих создаваемому приложению. Двигаясь навстречу потребностям рынка, Torex намерена и дальше продолжать расширение серии XCL преобразователей micro DC/DC.

Особенности приборов XCL223/XCL224

- Понижающие DC/DC преобразователи с интегрированной катушкой, самые миниатюрные в мире среди приборов с выходными токами 0.4 А/0.7 А;
- Технология HiSAT-COT обеспечивает высокую скорость реакции на переходные процессы;

- Могут использоваться в оптических, портативных и цифровых устройствах;
- Высокий КПД: 90% при входном напряжении 4.2 В, выходном напряжении 3.3 В и выходном токе 300 мА;
- Идеальны для снижения площади плат в миниатюрных изделиях.

Redpine Signals анонсирует выпуск первого в мире семейства беспроводных микроконтроллерных модулей с встроенной поддержкой нескольких протоколов

Семейство модулей WiSeMCU компании Redpine содержит процессор ARM Cortex M4 с усовершенствованными механизмами защиты для устройств Интернета вещей в миниатюрном корпусе с размерами 8.6 мм × 8.6 мм



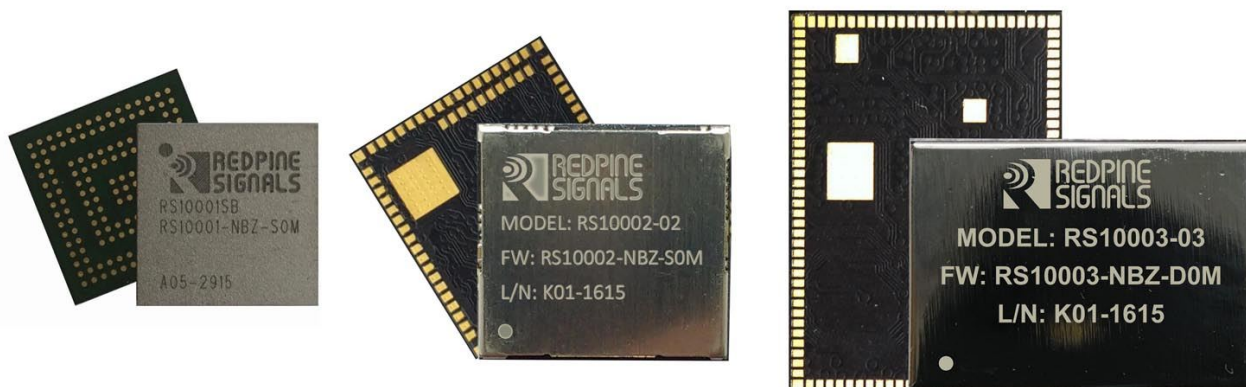
Компания Redpine Signals анонсировала выпуск первого в мире семейства беспроводных микроконтроллерных модулей с встроенной поддержкой нескольких протоколов, включая Wi-Fi, Bluetooth Classic, Bluetooth Low Energy (BLE) и ZigBee. В семейство WiSeMCU входит ультра миниатюрный беспроводной микроконтроллер RS10001 размером 8.6 × 8.6 мм с однополосным Wi-Fi, двухрежимными Bluetooth и ZigBee и 100-мегагерцовым процессорным ядром ARM Cortex M4. Объединение микропроцессора со средствами поддержки многопротокольной беспроводной связи упрощает создание продуктов следующего поколения конструкторам приложений для мобильных коммуникаций и Интернета вещей.

В семействе WiSeMCU есть также однополосный беспроводной микропроцессорный модуль RS10002, совместимый по посадочному месту с модулями RS9113, выпущенны-

ми Redpine ранее, и двухполосный модуль RS10003, отличающийся увеличенной до 160 МГц тактовой частотой микроконтроллера ARM Cortex M4 и расширенным до 1 МБ объемом флеш-памяти. RS10003 является одним из ключевых компонентов инновационной платформы WyzBee IoT компании Redpine.

Семейство модулей WiSeMCU полностью сертифицировано и сопровождается комплексными отладочными наборами с большими библиотеками программ, примерами проектов, менеджерами облачных хранилищ и поддержкой нескольких сред разработки.

«Модули семейства WiSeMCU, содержащие микроконтроллер с встроенным многопротокольным беспроводным интерфейсом, удовлетворяют фундаментальным требованиям, предъявляемым к разработке продуктов для Интернета вещей», – сказал Венкат



Маттелла (Venkat Mattela), генеральный директор Redpine Signals. «Опираясь на свой более чем четырнадцатилетний опыт работы на рынке подключаемых устройств, в этих высокоинтегрированных и простых в использовании модулях мы объединили все ключевые функции, необходимые для новых приложений Интернета вещей», – добавил он.

В семейство модулей WiSeMCU включены беспроводные и сетевые стеки, усовершенствованные средства обеспечения безопасности, включающие механизмы защиты от внешнего вмешательства и клонирования, и исключительно гибкие режимы управления питанием, позволяющие снижать ток потребления до 100 нА. Кроме того, отличные радиочастотные параметры устройств поддерживают высокую эффективность использования энергии батарей и частотного спектра при обмене данными. Интеграция беспроводных интерфейсов с микроконтроллером в форме модуля не только позволяет разработчикам систем снизить затраты на компоненты, но и

значительно сокращает время, расходуемое на портирование беспроводных драйверов на микропроцессорную платформу.

Модули WiSeMCU допускают любую стратегию разработки, включая прямую интеграцию в конструкцию, а также прототипирование с использованием среды разработки WiSeMCU SDK или с помощью платформы WyzBee IoT. В модули встроены сетевой стек TCP/IP с поддержкой протоколов безопасности SSL/TLS/HTTPS, а также полные стеки Wi-Fi, BT 4.1 и ZigBee. Платформы разработки имеют разъемы расширения для подключения внешней периферии, а для платформы WyzBee предлагается целый набор периферийных устройств, называемых «Вещи», которые уже можно заказать у Redpine. Разработчикам приложений предоставляется возможность выбора интегрированной среды IAR, Keil или бесплатной ColIDE компании CoCoX.

В настоящее время доступны единичные образцы модулей WiSeMCU.

Литий-ионный аккумулятор с самонагревом побеждает холод

Paul Buckley

EE Times

Объединенная команда исследователей из Университета штата Пенсильвания и государственного колледжа EC Power разработала литий-ионный аккумулятор, самонагревающийся при температуре ниже 0 °C, который поможет владельцам электромобилей избавиться от страха дальних поездок в зимнее время года.

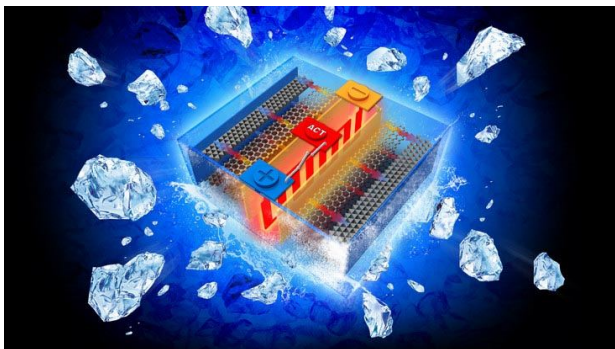
«Проблема плохой работы аккумуляторных батарей при отрицательных температурах существует давно, – сказал Чао-Ян Ван, профессор кафедры общего машиностроения, профессор кафедры химической инженерии и материаловедения, а так же директор Центра электрохимических двигателей. – Она не затрагивает работы мобильных телефонов и ноутбуков, но является серьезным барьером на пути использования электромобилей, дронов, уличных роботов и устройств, предназначенных для работы в космосе».

В статье, опубликованной в журнале Nature, исследователи отмечают, что при отрицательных температурах обычные аккумуляторные батареи теряют существенную

долю мощности, вследствие чего в холодную погоду замедляется процесс зарядки, ограничивается эффективность рекуперативного торможения и на 40% уменьшается запас пути. Эта проблема требует использования более крупных и дорогих аккумуляторных



Профессор Чао-Ян Ван.



Всепогодная батарея, материалы и электрохимические интерфейсы которой быстро самонагреваются при низкой температуре.

блоков для компенсации потерь энергии при низких температурах.

«По сообщению Американской Автомобильной Ассоциации, никто не хочет иметь автомобиль, теряющий от 40% до 50% запаса пути из-за холодной погоды, – говорит Ван. – И никто не хочет, чтобы холодная погода усугубляла боязнь дальних поездок. Меньше всего в холодную зиму нам хотелось бы беспокоиться еще и по поводу запаса хода».

Используя предыдущие патенты EC Power, исследователи разработали всепогодный аккумулятор, который всего на 1.5% тяжелее и на 0.04% дороже обычной батареи. Исследователи создали также батарею,

способную за 20 секунд разогреться от -20°C до 0°C , и за 30 секунд от -30°C до 0°C , расходуя на это 3.8% и 5.5% собственной энергии, соответственно. Это намного меньше, чем те 40%, которые теряются в обычных литий-ионных аккумуляторах.

Во всепогодной батарее используется никелевая фольга толщиной 50 мкм, один конец которой соединен с минусом ячейки аккумулятора, а другой, вынесенный за ее пределы, образует третий контакт. Соединенный с датчиком температуры ключ замыкает цепь, через которую ток начинает течь через никелевую фольгу. Поток электронов быстро разогревает фольгу, что приводит к подогреву батареи изнутри. Когда батарея достигает температуры 0°C , ключ размыкается, и электрический ток течет по обычному пути.

Хотя в качестве резистивного нагревателя могут использоваться и другие материалы, никель недорог и отлично показал себя в работе.

«В дальнейшем мы планируем расширить нашу работу в новом направлении, названном SmartBattery, – сказал Ван. – Мы думаем, что сможем использовать похожие структуры и принципы для активного управления безопасностью, характеристиками и сроком службы батареи».

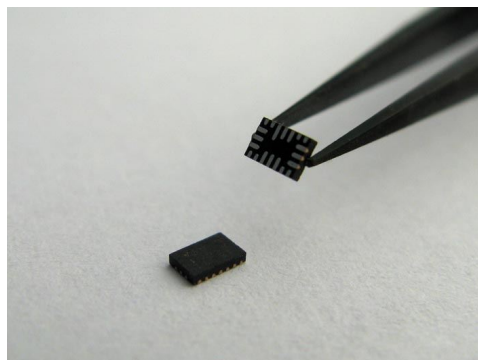
Сilego анонсирует пятое поколение программируемых микросхем смешанных сигналов GreenPAK

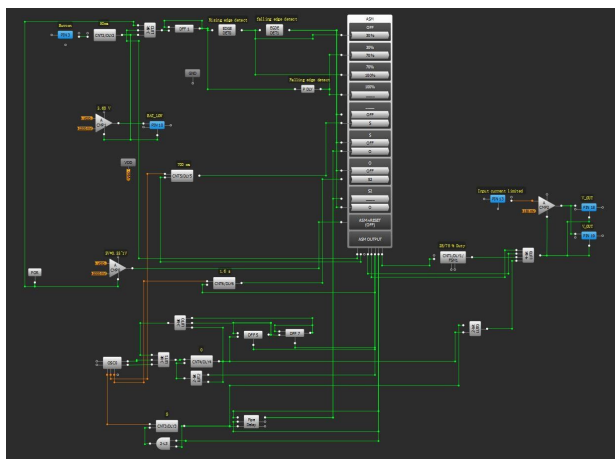
В программируемой микросхеме смешанных сигналов SLG46531V компании Silego впервые появились блоки асинхронных конечных автоматов, интерфейс I2C и многое другое

Silego Technology анонсировала пятое поколение программируемых микросхем смешанных сигналов GreenPAK (GPAK). SLG46531V семейства GPAK 5 расширяет лучшую в отрасли платформу конфигурируемых микросхем смешанных сигналов компании Silego.

Устройство самого последнего поколения, дополненное блоками Асинхронного конечного автомата и интерфейса I²C, предоставляет потребителям еще большую гибкость, функциональность и простоту конструирования систем на основе устройств семейства GPAK. С добавлением Асинхронного конечного автомата разработчики получили воз-

можность реализовать до восьми уникальных состояний, не написав для этого ни одной дополнительной строчки программного кода и не увеличивая расхода статической мощ-





ности. Добавление интерфейса I²C позволяет «на лету» менять конфигурацию устройств, например, пороговые уровни компараторов.

Кроме того, блок интерфейса I²C может работать как расширитель ввода/вывода. Включенные в SLG46531V усовершенствованные блоки Счетчика/Задержки получили новые режимы мультивибратора и частотного детектора, а также возможность подключения внешнего кварцевого генератора.

Все эти новые функциональные возможности, наряду с конфигурируемыми цифровыми и аналоговыми блоками, имеющимися в предыдущих поколениях GPAK, предоставляются микросхемой в крошечном 20-выводном

корпусе STQFN размером 2.0 × 3.0 мм с 18 входами/выходами общего назначения.

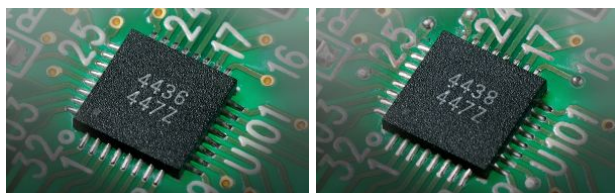
Как и в случае использования других устройств семейства GPAK, разработка систем на основе SLG46531V происходит легко и быстро благодаря поддержке аппаратных средств проектирования и простоте графического интерфейса пользователя GPAK Designer, которые позволяют инженерам внедрять микросхему в новые конструкции с учетом всех требований проекта. Новый для семейства GPAK интерфейс I²C впервые предоставляет разработчикам возможность внутрисхемной отладки.

Основные области применения:

- Потребительская электроника:
 - Портативные устройства: планшеты, смартфоны, ноутбуки
 - Персональные компьютеры и периферийные устройства
 - Носимые устройства
- Коммерческая и промышленная электроника:
 - Серверы
 - Встроенные компьютеры
 - Оборудование передачи данных

АКМ предлагает новые ЦАП для многоканальных аудио систем

Потребность автомобильной индустрии в высококачественных системах звуковоспроизведения постоянно растет, однако одновременно ужесточаются требования к уровню мощности, потребляемой системами автоэлектроники. Этот фактор ограничивает диапазон напряжений питания цифроаналоговых преобразователей значением 3.3 В.



Корпорация Asahi Kasei Microdevices (AKM) разработала серию 32-битных 6-/8-канальных аудио цифроаналоговых преобразователей (ЦАП), работающих при напряжении питания 3.3 В и поддерживающих

внешние интерфейсы с напряжением питания 1.8 В, что делает их совместимыми со всеми существующими на сегодня процессорными платформами. AK4436/AK4438 оптимизировались для многоканальных аудио систем с акцентом на качество звука, потребление мощности и высокий уровень аудио характеристик. 32-битная обработка, выполняемая с использованием запатентованной АКМ технологии VELVET SOUND (БАРХАТНЫЙ ЗВУК), широко используемой известными производителями аудио аппаратуры класса High-end, обеспечивает отличную детализацию звука и одновременно снижает потребляемую мощность до значений, требуемых для автомобильных систем.

Эта линейка ЦАП, включая выпущенную ранее 2-канальную версию AK4432, благодаря гибкому интерфейсу TDM предоставляет простое и оптимальное решение для создателей любой многоканальной системы. От

ЦАП премиум-класса семейства AK445x микросхемы серии AK443x отличаются несимметричными выходами.

Динамическое воспроизведение с гибким управлением режимами

- Используется запатентованная АКМ архитектура VELVET SOUND.
- В преобразователях AK4436/AK4438 достигнут уровень нелинейных искажений –91 дБ и лучшее среди ЦАП отношение сигнал/шум 108 дБ.
- Благодаря использованию технологии OSRD (Over Sampling Ratio Doubler – удвоитель уровня передискретизации), значительно снижены внеполосные шумы.
- Интегрированные фильтры с управляемым импульсным откликом обеспечивают детализированное естественное звучание.
- Пять различных типов цифровых фильтров, выбираемых в соответствии с предпочтениями пользователя и системными настройками.
- Цифровой вход, поддерживающий ИКМ сигналы с частотой до 768 кГц, восстанавли-

вает звук высокого разрешения, максимально приближая его к оригинальному акустическому источнику.

- Микросхемы могут использоваться для воспроизведения звука высокого разрешения из таких становящихся популярными источников, как сетевые системы потокового вещания, USB ЦАП и автомобильное аудио.

Низкое потребление мощности

Новые устройства отличаются исключительной экономичностью, рассеивая порядка 13 мВт на канал (79 мВт на канал для AK4436VN, 102 мВт – для AK4438VN).

Расширяемость системы

Добавив к линейке своих продуктов 6- и 8-канальные микросхемы, АКМ может предложить лучший набор цифро-аналоговых преобразователей для таких многоканальных приложений, как автомобильные аудио усилители и AV-ресиверы. Поддержка цифровыми входами сигналов TDM (Time Division Multiplexing – временное разделение каналов) обеспечивает возможность шлейфового соединения и упрощает разработку многоканальных систем воспроизведения.

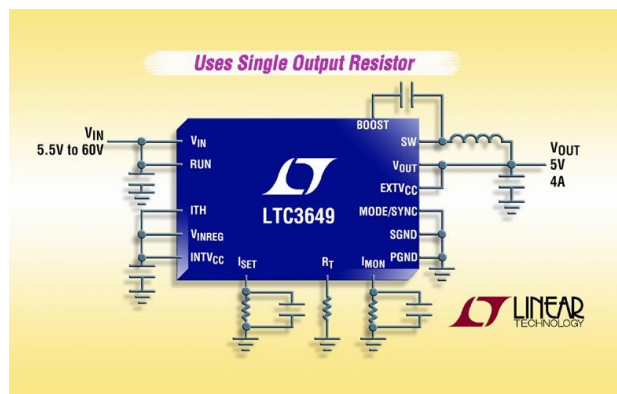
Linear Technology разработала мощный 60-вольтый понижающий преобразователь с Rail-to-Rail выходом и компенсацией падения напряжения на проводах

Linear Technology завершила разработку высокоэффективного 60-вольтowego синхронного понижающего стабилизатора напряжения с максимальным выходным током 4 А. Микросхема LTC3649 работает на фиксированной частоте переключения в режиме управления по току при входных напряжениях от 3.1 В до 60 В. При длительном выходном токе до 4 А напряжение на регулируемом rail-to-rail выходе может регулироваться от 0 В до напряжения лишь на 0.5 В более низкого, чем входное. Значения выходных напряжений и токов программируются единственным резистором. Широкий диапазон входных и выходных напряжений устройства идеален для широкого круга тестовых, измерительных и промышленных приложений. Уникальная конструкция LTC3649 и

точный внутренний источник тока 50 мкА, подключенный к выводу I_{SET} , позволяют с помощью одного программирующего резистора устанавливать сколь угодно низкое выходное напряжение. Точность стабилизации выходного напряжения составляет $\pm 0.8\%$, а выходной ток контролируется с точностью $\pm 4\%$, причем без использования внешнего токоизмерительного резистора. Частота переключения преобразователя программируется пользователем в диапазоне от 300 кГц до 3 МГц, позволяя использовать миниатюрные и дешевые конденсаторы и индуктивности. Выпускаемые в 28-выводных корпусах TSSOP и QFN размером 4 × 5 мм со сниженным тепловым сопротивлением микросхемы LTC3649 предназначены для создания очень компактных решений.

В LTC3649 используются внутренние силовые ключи с сопротивлениями открытого канала всего 100 мОм и 50 мОм, обеспечивающие КПД до 95%. Переключение в пульсирующий режим поддерживает высокий КПД при легких нагрузках, благодаря снижению тока потребления до 440 мкА. В чувствительных к шумам приложениях LTC3649 может работать в принудительном режиме непрерывной проводимости с очень низким уровнем пульсаций выходного напряжения. Дополнительные функции преобразователя включают программируемую компенсацию падения напряжения на подводящих проводах, возможность внешней синхронизации и защиту от перегрева.

Приборы предлагаются в 28-выводных корпусах со сниженным тепловым сопротивлением: LTC3649EUFD – в корпусе QFN размером 4 × 5 мм, а LTC3649EFE – в 28-выводном корпусе TSSOP. Параметры микросхем LTC3649IUFD и LTC3649IFE гарантируются в промышленном диапазоне рабочих температур перехода от –40 °С до 125 °С. Цены для партий из 1000 приборов начинаются от \$5.65 за штуку. Все микросхемы имеются на складе компании.



Сводка основных характеристик LTC3649

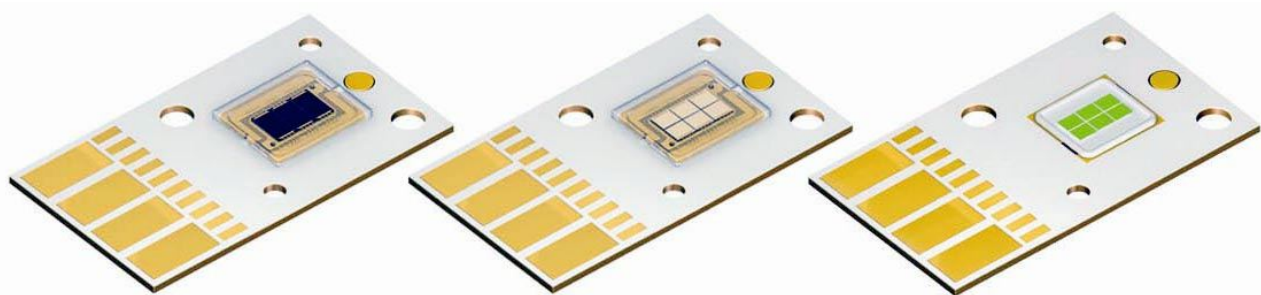
- Широкий диапазон входных напряжений (V_{IN}): 3.1 В ... 60 В;
- Широкий диапазон выходных напряжений: 0 В ... ($V_{IN} - 0.5$ В);
- Установка выходного напряжения одним резистором;
- Интегрированные n-канальные MOSFET нижнего и верхнего плеча (110 мОм и 50 мОм, соответственно);
- КПД 95% при входном напряжении 12 В и выходном напряжении 5 В;
- Активный ток потребления 440 мкА, в выключенном состоянии – 15 мкА;
- Точный контроль тока ($\pm 4\%$) без использования токоизмерительного резистора;
- Точное программирование частоты переключения внешним резистором (от 300 кГц до 3 МГц) с диапазоном захвата $\pm 50\%$;
- Точное программирование порога ограничения выходного тока;
- Стабилизация входного напряжения для приложений со слежением за точкой максимальной мощности;
- Точность стабилизации выходного напряжения $\pm 0.8\%$;
- Режим стабилизации по пиковому току;
- Программируемая компенсация падения напряжения на проводах;
- Пульсирующий режим, принудительный режим непрерывной проводимости;
- Внутренняя коррекция петли обратной связи и программируемые параметры мягкого запуска;
- Защита от перегрева;
- Выпускаются в 28-выводных корпусах QFN (4 × 5 мм) и TSSOP со сниженным тепловым сопротивлением.

Новые светодиоды Osram будут служить источниками света для офисных проекторов

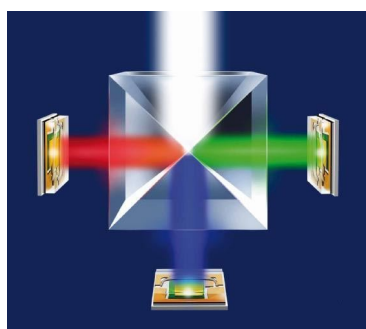
Osram Ostar Projection Power: кристалл с излучающей поверхностью 12 мм² теперь в новом компактном корпусе

Корпус меньше, а световой поток больше. Новые светодиоды семейства Ostar Projection Power компании Osram Opto Semiconductors впервые позволяют потребителям осна-

тить исключительно светодиодными источниками света даже офисные проекторы со световым потоком свыше 2500 лм. Этот новейший эффективный источник света стал



дальнейшим развитием серии P3W. Монохромные светодиоды поставляются с красным, зеленым (в преобразованном цветовом пространстве) и синим цветами свечения. Новые светодиоды основаны на изготовленных по новейшей технологии кристаллах и передовых производственных процессах.



Внешние габариты светодиодов Ostar Projection Power были уменьшены до 27 16

2.1 мм, и теперь стали такими же, как у их компактных предшественников серий P1W и P2W. В производстве кристаллов P3W 01, составляющих основу новых светодиодов, использованы элементы тонкопленочной технологии и последняя технология UX:3. При импульсном токе 36 А типовой световой поток составляет 4500 лм для приборов с красным цветом свечения, 11000 лм для зеленых и 33 Вт для синих. Еще недавно казалось невозможным получить столь большие значения яркости и интенсивности излучения с поверхности такой небольшой площади.

Светодиодные прожекторы теперь в 100 раз ярче, чем в 2005 году

Теперь, благодаря новым приборам компании Osram, в стандартных офисных проекторах с интенсивностью излучения от 2500 до 3500 лм в качестве единственного источника света впервые могут использоваться светодиоды. «За последние десять лет

яркость проекторов, оснащенных исключительно светодиодами, увеличилась в 100 раз, — сказал Вольфганг Шнабель (Wolfgang Schnabel) из отдела маркетинга светодиодной продукции компании Osram Opto Semiconductors. — Это результат многолетних исследований и разработок. Наши клиенты достигли огромного прогресса в создании систем, и мы можем предложить необходимые им чипы и корпуса».

Огромная яркость, небольшая поверхность

В качестве источников света в проекторе используются по одному красному, зеленому и синему светодиоду blue Osram Ostar Projection Power. Каждый из этих монохромных светодиодов состоит из шести кристаллов площадью 2 мм², включенных параллельно. Разработчики Osram использовали новый способ соединения кристаллов с теплоотводом, в результате чего тепловое сопротивление удалось понизить до значения менее 0.5 К/Вт. Поэтому тепло рассеивается лучше, и система может работать при максимальной выходной мощности. Кроме того, можно уменьшить размеры теплоотводов и сделать конструкцию проекторов более компактной.

Серийное производство Ostar Projection Power уже началось.

Технические характеристики

Корпус	27 16 2.1 мм
Размеры кристалла	6 2 мм ²
Тепловое сопротивление	менее 0.5 К/Вт
Электрический выход (импульс тока 36 А при 25 °С)	Красный (LE A P3W 01): 121 Вт тип.
	Зеленый (LE CG P3A 01): 128 Вт тип.
	Синий (LE B P3W 01): 128 Вт тип.
Яркость (импульс тока 36 А при 25 °С)	Красный (LE A P3W 01): 4,500 лм тип.
	Зеленый (LE CG P3A 01): 11,000 лм тип.
	Синий (LE B P3W 01): 33 Вт тип.

Microchip объявила о выпуске первых в отрасли микросхем SQI Flash, пригодных для использования в устройствах автоэлектроники

Семейство SQI Flash продуктов SST26VF теперь доступно с улучшенной функциональностью и сниженным потреблением мощности

Microchip Technology объявила о выпуске микросхем памяти NOR Flash с расширенными диапазонами напряжений питания и рабочих температур для использования в устройствах автомобильной электроники. С началом производства приборов семейства SST26VF с интерфейсом SQI (Serial Quad I/O – «счетверенный» последовательный интерфейс SPI), Microchip стала единственным в отрасли поставщиком подобных устройств, способных работать при экстремальных температурах подкапотного пространства. В новом семействе продуктов, предлагаемых в вариантах 16, 32 и 64 Мбит, диапазон напряжений питания расширен вниз от 2.7 В до 2.3 В, а диапазон рабочих температур перехода поднят до 105 °С.

Используемая в SST26VF технология изготовления запоминающих ячеек, запатентованная Microchip под названием SuperFlash, значительно повышает уровни технических характеристик и надежности микросхем, а также позволяет снизить тепловыделение в широкополосных, компактных устройствах. В типичных условиях высокоскоростного обмена микросхемы семейства SST26VF потребляют ток 15 мА, отвечая критериям компонен-



тов для автомобильных приложений, разрабатываемых с учетом ужесточающихся требований к энергосбережению.

Технология элементов памяти SuperFlash обеспечивает высокую устойчивость к циклам перезаписи и надежность хранения данных при крайне низком уровне ошибок и хороших характеристиках при высоких температурах. Все эти функции критичны для соблюдения строгих требований, предъявляемых к уровням качества и надежности устройств автомобильной электроники. Срок службы новых продуктов также полностью соответствует стандартам, действующим в автомобильной промышленности.

Новый датчик окружающего света компании Vishay позволит сэкономить место в портативных потребительских устройствах

Миниатюрное высокоточное цифровое устройство, в котором реализована технология Filtron, имеет размеры всего 6.8 мм 3.0 мм 2.35 мм

Группа оптоэлектроники компании Vishay Intertechnology представила новый высокоточный датчик окружающего света для плоскоэкранных телевизоров и портативных

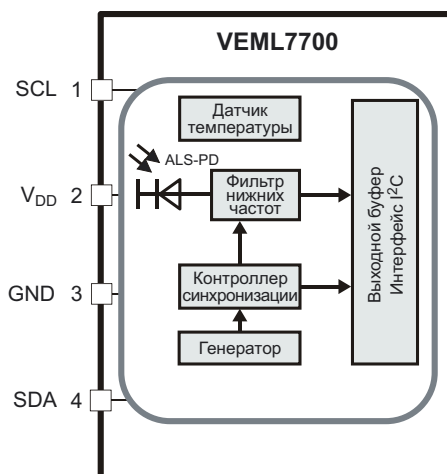


потребительских устройств. В миниатюрном прозрачном корпусе устройства VEM7700, предназначенном для поверхностного монтажа и имеющем размеры 6.8 мм 3.0 мм 2.35 мм, размещены фотодиод, малошумящий усилитель и 16-битный ЦАП. Сделанный на основе технологии Filtron датчик поддерживает шину интерфейса I²C.

Анонсированное устройство предназначено для автоматической регулировки яркости подсветки и оптической коммутации в потребительских продуктах, а также для управле-

ния включением промышленных систем освещения. Компактность размеров и гибкость монтажа, допускающая как боковое, так и фронтальное расположение устройства, позволят разработчикам сэкономить место в малогабаритных телевизионных приемниках, камерах видеонаблюдения, смартфонах, карманных компьютерах и устройствах GPS, независимо от того, где и как они размещают датчики. При совместном использовании с ИК-приемниками Vishay, такими, например, как TSOP772, датчик VEML7700, имеющий такие же размеры и такую же высоту расположения оптических осей, значительно упрощает конструкции светоприемных окон.

Технология Filtron позволяет получить характеристики спектральной чувствительности, близкие к человеческому глазу, в то время как использование технологии O-Trim гарантирует точность выходных данных не хуже $\pm 10\%$. Устройство способно с разрешением до 0.005 лк регистрировать освещенность с уровнями от 0 лк до 167 клк, что позволяет использовать его в приложениях с очень низким светопропусканием оптики. VEML7700 обеспечивает подавление фликер-шумов с частотой 100 Гц и 120 Гц и отличную температурную компенсацию в диапазоне от 25 °C до +85 °C. Исключительно экономичное устройство потребляет всего 2 мкА в активном режиме и 0.5 мкА в режиме останова.



Блок-схема VEML7700.

Для работы VEML7700 необходим источник питания с напряжением от 2.5 В до 3.6 В, в то время как шине I²C требуется напряжение от 1.7 В до 3.6 В. Устройство, предлагаемое в четырехконтактном бессвинцовом корпусе, не содержит галогенов, удовлетворяет предписаниям директивы RoHS и соответствует внутренним экологическим стандартам Vishay Green.

В настоящее время доступны как единичные образцы, так и промышленные партии новых датчиков окружающего света, которые могут быть поставлены в течение восьми недель после подтверждения заказа.

Allegro выпускает новый бесконтактный программируемый датчик углового положения

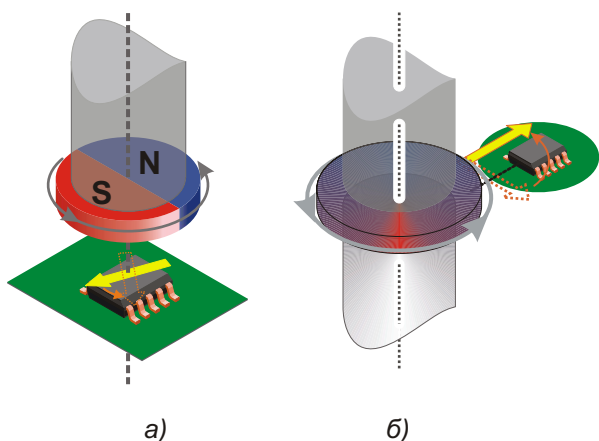
Микросхема выпускается в однокристалльном исполнении или в виде двух независимых кристаллов в общем корпусе

Allegro MicroSystems объявила о выходе новой микросхемы бесконтактного программируемого магнитного датчика углового положения с высоким разрешением, предназна-



ченной для использования в цифровых системах. Система-на-кристалле A1335 содержит входные схемы, выполненные по технологии круговых вертикальных элементов Холла (CVH), программируемый микропроцессор для обработки сигналов и средства поддержки множества коммуникационных интерфейсов, включая I²C, SPI и SENT.

Помимо измерения углов в диапазоне 360°, A1335 также могут с помощью встроенного микроконтроллера выполнять два вида линейаризации. Гармоническая линейаризация предназначена для обработки данных в конфигурациях с расположением датчика



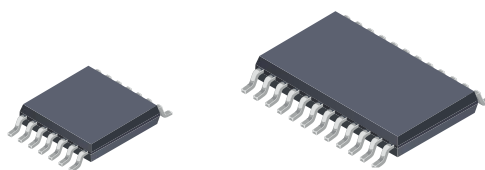
Типичное расположение датчика на оси (а) и вне оси (б).

вне оси вала. Сегментированная линеаризация может использоваться для масштабирования угловых измерений в так называемых «короткоходовых» устройствах, когда вал перемещается менее чем на 360° . Для гибкого программирования калибровочных параметров датчики имеют встроенную EEPROM, способную выдерживать до 100 циклов чтения/записи.

Функции цифровой обработки данных, включая температурную компенсацию и подстройку усиления/смещения, а также передовые алгоритмы выходной линеаризации, обеспечивают чрезвычайно точный и линей-

ный выходной сигнал для любых приложений, как с датчиками, расположенными на оси вала, так и вне ее.

A1335 отлично подходит для автомобильных приложений, требующих высокоскоростного измерения углов в диапазоне 360° , таких как электроусилители рулевого управления, коробки переключения передач, карданные валы, и прочие системы, которым необходимы точные угловые измерения. Схемы линеаризации A1335 были разработаны с учетом специфики измерений при размещении датчика вне оси вала.



Одна система на кристалле – TSSOP, 14 выводов.

Две независимые системы на кристалле – TSSOP, 24 вывода.

Однокристалльный вариант A1335 предлагается в 14-выводном корпусе TSSOP, а двухкристалльный – в 24-выводном TSSOP. Оба корпуса изготавливаются по бессвинцовой технологии со стопроцентным покрытием выводной рамки матовым оловом.

Ультра широкополосная микросхема смесителя перекрывает диапазон от 5 до 21.5 ГГц

Выпущенная компанией Mini-Circuits ультра широкополосная монолитная СВЧ микросхема двойного балансного смесителя MDB-24H+ обеспечивает преобразование входных частот диапазона 5 ... 21.5 ГГц в промежуточную частоту от постоянного тока до 5 ГГц. Столь большой частотный диапазон, поддерживаемый единственным устройством, позволяет использовать этот смеситель и в таких широкополосных приложениях, как коммуникационные и радарные систе-

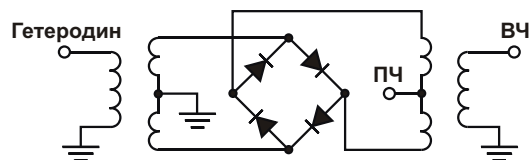
мы военного назначения, и в различных узкополосных системах – от Wi-Fi до диапазона Ku и выше.

Смеситель работает при мощности сигнала гетеродина +15 дБм, имеет низкие потери преобразования (от 6.9 до 10.3 дБ), обеспечивает уровень изоляции 44 дБ между входом гетеродина и выходом ПЧ и 28 дБ между входами сигнала и гетеродина, а входная точка пересечения интермодуляции третьего порядка (IP3) находится на уровне +21 дБм. Изготавливаемые с использованием InGaP технологии биполярных транзисторов на гетеропереходе (HBT), микросхемы MDB-24H+ с интегрированными симметризирующими трансформаторами на входах гетеродина и высокой частоты выпускаются в миниатюрном 24-выводном корпусе MCLP размером 4 × 4 мм,



обладающим низкой индуктивностью, повторяемостью параметров и отличным тепловым контактом с печатной платой. Новый прибор совместим по корпусу и расположению выводов с микросхемой HMC144LC4 компании Hittite, что позволяет использовать его для замены в эксплуатируемых системах.

Ультра широкополосные смесители MDB-24H+ поставляются со склада компании по цене \$7.45 за штуку (в партиях из 50 прибо-



Упрощенная схема смесителя MDB-24H+.

ров). Сделав онлайн заказ сегодня, вы получите микросхемы завтра.

AOS анонсирует выпуск сдвоенного MOSFET для высоконадежных модулей защиты батарей

Полностью защищенный корпус CSP для более надежных и долговечных решений

Alpha and Omega Semiconductor (AOS) анонсировала выпуск сдвоенного n-канального 20-вольтового MOSFET AOC3864 с общим стоком, имеющего сверхнизкое сопротивление открытого канала – 5.7 мОм при напряжении затвора 4.5 В. Это новое устройство будет наилучшим решением для разработки высоконадежных схем модулей защиты батарей. Транзистор имеет стандартизованное для корпусов CSP расположение выводов, однако его механическая прочность увеличена за счет использования патентованной технологии корпусирования AlphaDFN. Дополнив семейство AlphaDFN, AOC3864 найдет применение в новейших смартфонах, планшетах, медиа плеерах и носимых устройствах.

Растущие требования к производительности существующих смартфонов и увеличению времени их непрерывной работы стимулируют рост емкости аккумуляторов, за которым, в свою очередь, следует появление новых технологий зарядки, позволяющих восполнять заряд большим током и быстрее. Являясь важным элементом обеспечения

безопасности батарей, MOSFET с ультранизким сопротивлением и малыми габаритами широко используются разработчиками смартфонов. Транзисторы AOC3864 выпускаются в ультра тонком корпусе с размерами 2.7 × 1.8

0.19 мм на основе новейшей кремниевой технологии AOS. При этом все вопросы обеспечения надежности, связанные со скрайбированием, делением пластин и позиционированием кристаллов, решаются методами, стандартными для продуктов CSP.

Технические характеристики

Прибор	V _{SS} (В)	V _{GS} (В)	R _{SS(ON)} (макс.) (мОм)		Q _G (тип.) (нК)	I _S @ T _A = 25 °C (А)
			4.5 В	2.5 В		
AOC3864	20	8	5.7	9	27	19

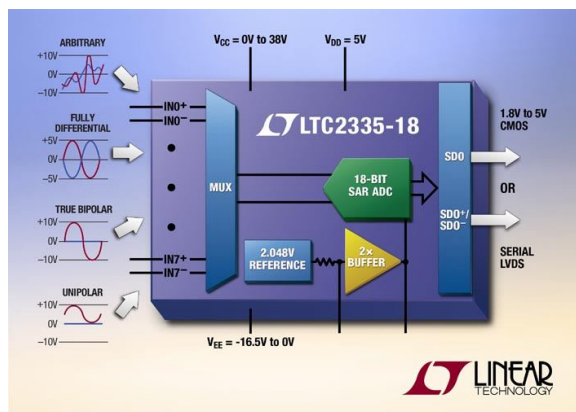
Цены и доступность

AOC3864 доступны в промышленных количествах со сроком поставки 12-14 недель. Цена одного устройства в партиях из 1000 штук составляет \$0.5.

Linear Technology представила 18-битный 8-канальный АЦП с независимо конфигурируемыми диапазонами входных сигналов

Linear Technology представила 18-битный, 8-канальный АЦП последовательных приближений LTC2335-18 с пропускной способностью 1 Мвыб/с, мультиплексируемыми вхо-

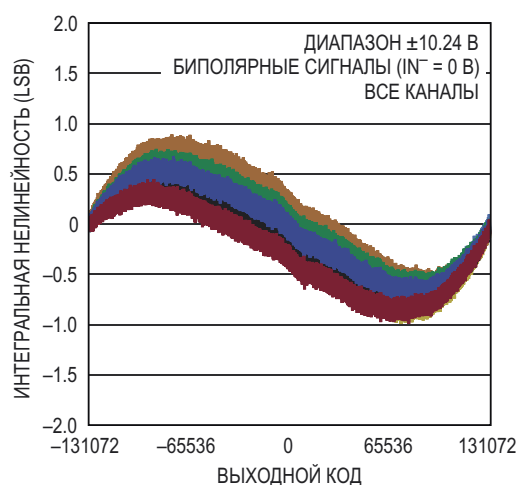
дами и независимо конфигурируемыми диапазонами входных напряжений. Для каждого из входов, имеющих запатентованную архитектуру SoftSpan (Software selectable output



Spans – программно выбираемые выходные диапазоны), перед каждым последующим преобразованием может быть программно установлен один из следующих рабочих диапазонов истинно биполярных входных сигналов: ± 10.24 В, 0 В ... 10.24 В, ± 5.12 В или 0 В ... 5.12 В. Встроенный секвенсор позволяет запрограммировать порядок опроса каналов и последовательность перенастройки их входных диапазонов, исключив необходимость дальнейшего вмешательства пользователя. Дифференциальные аналоговые входы, рассчитанные на синфазные напряжения от -16.5 В до 34 В, упрощают конструкцию входной цепи обработки сигналов благодаря возможности прямой оцифровки сигналов различных уровней. Гибкость входов в сочетании с непревзойденным отношением сигнал шум, равным 96.7 дБ, и пропускной способностью 1 Мвыб/с делает LTC2335-18 идеальным прибором для высококачественных систем управления технологическими процессами, контрольно-измерительного оборудования и приложений мониторинга линий электропередачи.

Микросхема содержит внутренний прецизионный источник опорного напряжения с максимальным температурным коэффициентом 20 ppm/°C и интегрированным буфером, обеспечивающий высокую точность одномоментных измерений и сберегающий место на плотноупакованных печатных платах. Кроме того, подключив внешний источник опорного напряжения 5 В, диапазон аналоговых входных напряжений можно расширить до ± 12.5 В. Устройство рассеивает мощность 180 мВт при максимальной частоте преобразования 1 Мвыб/с, а для меньшей скорости выборки предусмотрены режимы короткого сна и пониженного потребления энергии.

В LTC2335-18 предусмотрен специальный вывод для аппаратного выбора между КМОП интерфейсом SPI и последовательным интерфейсом LVDS. Широкий диапазон напряжений питания цифровых выходов гарантирует совместимость с любой КМОП логикой с напряжением питания от 1.8 В до 5 В. Режим последовательного интерфейса LVDS обеспечивает малошумящий высокоскоростной обмен данными на больших расстояниях с использованием дифференциальных линий связи. Два интерфейса ввода/вывода позволяют микросхеме LTC2335-18 соединяться как со старыми микроконтроллерами, так и с самыми современными ПЛИС.



Зависимость интегральной нелинейности от выходного кода.

LTC2335-18 дополнила семейство высокопроизводительных 18-/16-битных АЦП последовательных приближений с одновременной выборкой и истинно биполярными входами с диапазоном ± 10.24 В (см. LTC2348). Все технические характеристики сохраняют свои значения в диапазоне температур от -40 °C до 125 °C. LTC2335-18 выпускаются в 48-выводных корпусах LQFP размером 7 × 7 мм, и при покупке партиями в 1000 шт. продаются по цене \$18.95 за одну микросхему.

Сводка основных особенностей LTC2335-18

- Пропускная способность 1 Мвыб/с;
- Восемь мультиплексированных входных каналов;
- Интегральная нелинейность не более ± 3 LSB (при диапазоне входных сигналов ± 10.24 В);

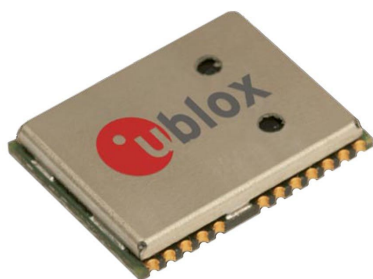
- Гарантированная 18-битная точность без пропуска кодов;
- Дифференциальные входы с широким диапазоном синфазных напряжений;
- Индивидуальная установка входных диапазонов для каждого канала:
 - ± 10.24 В, 0 В ... 10.24 В, ± 5.12 В, 0 В ... 5.12 В;
 - ± 12.5 В, 0 В ... 12.5 В, ± 6.25 В, 0 В ... 6.25 В;
- Типовое отношение сигнал/шум 96.7 дБ (для единичного преобразования);

- Буферизованный интегрированный источник опорного напряжения;
- Диапазон напряжений внешнего опорного источника от 2.5 В до 5 В;
- Не вносящий запаздывания программируемый секвенсор;
- Последовательные интерфейсы SPI (КМОП, 1.8 В ... 5 В) и LVDS;
- Типовая рассеиваемая мощность 180 мВт;
- 48-выводной корпус LQFP размером 7 мм.

Компания u-blox выводит на массовый рынок технологию GNSS с точностью сантиметрового уровня

NEO-M8P – технология высокой точности при малых размерах для таких приложений, как беспилотные транспортные средства и роботизированные системы управления

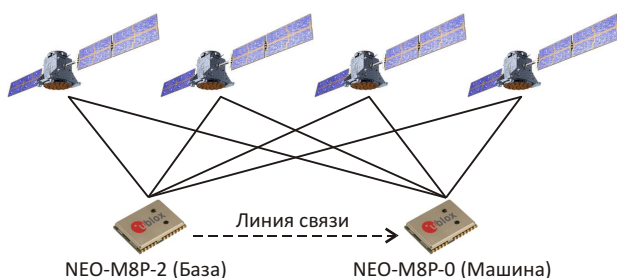
Компания u-blox начала серийное производство приемных модулей GNSS (глобальной навигационной спутниковой системы), способных обеспечить точность определения местоположения сантиметрового уровня.



При размерах всего 12.2 × 16 × 2.4 мм NEO-M8P является самым миниатюрным в мире высокоточным модулем GNSS RTK (real time kinematic – кинематика реального времени) из доступных на рынке спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС. Оснащенный модулем u-blox NEO-M8P-0 дистанционно управляемое транспортное

средство получает поправки от базового приемника u-blox NEO-M8P-2 через линию связи, использующую протокол RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services – Радиотехническая комиссия морских сервисов), благодаря чему точность позиционирования повышается до сантиметрового уровня. Алгоритмы RTK интегрированы в модуль. В результате намного уменьшаются размеры и вес, а потребление мощности по сравнению с существующими решениями снижается в пять раз, что значительно упрощает использование устройств и сокращает стоимость конечного продукта. Кроме того, проектирование станет более быстрым и простым для потребителей, поскольку им больше не придется тратить существенные ресурсы и время, создавая решения RTK на отдельных микропроцессорных системах.

В течение некоторого времени технологии RTK использовались в нишах малотиражных приложений, подобных геодезии и строительству. Высокая цена и сложность улучшенной технологии позиционирования делали ее недоступной для большинства остальных пользователей. Развивающиеся рынки массовых изделий, таких как беспилотные транспортные средства, требуют большой точности при низких затратах энергии и невысокой цене. К другим областям применения относятся сельское хозяйство и роботизированной системы управления, например, тракторы и роботизированные косилки. Выпущен-





ный компанией u-blox модуль NEO-M8P отвечает всем этим требованиям своими небольшими размерами, исключительной экономической эффективностью и очень высокой точностью, основанной на технологии RTK.

«NEO-M8P убирает преграду с пути инновационных компаний, стремящихся создавать оборудование, требующее сантиметровой точности для множества рынков и приложений, таких, например, как беспилотные летательные аппараты, – сказал Даниэль Амманн, исполнительный директор и соучредитель u-blox. – На сегодняшний день большинство решений основано на приемниках уровня платы. По размерам и потребляемой мощности NEO-M8P намного превзошел конкурентов, обеспечив нашим потребителям простоту интеграции в существующие платформы и значительную экономию стоимости их товаров».

В настоящее время u-blox предлагает инженерные образцы NEO-M8P, а массовое производство планируется развернуть в третьем квартале 2016 г.

Nordic приступила к массовому производству самого совершенного однокристалльного решения для Bluetooth Smart

Сертифицированный в соответствии с требованиями спецификации Bluetooth v4.2, первый прибор nRF52832 в новом семействе СнК nRF52 поддерживается широким спектром аппаратных и программных средств разработки и отладки, доступных для немедленной бесплатной загрузки с веб-сайта Nordic

Nordic Semiconductor сообщила, что nRF52832 – первый прибор ее новейшей серии систем на кристалле (СнК) nRF52 и самое совершенное на сегодня однокристалльное решение для Bluetooth Smart теперь дополнен рядом новых, ранее не анонсированных функций, и запущен в массовое производство.



Версия nRF52832 для крупносерийного производства сертифицирована в соответствии с требованиями последней спецификации Bluetooth v4.2, а в программный стек Bluetooth теперь включена поддержка протокола защищенной беспроводной связи «LE

Secure Connections». Усовершенствована также и система обеспечения безопасности режима обновления прошивки Device Firmware Upgrade (DFU). Кроме того, реализована новая гибкая схема ОЗУ, позволяющая разработчикам оптимизировать объем памяти, занимаемой программным стеком для любой заданной конфигурации, а также добавлена поддержка многомастерных сетей с несколькими ведущими и ведомыми устройствами. Последняя функция позволяет, например, такому устройству как умные часы одновременно выступать в качестве концентратора по отношению к другим беспроводным датчикам, и как беспроводное периферийное устройство по отношению к смартфону.

По сочетанию функциональности и технических характеристик, преодолевших новый барьер энергоэффективности, к nRF52832 не приближается ни одно из существующих конкурирующих решений. СнК содержит уникальную NFC-метку для поддержки технологии Touch-to-Pair и предлагает разработчи-

кам невиданные ранее уровни гибкости проектирования.

nRF52832 содержит первый в своей категории 64-мегагерцовый процессор ARM Cortex-M4F, лучший в классе аналогичных устройств малопотребляющий многопротокольный приемопередатчик диапазона 2.4 ГГц и полностью автоматическую систему оптимизации потребляемой мощности. Достигая рейтинга 215 по тестам CoreMark консорциума EEMBC, nRF52832 имеет общую вычислительную мощность, на 60% превосходящую решения конкурентов, а благодаря процессору ARM Cortex-M4F получает дополнительное десятикратное увеличение производительности вычислений с плавающей точкой и двукратный рост производительности подсистемы цифровой обработки сигналов. nRF52832 не имеет себе равных и по энергоэффективности, набирая 58 баллов в тестах CoreMark/mA, что почти вдвое лучше показателей, доступных конкурентам.

nRF52832 имеет полный спектр встроенной аналоговой и цифровой периферии для подключения к таким внешним компонентам, как датчики, дисплеи, сенсорные контроллеры, светодиоды, клавиатуры, двигатели, цифровые микрофоны и аудиокодеки. Это делает новый прибор идеальным однокристалльным решением для носимых устройств, пользовательских интерфейсов для удаленных контроллеров, игрушек, систем умного дома и



Отладочный набор для nRF52832.

бытовых приборов, а также для беспроводных зарядных устройств.

Варианты корпусов



Приборы выпускаются в 48-выводных корпусах QFN размером 6 × 6 мм, а через некоторое время появятся варианты в корпусах CSP с размерами 3.0 × 3.2 мм.

Доступность

Микросхемы nRF52832 доступны для заказа в промышленных объемах.

Exar начинает выпуск нового семейства приемопередатчиков RS-485 повышенной надежности

Компания Exar выпустила новое семейство приемопередатчиков RS-485/RS-422 (TIA-485/TIA-422), способных выдерживать прямые короткие замыкания и имеющих надежную защиту от повышенного напряжения, не требующую использования внешних компонентов. Созданные для улучшения качества работы в зашумленном промышленном оборудовании и повышения устойчивости к системным сбоям, эти приемопередатчики упростят разработку систем автоматизации зданий, сетей управления кондиционированием, отоплением и вентиляцией, приборов учета, средств управления технологически-

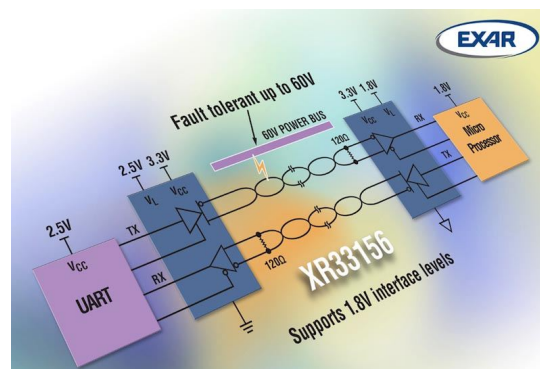
ми процессами и других приложений промышленной автоматизации.

Первыми микросхемами нового семейства стали XR33053, XR33152, XR33156 и XR33158. Наиболее высокими техническими характеристиками отличается микросхема XR33156, устойчивая к входным напряжениям ± 60 В и имеющая функцию контроля правильности подключения кабеля с возможностью смены полярности выводов приемника шины. Низковольтные логические выводы XR33156 позволяют отказаться от схем сдвига уровней в приложениях с низкими напряжениями питания. Устройства защищены от

синфазных напряжений до ± 25 В, от импульсных помех при горячем подключении и от перегрузки. Усовершенствованные схемы приемников не допускают нарушения работоспособности приборов при разомкнутых, замкнутых или подключенных, но неработающих линиях данных.

XR33053, XR33152, XR33156 и XR33158 работают при напряжении питания от 3 В до 5.5 В, потребляя наименьший в отрасли ток покоя с максимальным значением 1 мкА и типовым 1 нА. Микросхемы поддерживают скорость обмена данными до 20 Мбит/с, как в полно-, так и в полудуплексной конфигурациях, и имеют защищенные выводы аналоговой шины, устойчивые к электростатическим разрядам с напряжением ± 15 кВ.

Устройства XR33053, XR33152, XR33156 и XR33158, рассчитанные на стандартный промышленный диапазон температур окружающей среды от -40 °C до 85 °C, выпускаются в не содержащих галогенов «зеленых» корпусах SOIC-8 и SOIC-14, удовлетворяющих требованиям директивы RoHS. Для партий из тысячи приборов цены, установленные на одну микросхему, начинаются от \$1.49.



Сводка основных особенностей

- Широкий диапазон напряжений питания от 3.0 В до 5.5 В;
- Защита выводов аналоговой шины от напряжений до ± 60 В;
- Диапазон допустимых синфазных напряжений, расширенный до ± 25 В;
- Вывод VL для питания логического интерфейса напряжением 1.65 В ... 5.5 В (XR33156);
- Максимальный ток покоя менее 1 мкА;
- Максимальная пропускная способность 20 Мбит/с;
- Надежная защита выводов шины RS-485 от электростатических разрядов.

NXP представляет новый линейный усилитель мощности для диапазона 1500 – 2700 МГц

Компания NXP представила линейный усилитель MMZ25332B4 на основе InGaP биполярных транзисторов на гетеропереходах. Устройство выпускается в корпусе QFN с размерами 4 × 4 мм, конструкция которого



позволяет увеличить количество переходных отверстий для улучшения отвода тепла в печатную плату, что существенно для схем с повышенной чувствительностью к температуре. Двухкаскадный двухваттный широкополосный линейный усилитель MMZ25332B4 разработан для использования в базовых станциях малых сот и оборудовании стандартов W-CDMA и LTE. Устройство работает в диапазоне частот 1500 ... 2700 МГц от источника питания с напряжением 3 ... 5 В.

Благодаря частичному внутреннему согласованию потребители могут сократить в своих устройствах количество внешних элементов согласования. Ток смещения может регулироваться подбором сопротивлений внешних резисторов. Усилитель отличается исключительной линейностью: при обычной для режима LTE выходной мощности 22.5 дБм типовой уровень проникновения

сигнала в соседний канал составляет всего –48 дБн.

MMZ25332B4 выдерживает перегрузку по входу до 30 дБм, а устойчивость к электростатическим разрядам по модели человеческого тела соответствует Классу 2 стандарта IEC 61340.

Средства поддержки разработки

Для ускорения разработки новых устройств NXP предлагает ряд поддерживающих различные частотные диапазоны прикладных аппаратных средств, в которые включены оценочные наборы со всей необходимой информацией. Конструкторы печатных плат могут загрузить с сайта NXP файлы чертежей в формате .dxf.

Доступность

MMZ25332B4 выпускаются серийно и доступны для приобретения как непосредственно у NXP, так и у ее авторизованных



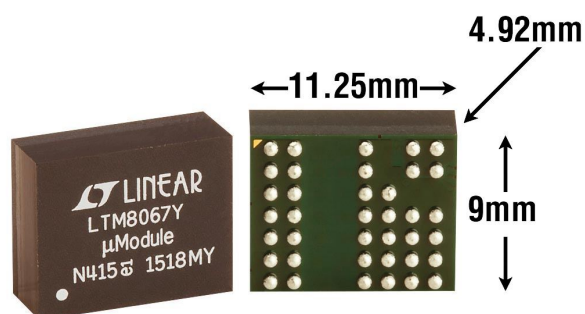
партнеров. По запросу можно получить оценочные наборы и другие средства поддержки разработки. За информацией о ценах необходимо обращаться в местные офисы продаж NXP или к авторизованным дистрибьюторам компании.

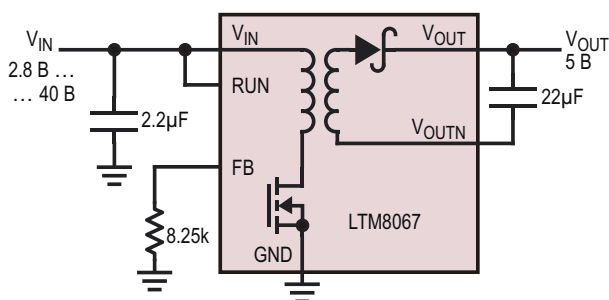
Linear Technology начала производство изолированных микромодулей DC/DC преобразователей с гальванической изоляцией 2 кВ

Linear Technology выпустила новые микромодули DC/DC преобразователей семейства μ Module с гальванической изоляцией 2 кВ AC. LTM8067 и LTM8068 содержат изолирующий трансформатор, схемы управления, силовые ключи и другие элементы, размещенные в корпусе BGA размером 9 11.25 4.92 мм. Для создания законченного устройства требуется всего один резистор и по одному конденсатору на входе и выходе. Пути утечки по выводам и корпусу и прочие характеристики изоляции признаны соответствующими стандарту UL60950 в части Безопасности Оборудования Информационных Технологий и под-

тверждены сертификатом. LTM8068 дополнительно содержит малошумящий линейный стабилизатор напряжения. Одним из основных назначений модулей является устранение земляных петель в системах с датчиками или с чувствительными к шумам нагрузками в промышленном и контрольно-измерительном оборудовании.

LTM8067 и LTM8068 работают при входных напряжениях от 2.8 В до 40 В. Обратная топология позволяет приборам стабилизировать выходные напряжения большие, меньшие или равные входным. Выходное напряжение LTM8067 регулируется в диапазоне от 2.5 В до 24 В при максимальном токе 450 мА. Модуль LTM8068 с малошумящим линейным стабилизатором на выходе имеет диапазон выходных напряжений от 1.2 В до 18 В. При максимальном токе 300 мА линейный стабилизатор снижает пульсации выходного напряжения до 20 мкВ с.к.з., улучшая шумовые характеристики при питании высокоточных аналоговых цепей предварительной обработки сигналов и микросхем смешанных сигналов.



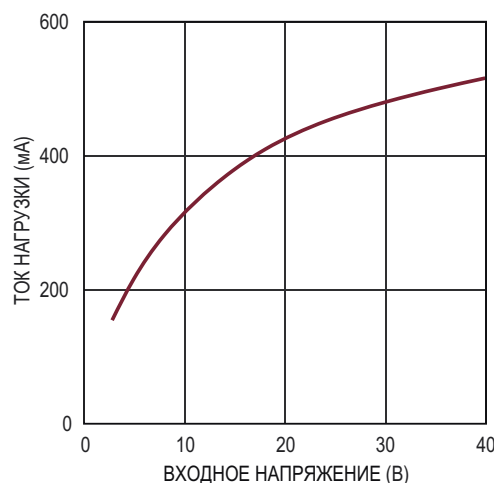


Регулятор μ Module с гальванической изоляцией 2 кВ AC.

LTM8067 и LTM8068 работают в диапазоне температур от -40°C до 125°C . Цена одного прибора в партиях из 1000 модулей начинается от \$10.90.

Сводка основных характеристик LTM8067 и LTM8068

- Преобразователь семейства μ Module с напряжением изоляции 2 кВ AC (испытательное напряжение 3 кВ DC);
- Сертифицированы по стандарту UL60950 (сертификат №464570);
- Широкий диапазон входных напряжений: 2.8 В ... 40 В;
- Широкий диапазон выходных напряжений: 2.5 В ... 24 В (LTM8067);



Зависимость максимального выходного тока LTM8067 от входного напряжения.

- Выходной ток до 450 мА (при входном напряжении 24 В и выходном напряжении 5 В);
- Малошумящий линейный стабилизатор (только в LTM8068):
 - Диапазон напряжений: 12 В ... 18 В;
 - Низкий уровень шумов: 20 мкВ с.к.з.;
 - Выходной ток до 300 мА;
- Низкопрофильный корпус BGA с размерами 9 мм 11.25 мм 4.92 мм.

Кюосера анонсировала серию TFT-LCD с проекционно-емкостными сенсорными экранами для промышленных приложений

Новые ЖК-дисплеи TCG070WV, TCG104XG и TCG121XG компании Кюосера имеют сенсорный экран PCAP со сверхвысокой яркостью и большим углом обзора

Японская корпорация Кюосера анонсировала выпуск трех новых TFT-LCD с проекционно-емкостными сенсорными экранами (Projected Capacitive Touchscreens – PCAP), которые позволяют создавать идеальные интерфейсы пользователя для широкого спектра промышленных приложений, таких как медицинские приборы, средства автоматизации производства, контрольно-измерительные устройства и судовое оборудование. Благодаря высокой чувствительности, исключительной надежности и способности поддерживать множественные касания, технология PCAP стала ключевой в списке инноваций, внедренных в приложения смартфонов и планшетов. Для активации экрана

PCAP достаточно лишь легкого прикосновения, в отличие от сильных нажатий, требующихся в случае резистивных сенсорных экранов. Широко распространенная в потребительских устройствах, технология теперь стала проникать и в промышленные приложения, особенно в связи с наступлением четвертого этапа промышленной революции, носящего название «Индустрия 4.0».

Первоначально Кюосера намерена предложить сенсорные решения PCAP в форматах своих самых популярных дисплеев – 7.0, 10.4 и 12.1 дюйма. Поверхность сенсорного экрана имеет антибликовое покрытие, одновременно защищающее от отпечатков пальцев. На выбор пользователя предлагаются

два сенсорных интерфейса: I²C или USB. Во всех трех изделиях реализована технология AWV (Advanced Wide View), расширяющая угол обзора до 170 градусов, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Это позволяет без проблем использовать экраны в портретной ориентации.

Новые жидкокристаллические PCAP дисплеи компании Куосера очень легко встраиваются в конструкции компактных систем, поскольку для управления подсветкой экрана не требуется никакого дополнительного оборудования. Разработанная Куосера и интегрированная в ЖК модуль высокоэффективная схема драйвера светодиодов, работающая в режиме стабилизации тока, обеспечивает светодиодную подсветку в течение 70,000 часов. Все три продукта имеют стандартные интерфейсы LVDS и рассчитаны на работу в широком диапазоне температур от –30 °C до 80 °C.

Потребители, привыкшие в повседневной жизни к удобству взаимодействия с PCAP

сенсорными экранами в своих смартфонах и планшетах, хотели бы увидеть аналогичную технологию и в другом оборудовании.

«Мы видим эту тенденцию и рады предложить решение, упрощающее процесс разработки промышленных приложений, – сказал Эберхард Шилл (Eberhard Schill), менеджер по продажам, дистрибуции и маркетингу компании Куосера Display Europe. – Потребителям наших новых PCAP сенсорных экранов теперь не придется отдельно искать поставщика экрана и специалиста, который мог бы интегрировать этот экран в дисплей – Куосера предлагает им комплексное решение».

Технические характеристики TFT-LCD с PCAP

Прибор	TCG070WV	TCG104XG	TCG121XG
Размер	7.0"	10.4"	12.1"
Разрешение	800 480	1024 768	1280 800
Яркость	800 кд/м ²	1040 кд/м ²	960 кд/м ²
Контраст	750:1	700:1	750:1

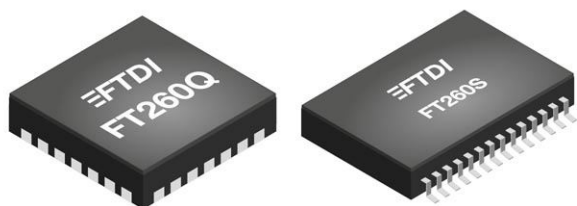
FTDI представляет многофункциональное однокристальное решение для полноскоростных мостов USB

Микросхема для простой реализации устройств класса USB HID с функциями мостов USB-I²C и USB-UART

FTDI Chip продолжает осваивать инновационные подходы, делающие использование технологии USB максимально простым и понятным. Обширный портфель компании пополнила новая микросхема FT260 контроллера интерфейса устройств класса USB HID. Микросхема может обеспечивать полноскоростную связь (12 Мбит/с) в соответствии со спецификацией USB 2.0 с широким диапазоном приложений, включая сенсорные экраны, компьютерную периферию и устройства Интернета вещей, а также служить интер-

фейсом USB микроконтроллеров, программируемых логических систем, средств промышленной автоматизации и USB-измерительных приборов. Поставляемые в компактных 28-выводных корпусах QFN, эти мосты USB поддерживают два человеко-машинных интерфейса (HID), преобразуя сигналы шин I²C и UART.

Поскольку весь протокол USB обрабатывается микросхемой, FT260 предоставляет разработчикам решение Plug and Play, легко интегрируемое в конструкции современных встраиваемых систем. Эти микросхемы используют стандартные драйверы класса, поэтому пользователям нет необходимости беспокоиться об установке сложных драйверов конкретных производителей. Универсальные входы/выходы микросхемы совместимы с уровнями логических сигналов от 1.8 В до 3.3 В. При работе на максимальной скорости микросхема потребляет всего 24 мА, а в режиме ожидания ток падает до 385 мкА.



FT260 является первым в своем классе устройством, совместимым с протоколом HID over I²C, предложенным Microsoft вместе с Windows 8. Шина I²C поддерживается 7-битной адресацией и четырьмя режимами работы: стандартным (SM), быстрым (FM), быстрым плюс (FM+) и высокоскоростным (HS). Интегрированные ресурсы памяти позволяют хранить индивидуализированные дескрипторы USB. Встроенный генера-

тор с ФАПЧ устраняет необходимость во внешнем кварцевом резонаторе, экономя место на плате и сокращая список необходимых компонентов. Кроме того, в отличие от микросхем конкурентов, FT260 имеет встроенный детектор подключения зарядного устройства аккумулятора, повышающий эффективность зарядки. В помощь инженерам FTDI планирует в ближайшее время поддерживать новые микросхемы демонстрационными платами.

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



ufi
Approved
Event

19-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих

0+



15–17 марта

2016

Москва, Крокус Экспо

ВСЕ ЦВЕТ ЭЛЕКТРОНИКИ

Совместно
с выставкой



Организаторы:



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

Получите электронный билет: expoelectronica.ru

Программируемая логика в микроконтроллерах может дать значительный прирост производительности

Mark Hastings, Cypress Semiconductor

EE Times

Чтобы принять оптимальное решение относительно того, что наилучшим образом будет работать в вашем проекте, вы должны понять, как реализуют внутреннюю программируемую логику различные производители микроконтроллеров

За последние 25 лет внутренние периферийные устройства микроконтроллеров кардинально изменились. Первоначально многие микроконтроллеры содержали только ОЗУ, ПЗУ и, в некоторых случаях, элементарный таймер. С прогрессом микроконтроллеров дополнительные периферийные модули были включены в устройства стоимостью около доллара или меньше. Теперь таймеры/счетчики, ШИМ и стандартные последовательные интерфейсы, такие как UART, SPI и I²C, стали обычными устройствами в этих недорогих микроконтроллерах. Еще одна важная перемена связана с происходящим переходом от 8-битных устройств к 32-битным при сохранении того же ценового диапазона.

Тем не менее, даже при использовании этих многофункциональных недорогих микроконтроллеров всегда будет возникать необходимость сопряжения с нестандартными аппаратными интерфейсами или с новыми интерфейсами сторонних компаний, поддержка которых производителями микроконтроллеров не может быть обеспечена в короткие сроки. Зачастую это заставляет разработчиков использовать внешние аппаратные устройства или эмулировать интерфейс программно, используя технологию «bit-banging». Эта технология использует программное переключение линий порта ввода/вывода, обычно для того, чтобы воспроизвести работу последовательного интерфей-

са. Я тоже пользуюсь этим, когда нужно считывать информацию с порта для декодирования последовательных данных. Использование как внешних устройств, так и «bit-banging» приводит к увеличению стоимости проекта. Со стоимостью дополнительного внешнего оборудования все очевидно, но для использования программной реализации последовательного интерфейса может также потребоваться более быстрый и, следовательно, более дорогой процессор.

Наиболее распространенные микроконтроллеры сегодня поддерживают интерфейсы SPI, UART и I²C, но существует много случаев, когда очень полезной может оказаться внутренняя логика, программируемая пользователем. Чтобы решить некоторые из этих проблем, ряд компаний, включая Atmel, Cypress, Microchip и NXP, добавили в свои продукты пользовательскую логику. В основном такими устройствами являются микроконтроллеры с добавленной логикой. Процессор здесь по-прежнему остается основной рабочей лошадкой, а дополнительная логика используется для того, чтобы сделать процессор более эффективным. Обычно такие устройства можно увидеть в бюджетных продуктах, но также они используются в качестве небольших сопроцессоров, чтобы повысить эффективность основного процессора, разгрузив его при работе с низкоуровневыми задачами.

Что касается FPGA, они двигались к той же цели, но с другого направления. Уже много лет назад Xilinx и Altera стали добавлять аппаратные и программные процессорные ядра, чтобы создать системы-на-кристалле (СнК). Решения на FPGA, как правило, дороже, но когда проект требует значительного количества настраиваемых логических элементов, такой подход может быть экономически оправдан. Эти устройства имеют неоценимое значение для прототипирования специализированных микросхем, реализации малотиражных продуктов, где время выхода на рынок является ключевым, а также создания продуктов, требующих регулярной модернизации оборудования.

Оба типа этих устройств (микроконтроллеры с логикой и FPGA с процессорами) обеспечивают гибкую настройку в полевых условиях. После повсеместного распространения устройств на основе Flash-памяти обновление в полевых условиях стало нормой. По началу разработчик имел возможность модернизировать только прошивку, но теперь можно легко обновить как аппаратную часть (логику), так и программную. Устройства от компьютерной мыши до высокоскоростных сетевых маршрутизаторов могут обновляться в рабочих условиях с возможностью перепрограммирования аппаратуры и программ в одном устройстве.

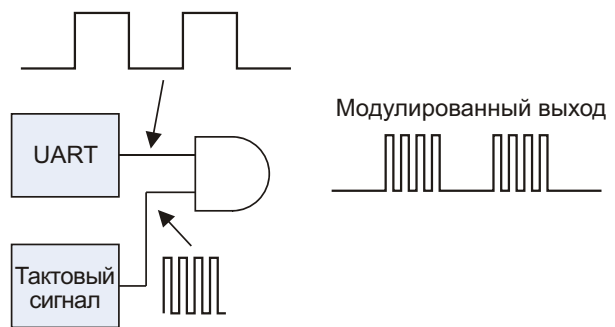


Рисунок 1. Простой модулированный выходной сигнал UART.

Упомянутые выше четыре компании (Atmel, Cypress, Microchip и NXP) имеют всю настраиваемую логику, необходимую для того, чтобы помочь разгрузить основной процессор или отказаться от внешней логики. Каждая компания придерживается своего подхода, как в отношении типов предоставляемых логических блоков, так и способов, которым эти блоки взаимодействуют друг с другом и с другими объектами на кристалле, такими как таймеры, UART и линии ввода/вывода.

Для того чтобы принять оптимальное решение относительно того, что будет работать лучше всего в вашем проекте, важно понять, как каждый из этих производителей реализовал внутреннюю программируемую логику. Иногда для того, чтобы исключить

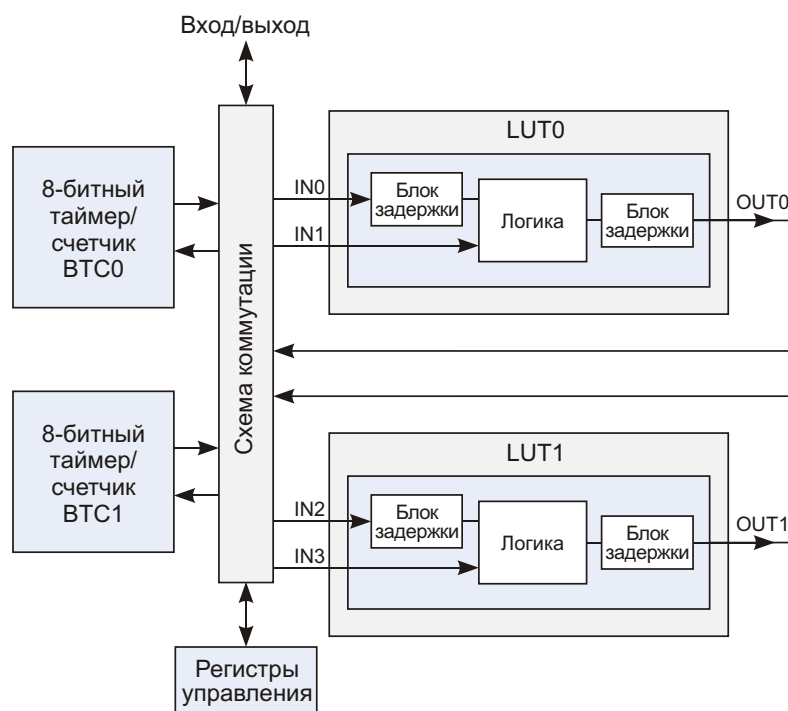


Рисунок 2. Настраиваемая логика Atmel XMEGA.

внешний компонент или повысить производительность процессора, может быть достаточно простых внутренних вентилях «И» или «ИЛИ». Все четыре метода позволяют пропускать входные и выходные сигналы через настраиваемую логику. Показанный на Рисунке 1 простой пример, поддерживаемый каждым из четырех типов логических блоков, демонстрирует способ модуляции выходного сигнала UART для ИК-связи. Это не просто факт наличия внутреннего логического элемента «И», но и возможность завести сигналы от тактового генератора или счетчика и выхода UART на элемент «И».

Настраиваемая логика Atmel XMEGA (XCL)

Блок Atmel XCL содержит два блока LUT (lookup table – таблица поиска) вместе с двумя блоками 8-разрядного таймера/счетчика (Рисунок 2). LUT не должны соединяться с блоками таймера/счетчика, но вместо этого могут быть подключены к UART, блокам EVENT или к линиям ввода/вывода. Два блока LUT могут использоваться в качестве двух независимых двухвходовых модулей или одного модуля с тремя входами. Из логических блоков можно конфигурировать элементы комбинаторной логики, такие как «И», «И-НЕ», «ИЛИ», «ИЛИ-НЕ», «исключающее ИЛИ», «исключающее ИЛИ-НЕ» и мультиплексоры. Помимо этого, с помощью логических блоков можно сформировать элементы последовательной логики, например, D- или RS-триггеры. Благодаря способности подключаться к другим логическим блокам и линиям ввода/вывода, эти простые блоки LUT позволяют разработчику легко сэкономить несколько внешних логических компонентов или освободить циклы процессора. Так, в руководстве по применению Atmel XCL Module (AT01084) объясняется, как может быть сконфигурирован модуль XCL, чтобы обеспечить манчестерское кодирование на выходе UART, не нагружая процессор и не используя внешнюю логику. Устройства AVR XMEGA E содержат один блок XCL.

Конфигурируемая логическая ячейка Microchip (CLC)

Конфигурируемая логическая ячейка CLC компании Microchip позволяет пользователю выбрать до четырех сигналов с восемью входами. Такими входами могут быть комбинации

двух линий ввода/вывода, внутренние источники тактовых импульсов, периферийные модули или биты регистров. Эти четыре сигнала затем проходят в программируемый логический блок. Логический блок может быть запрограммирован на выполнение восьми комбинаций таких логических функций как «И-ИЛИ», «исключающее ИЛИ», четырехвходовая схема «И», RS-триггер или одна из четырех других комбинаций триггеров. Несколько примеров Microchip предоставляет в своем руководстве по применению Configurable Logic Cell Tips 'n Tricks. Один из таких примеров показывает, как следует сконфигурировать эти блоки для декодирования квадратурных сигналов. Без дополнительных логических блоков процессору пришлось бы производить выборку сигналов гораздо чаще, чтобы избежать детектирования ложных переходов, когда один из сигналов нахо-

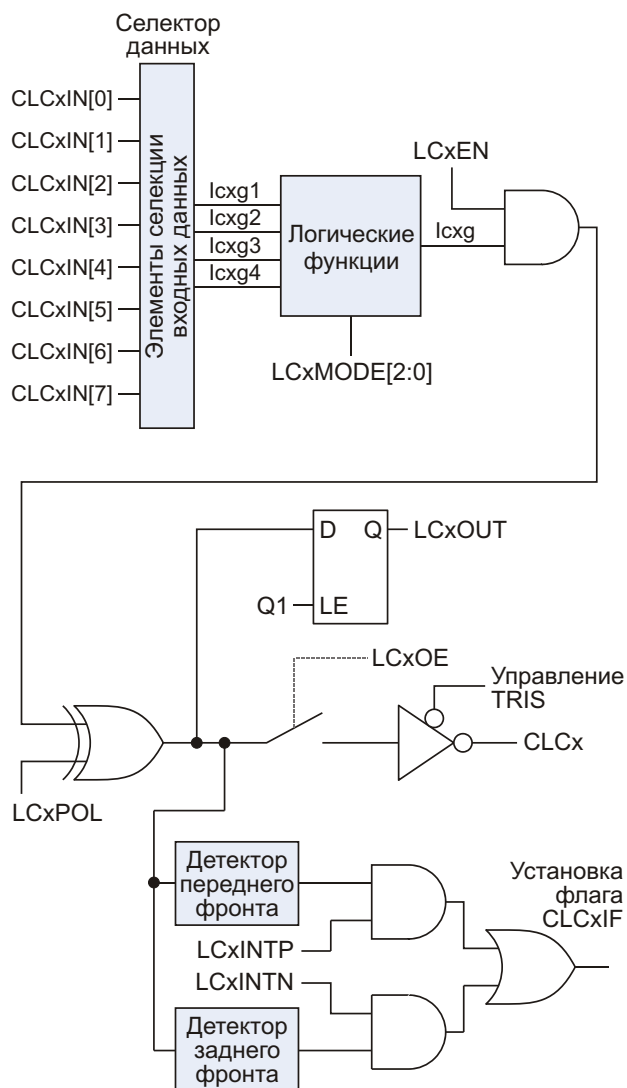


Рисунок 3. Конфигурируемая логическая ячейка Microchip (одна из четырех).

Конфигурируемая логика NXP (Pattern Match Engine)

логического блока могут быть выбраны до восьми линий ввода/вывода общего назначения. Эти восемь входов могут быть использованы для создания конъюнктивных членов сложных булевых выражений. Выходы могут использоваться для запуска прерываний, управления специальными линиями ввода/вывода, или же подключаться к следующим логическим блокам или секциям. Другие функции позволяют обнаруживать фронты или срезы импульсов и инвертировать сигналы. Это дополнительное оборудование может быть настроено так, чтобы прерывать



процессор только при возникновении сложной (или простой) комбинации событий. Устройства LPC81x компании NXP содержат один блок Pattern Match Engine.

Универсальный цифровой блок Cypress (UDB)

Cypress выбрала более продвинутое решение, основанное на универсальных цифровых блоках (Universal Digital Blocks – UDB) (Рисунок 5), которое ставит Cypress где-то между подходами, используемыми обсуждавшимися выше тремя производителями и FPGA. UDB состоит из двух программируемых логических устройств (PLD) 12C4 и операционного автомата (DataPath). PLD могут использоваться для управления работой и потоками данных в DataPath, или для реализации универсальной логики и конечных автоматов. DataPath представляет собой настраиваемый блок, реализующий 8-разрядные функции («И», «ИЛИ», сложение, вычитание, инкремент, декремент, «исключающее ИЛИ»), функции сдвига (влево и вправо), а также содержащий два четырехбайтных буфера FIFO для организации очереди данных. Эти блоки, в свою очередь, могут быть объединены, чтобы получить 16-, 24- или 32-разрядные функции.

Входы и выходы UDB могут быть подключены к любым линиям ввода/вывода общего назначения, периферийным/компонентным линиям ввода/вывода, прерываниям и т.д. Взаимосвязь между UDB, аналоговыми и цифровыми блоками с фиксированными функциями и линиями ввода/вывода устанавливается с помощью интерфейса цифровых сигналов (Digital Signal Interface, или DSI). UDB могут быть запрограммированы для реализации чего угодно – от простых логических элементов до счетчиков и модулей ШИМ и стандартных последовательных интерфейсов, таких как UART и I²C.

Пользователю предоставляется несколько опций, с помощью которых он может создать проект на основе UDB. Простейшие логические элементы могут быть либо просто помещены в схему, либо проект может быть создан в среде языка Verilog. Для выполнения разработки без использования Verilog предоставляется пользовательский графический интерфейс. Семейства микроконтроллеров PSoC 3, PSoC 4 и PSoC 5 могут содержать от 4 до 24 таких логических блоков UDB.

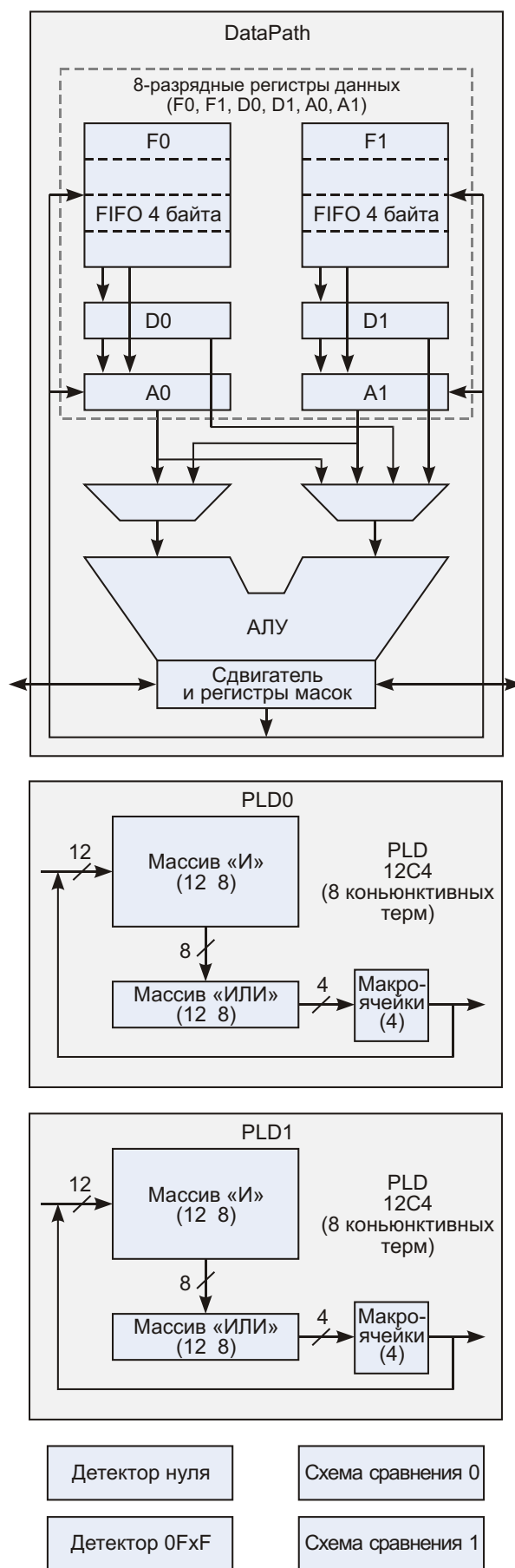


Рисунок 5. Универсальный цифровой блок (UDB) устройств PSoC компании Cypress.

Пример создания специализированного интерфейса

Недавно я обратил внимание на интересные драйверы RGB светодиодов, предлагаемые компанией Worldsemi. Микросхемы имеют обозначения WS2811, WS2812 и WS2812B, но принцип работы всех устройств одинаков. С помощью лишь одной линии ввода/вывода вы можете управлять такими элементами в количестве 1000 и более. Идея управления столькими RGB драйверами по одной линии показалась мне intriguing. Для соединения этих компонентов использовался специализированный интерфейс, а не SPI, UART или I²C. Сигнал в канале связи является асинхронным, каждый его бит начинается с нарастающего фронта. Логические состояния «1» или «0» определяются длиной импульса, как показано на Рисунке 6.

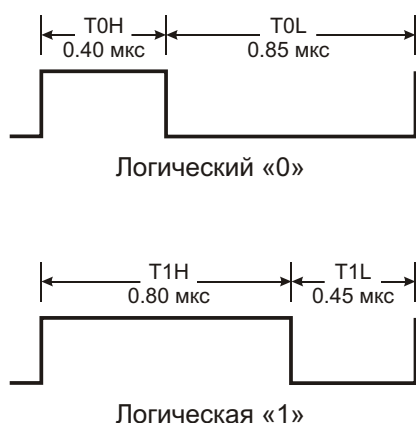


Рисунок 6. Временная диаграмма сигналов «лог. 0» и «лог. 1» микросхем WS2811/12.

Каждому RGB светодиоду требуются 24 бита данных – по 8 бит на каждый цвет (красный, зеленый, синий), в формате, изображенном на Рисунке 7.

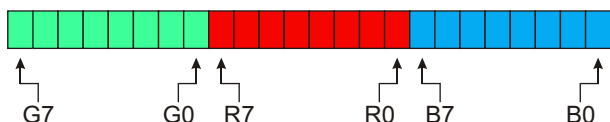


Рисунок 7. Формат данных драйверов WS2811/12.

Устройства WS2811/12 имеют выводы DIN (вход данных) и DOUT (выход данных), с помощью которых они могут быть очень просто соединены в последовательную цепочку. Каждый светодиод сохраняет первые 24

бита, пришедшие по линии DIN, а все остальные данные, как показано на Рисунке 8, ретранслирует на выход DOUT.

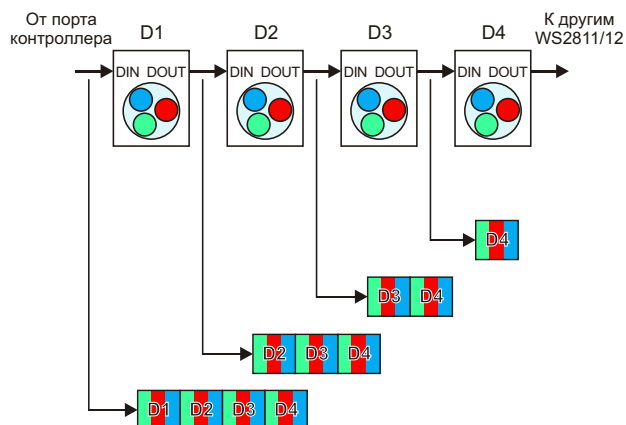


Рисунок 8. Включение нескольких микросхем WS2811/12.

После начала информационного потока каждое устройство ожидает увидеть непрерывную последовательность данных. Если длительность переднего фронта сигнала не превышает 50 мкс, микросхема защелкивает данные и переходит к ожиданию следующей 24-битной порции предназначенной ей информации, а все остальное ретранслирует дальше (Рисунок 9).



Рисунок 9. Сброс устройства при задержке передачи данных более чем на 50 мкс.

Как видите, все не очень сложно, но сложно адаптировать это к стандартной архитектуре микроконтроллера. Я встречал случаи, когда люди для целей синхронизации использовали интерфейс SPI, но для этого требовалось, по крайней мере, три бита SPI на фактический бит данных, поэтому выигрыш по сравнению с методом программной эмуляции (bit-banging) здесь был бы невелик. Поскольку требования к временной диаграмме достаточно строги, при программной реализации интерфейса до тех пор, пока состояние всех светодиодов не обновится, процессор не мог бы заниматься ничем, кроме отправки управляющих сигналов. Это означает, что во время работы со светодиодами вам придется запретить все прерывания и не реагировать на любые другие входные сигналы.

Например, если у вас в цепочке 1000 светодиодов, время обновления составит

$$(0.40 \text{ мкс} + 0.85 \text{ мкс}) \cdot 24 \text{ бита} \cdot 1000 \text{ светодиодов} = 30,000 \text{ мкс или } 30 \text{ мс.}$$

Это не обязательно станет проблемой, но если вы захотите обновлять состояние светодиодов с частотой 30 Гц, вы израсходуете почти 100% ресурсов процессора! При написании программы я хотел бы избежать блокирующих кодов или условий, где мне приходилось бы надолго запрещать прерывания. Это особенно важно, если в моей системе есть пользовательский интерфейс или связь с другими процессорами. Таким образом, моя цель заключалась в том, чтобы, насколько это возможно, разгрузить центральный процессор, и возложить основную работу на аппаратуру, как это делают сегодня стандартные внутренние блоки UART или SPI.

У блоков UDB в составе Cypress PSoC есть пара полезных функций, позволяющих сделать это довольно легко. В DataPath каждого UDB имеются два четырехбайтных буфера FIFO и сдвиговый регистр. При реализации UART один из них можно использовать для буфера Tx, а другой для буфера Rx. В случае с WS2811/12 мне потребуется только один FIFO и сдвигатель. Я остановился на такой конфигурации аппаратуры, когда для каждого устройства генерируется по одному прерыванию. Обработчик прерываний будет загружать 24 бита (3 байта) и выполнять возврат, пока FIFO не опустеет. Таким образом я получал бы прерывания каждые 30 мкс, и мне не пришлось бы отключить все прерывания и организовать «bit-banging» с разрешением 150 нс или лучше. Выбирая микроконтрол-

лер, я остановился на Cypress PSoC CY8C4245AXI. При оптовых закупках он стоит около \$1, имеет четыре UDB и работает на частоте 48 МГц, обеспечивая более чем достаточный запас по скорости и оборудованию, чтобы проделать такой трюк.

В моем проекте использовались два из четырех UDB. Один UDB служил для буферизации данных с помощью FIFO и сдвига этих данных для того, чтобы все 24 бита (3 байта), предназначенные одному устройству, могли бы быть записаны за один раз. Второй UDB был задействован для генерации сигнала ШИМ с двумя выходами сравнения. Один формирует логический ноль, другой – логическую единицу. Последовательные данные использовались для управления цифровым мультиплексором для выбора сигнала «1» или «0». Блок-схема показана на Рисунке 10.

Большинство конъюнктивных членов четырех программируемых логических устройств (по два на один UDB) в UDB были задействованы для управления операционными автоматами, генерации прерываний и обеспечения функций статуса и управления, но даже на все это была израсходована лишь половина ресурсов UDB этого недорогого микроконтроллера.

Далее следует выяснить, насколько такое дополнительное оборудование снижает нагрузку на процессор. Для примера рассмотрим массив из 1000 светодиодов, которые нужно обновлять с частотой 30 Гц. При программной реализации интерфейса это потребует практически 100% ресурсов процессора. Использование программируемых аппаратных средств в устройстве PSoC вызы-

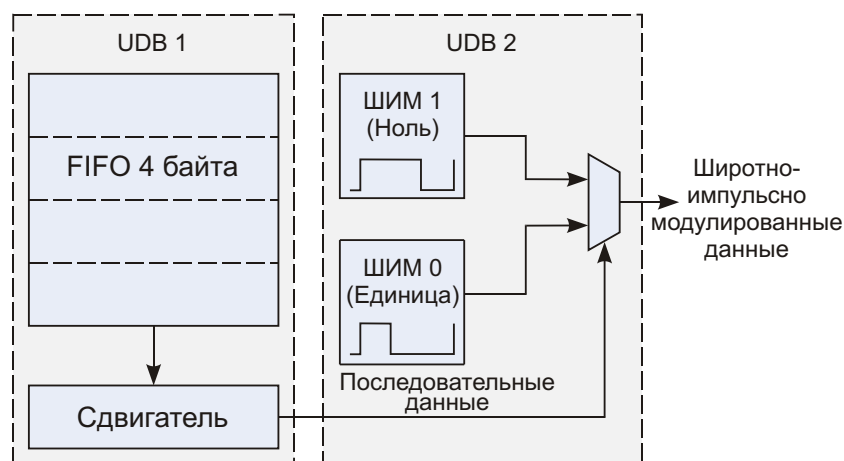


Рисунок 10. Блок-схема интерфейса WS2811/12 с использованием PSoC UDB.

вает прерывания каждые 30 мкс, что, конечно же, весьма ощутимо, но не так уж плохо для ARM Cortex-M0, работающего на частоте 48 МГц. Для проверки загрузки процессора я создал простой цикл, в котором дисплей обновлялся с частотой около 30 Гц. В основном цикле я поочередно выводил на линию логические «0» и «1» и с помощью осциллографа подсчитывал количество переключений за период 40 мс. Затем я запретил прерывания, запустил проект снова и сравнил результаты. Непрерывное обновление дисплея отнимало примерно 12% ресурсов процессора, по сравнению с почти 100% при использовании «bit-banging». Соответственно, для внешней связи и пользовательского интерфейса остается 88% циклов процессора. Если бы в проект были добавлены DMA (устройства прямого доступа к памяти), то нагрузка на процессор снизилась бы с 12% до 2%, или даже меньше. Я использовал самый недорогой (~ \$1) из тех микроконтроллеров PSoC, в которых есть UDB, но DMA в нем не было. Впрочем, некоторые старшие модели семейства содержат DMA.

Для тестирования этой микросхемы была сделана и использована настоящая «вывеска» с 960 RGB светодиодами, собранными в матрицу 60 16 (Рисунок 11). Она работала точно так, как и ожидалось, и может быть использована в качестве графического интерфейса с поддержкой элементарных линий, прямоугольников, кругов и текста.



Рисунок 11. Вывеска из 960 RGB светодиодов.

Если у вас есть большая светодиодная панель или простой нестандартный интерфейс, внутренние программируемые аппаратные средства могут оказать огромное влияние на функциональность вашего устройства. Не каждому нестандартному интерфейсу потребуется многобайтный FIFO или полностью аппаратный конечный автомат, но обладание такой гибкостью может дать вам больший выбор вариантов при проектировании, возможность улучшить характеристики и быстро адаптировать существующую конструкцию к требованиям нового проекта. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Cypress CY8C4245AXI](#)
2. [Datasheet Microchip PIC10\(L\)F320/322](#)
3. [Datasheet NXP LPC81x](#)
4. [Datasheet Worldsemi WS2811](#)
5. [Datasheet Worldsemi WS2812B](#)

Простой способ измерения емкости и времени обратного восстановления диода

Glen Chenier

EDN

На днях Линда из отдела снабжения зашла ко мне с проблемой: Лу из конструкторского отдела попросил ее найти замену для диода, сгоревшего в импульсном источнике питания. Чертова штука была маркирована странным номером, расшифровать который не помогло никакое гугление.

На корпусе был узнаваемый логотип изготовителя, но запросить у него справочные данные не представлялось возможным — маркировка типа осталась от давно проданной компании и в последующем никем не использовалась. Оставалось попытаться решить проблему самостоятельно.

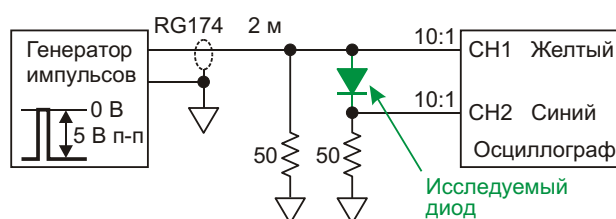
По счастью в ЗиПе имелась вторая идентичная деталь, и Лу смог предоставить мне исправный диод того же типа. Теперь мне лишь оставалось выяснить, что же это такое. Обычный выпрямительный диод? Стабилитрон? Диод Шоттки? Какое обратное пробивное напряжение? Емкость перехода? Время восстановления?

Из размеров корпуса DO-41 несложно было заключить, что допустимая мощность составляет один ватт. Не составляло также труда пропустить различные токи и измерить прямое падение напряжения, чтобы убедиться, что это не диод Шоттки. Соединив последовательно несколько источников питания и постепенно увеличивая обратное напряжение (с токоограничительным резистором соответствующего сопротивления на случай достижения пробивного напряжения стабилитрона), я убедился, что это не стабилитрон

— по крайней мере, в пределах испытательного напряжения 200 В.

Задача оценки требуемого максимально допустимого обратного напряжения могла быть решена путем первоначальной замены в схеме источника питания проверяемого прибора высоковольтным диодом и последующим измерением падающего на нем напряжения.

Таким образом, неизвестными остаются только емкость перехода C_J и время восстановления обратного сопротивления TRR . Это время, в течение которого диод остается в проводящем состоянии после резкой смены прямого напряжения на обратное. Я должен был найти способ измерения этих параметров. И без какого-либо экзотического оборудования, лишь с тем, что необходимо для грубой оценки, другими словами, все, с чем я должен был работать — это функциональный генератор с временем спада 40 нс и 100-мегагерцовый осциллограф.



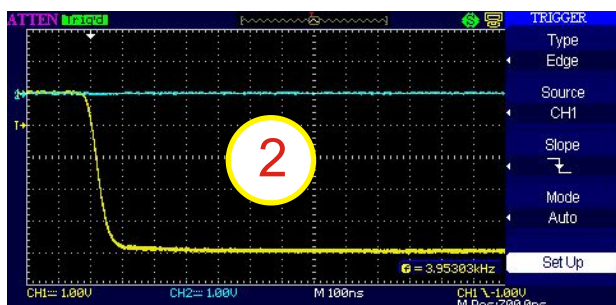
Измерительная установка была очень простой. На проверяемый диод подавались 5-вольтовые импульсы с таким постоянным смещением, чтобы диод открывался только

на время положительных пиков импульсов. Осциллограф, подключенный к обоим выводам диода, синхронизировался отрицательным фронтом импульса генератора. Меняя постоянное напряжение смещения, можно было управлять прямым напряжением и током проводимости диода. Ток проводимости исследуемого диода измерялся по падению напряжения на последовательном сопротивлении 50 Ом.

Первые, что требовалось сделать – оценить работоспособность измерительной установки. Насколько адекватно эти доморощенные испытания отражают реальные характеристики диодов? Это было проверено путем измерений нескольких диодов с известными параметрами и сравнения результатов с информацией из технической документации. Я протестировал следующие диоды, и нашел результаты весьма интересными:

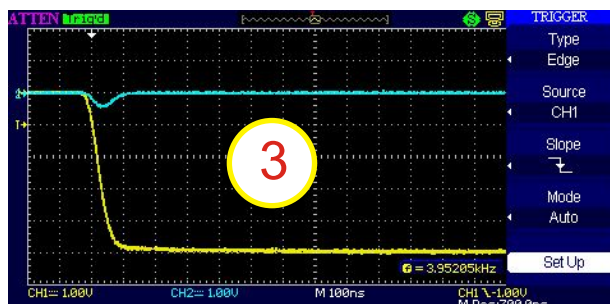
1. 1N4002 – используемый в повседневной практике стандартный выпрямитель с указанным значением $C_J = 15$ пФ и неизвестным T_{RR} ;
2. 1N4148 – быстродействующий переключающий диод с указанными значениями $C_J = 4$ пФ и $T_{RR} = 8$ нс;
3. MUR880 – силовоточный выпрямительный диод с быстрым восстановлением и указанными значениями $C_J = 300$ пФ и $T_{RR} = 200$ нс;
4. Загадочный объект.

Для удобства сравнения масштаб по оси времени для всех осциллограмм выбран одинаковым и равным 100 нс/дел.

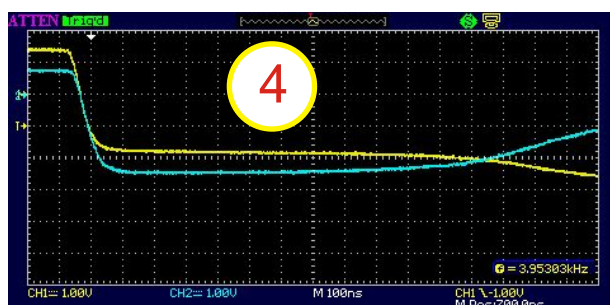


Начав с диода 1N4002, постоянное смещение генератора импульсов было установлено таким, чтобы вершина импульса находилась на уровне 0 В, на два деления ниже верха экрана, а спад импульса происходил до уровня

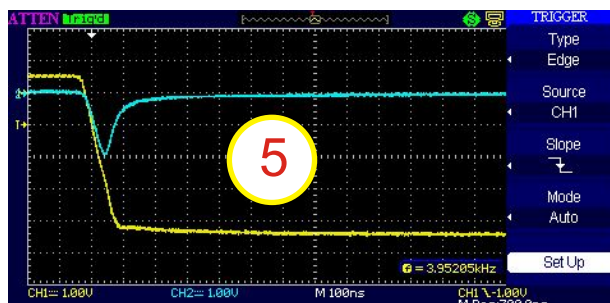
–5 В. Исследуемый диод не переходил в проводящее состояние, а очень незначительный отрицательный ток (синяя осциллограмма) обусловлен небольшой емкостью C_J .



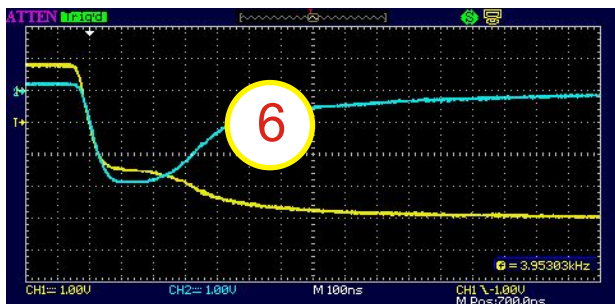
Для получения эталонных данных параллельно проверяемому диоду временно был подключен конденсатор емкостью 120 пФ, удаленный при выполнении последующих измерений. Ток на синей осциллограмме связанный, только с этой емкостью, следует отличать от обратного тока.



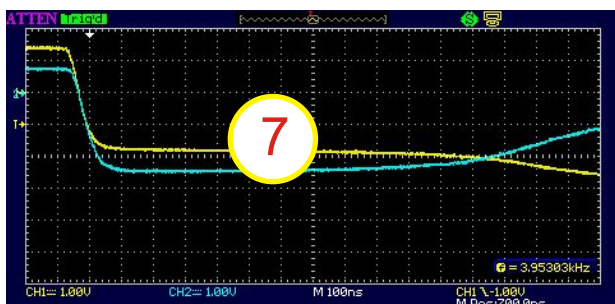
Установленное постоянное смещение генератора импульсов на 400 мВ превышало напряжение начала включения исследуемого диода. Высокий уровень сигнала в левой части желтой осциллограммы отображает прямое смещение 400 мВ. Большой скачок напряжения порождает незначительный обратный ток.



Постоянное прямое смещение, увеличенное на 100 мВ для лучшего открывания диода, стало равным 500 мВ. Обратный ток $2 \text{ В} / 50 \text{ Ом} = 40 \text{ мА}$ сохраняется в течение примерно 100 нс.



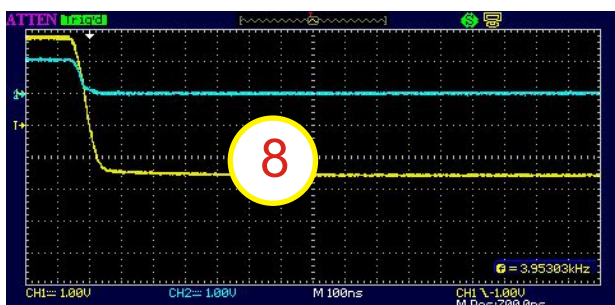
Прямое смещение увеличено еще на 100 мВ, и теперь равно 600 мВ. Обратный ток вырос до 60 мА, а время восстановления стало весьма значительным.



После очередного приращения на 100 мВ смещение достигло 700 мВ, а прямой ток – 16 мА. Хорошо видно, что чем сильнее открывается диод, тем больше время восстановления его обратного сопротивления. Как видно из осциллограммы выше, до начала закрывания проверяемый диод находится в состоянии проводимости в течение приблизительно 1200 нс при напряжении на переходе порядка 600 мВ.

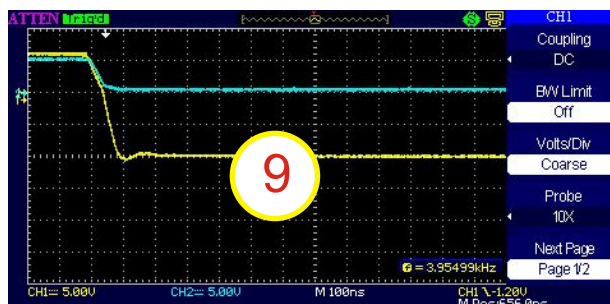
Это наглядно демонстрирует, насколько хорошо стандартный выпрямительный диод подходит для частоты 50 или 60 Гц, где постепенное плавное изменение обратного смещения происходит за время, намного превышающее T_{RR} . Но вы можете видеть, что в режиме резких переключений диод становится виртуальным коротким замыканием на значительную часть периода. Нехорошо.

Теперь давайте, сравним предыдущие результаты с диодом 1N4148.



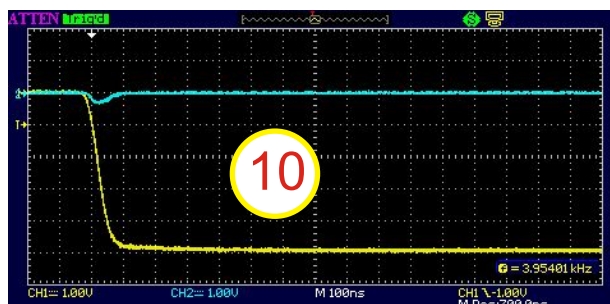
Для уверенного открывания диода 1N4148 постоянное смещение установлено равным

800 мВ; протекающий при этом прямой ток равен 20 мА. При такой скорости нарастания входного импульса время восстановления обратного сопротивления слишком мало для того, чтобы его можно было измерить с помощью осциллографа.

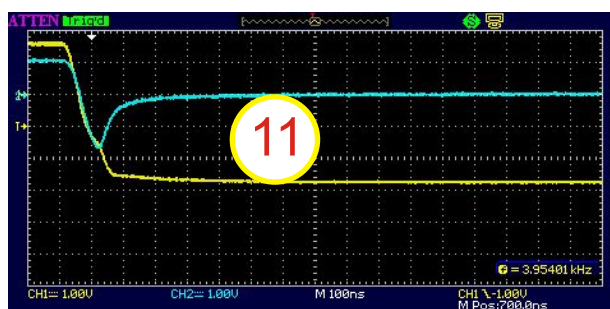


Постоянное смещение и амплитуда импульса установлены такими, чтобы через открытый 1N4148 протекал ток, предельный для используемого генератора. 50-омный согласующий резистор на входе испытываемого диода был на время удален, чтобы получить максимальный прямой ток 100 мА, однако даже при таких условиях обратный ток был настолько мал, что измерить его не представлялось возможным. Обратите внимание, что для этой осциллограммы масштаб по вертикали был временно изменен на 5 В/дел.

Далее переходим к MUR880.

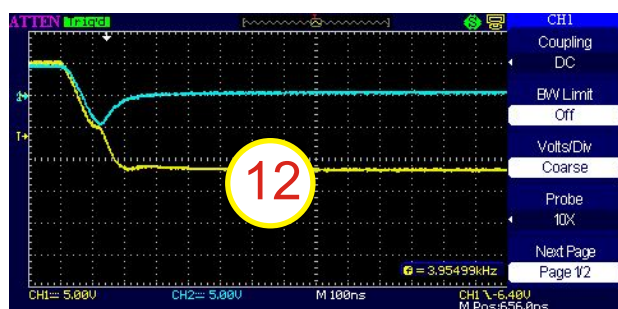


Диод MUR880 при прямом напряжении 0 В. Основываясь на измерениях, сделанных выше для конденсатора 120 пФ, емкость C_J можно оценить величиной порядка 100 пФ – лучше указанного в справочных данных значения 300 пФ.



MUR880 при прямом напряжении 600 мВ и прямом токе 20 мА. Время T_{RR} приблизительно-

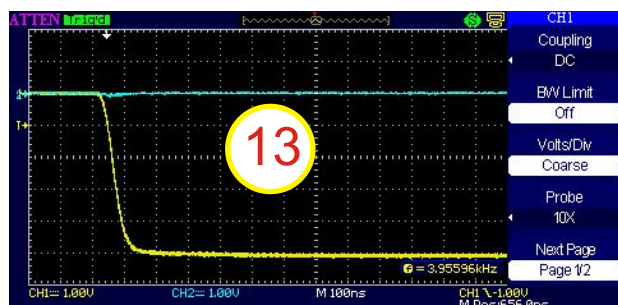
но равно 200 нс, как и указано в справочных данных.



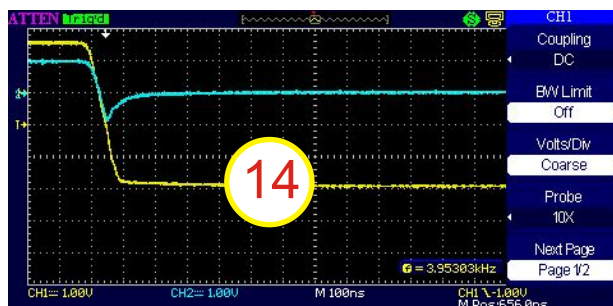
MUR880, как и в предыдущем испытании, питается максимально допустимым током генератора. Прямой и обратный токи одинаковы и равны 100 мА. Масштаб по вертикали временно был изменен на 5 В/дел. Как и ожидалось, время восстановления обратного сопротивления по-прежнему равно 200 нс.

Небольшое время TRR делает диод пригодным для использования в силовых переключающих схемах, но даже при этом одним из факторов, ограничивающих рабочую частоту, будет то, как быстро диод выходит из состояния проводимости. Обойти это ограничение можно заменой диодов синхронно управляемыми МОП-транзисторами.

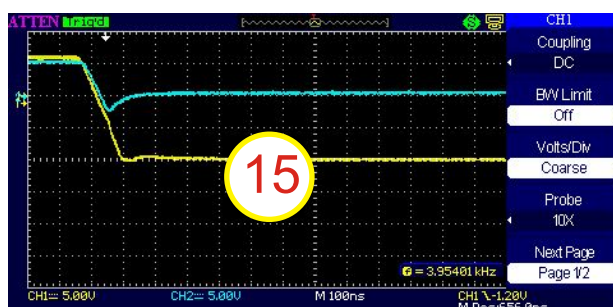
И, наконец, мы возьмем неизвестный диод.



Неизвестный диод при прямом напряжении 0 В. На время я увеличил чувствительность синего канала и заменил исследуемый диод небольшим конденсатором, чтобы определить, что при нулевом смещении емкость C_j приблизительно равна 25 пФ.



Неизвестный диод при большом открывающем напряжении 600 мВ и прямом токе 20 мА. Время восстановления обратного сопротивления равно примерно 100 нс.



Как и в предыдущем опыте, неизвестный диод испытывался при предельном выходном токе генератора. Прямой и обратный токи одинаковы и равны 100 мА. Масштаб по вертикали на время был увеличен до 5 В/дел. Время восстановления обратного сопротивления осталось равным 200 нс.

Опираясь на проведенные измерения, можно было заключить, что хорошим выбором для замены неизвестного диода с быстрым восстановлением могут быть UF4004 или UF4007. Я попросил Линду приобрести оба и предложить Лу первым испытать 1000-вольтный UF4007, чтобы, измерив падающее на нем обратное напряжение, определить, можно ли там использовать 400-вольтный UF4004, чья вольтамперная характеристика ближе к неизвестному диоду. **PL**

Материалы по теме

1. [Datasheet ON Semiconductor 1N4002](#)
2. [Datasheet Vishay 1N4148](#)
3. [Datasheet Vishay MUR880](#)
4. [Datasheet Vishay UF4004](#)

Путь компании Kenwood: первые полвека



Юрий Петропавловский

В 2016 году отмечают 70-летние юбилеи несколько основанных после Второй мировой войны японских электронных компаний. Среди них всемирно известные производители потребительской электроники, телекоммуникационной аппаратуры и профессионального видеооборудования: Casio, Ikegami, Kenwood и Sony. Компания Kenwood неоднократно меняла названия и торговые марки аппаратуры и только к своему 40-летию стала называться Kenwood Corporation. В статье рассмотрены основные вехи развития Kenwood на протяжении первых 50 лет ее деятельности в направлениях, представляющих интерес для читателей журнала (аудио и средства радиосвязи).

Торговая марка Kenwood, прежде всего, ассоциируется с продуктами двух категорий – различными радиостанциями и аудиотехникой. Коротковолновые и УКВ трансиверы Kenwood пользуются большой популярностью у радиолюбителей, а различные портативные радиостанции – у индивидуальных и корпоративных пользователей. Аудиоусилители, AV ресиверы, магнитофоны, проигрыватели оптических и виниловых дисков Kenwood пользуются уважением любителей качественного звука.

История Kenwood началась в декабре 1946 года, когда братья Касуга – Накаичи и Дзиро с родственниками зарегистрировали компанию Kasuga Electric Wireless Corporation (впоследствии Kasuga Radio Co. Ltd.) с целью организации производства радиоприемников. Для компании было арендовано помещение на окраине городка Комагано (префектура Нагано), в котором кроме самих основателей было занято двое наемных работников.

В разрушенной после Второй мировой войны Японии остро не хватало практически всего, в том числе радиоприемников, для производства которых кроме заводских компонентов требовалось большое количество катушек индуктивности. В 1947 году Kasuga Radio начала производство различных катушек индуктивностей под торговой маркой Trio (трое основателей носили фамилию Kasuga). Продажи продукции осуществлялись в основном в токийском торговом районе Акихабара, до сих пор являющейся одной из крупнейших площадок по торговле радиотоварами и бытовой электроникой, как новой, так и бывшей в употреблении (японский вариант московской «Горбушки»). Компания производила индуктивные компоненты высокого качества, и в 1949 году получила сертификат соответствия на ВЧ-трансформаторы от Японской радиовещательной корпорации NHK. На Рисунке 1 показано производственное помещение компании.



Рисунок 1.

В 1950 году компания сменила название на Kasuga Radio Industry Corporation. В это время она уже выпускала простые ламповые радиоприемники, собираемые вручную дюжиной девушек. Продажами упакованных приемников под маркой Trio занимался Дзиро Касуга (Jiro Kasuga).

Дополнительный толчок развитию компании дало снятие в 1952 году действующего со времен войны запрета на занятие коротковолновым радиолюбительством. Требования к радиолюбительским приемникам существенно жестче, чем к радиовещательным; при более высокой чувствительности они должны обладать лучшей избирательностью, высокой стабильностью частоты гетеродинов и иметь дополнительные режимы – прием телеграфных сигналов, регулировка полосы пропускания и др.

В 1953 году компания начала выпуск приемников для радиолюбителей, пользовавшихся хорошим спросом на рынке, а в 1954 году была организована исследовательская группа в Токио, целями которой были разработки радиолюбительской аппаратуры, аудио и измерительной техники. Первыми продуктами, разработанными группой, стали АМ радиоприемник высокого класса Trio HF-1, генератор ВЧ сигналов Trio SG-1 и радиолюбительский передатчик Trio TX-1. На Рисунке 2 показаны одни из первых измерительных приборов компании.



Рисунок 2.

Надо отметить, что интерес к работе в радиолюбительском эфире в Японии всегда был очень высок; число лицензированных радиолюбителей в стране самое большое в мире – около 1% от численности населения (1,296,059 на 1999 год). На втором месте США (более 700 тысяч), в России – 38 тысяч (1993, 0.026 %). В европейской части России

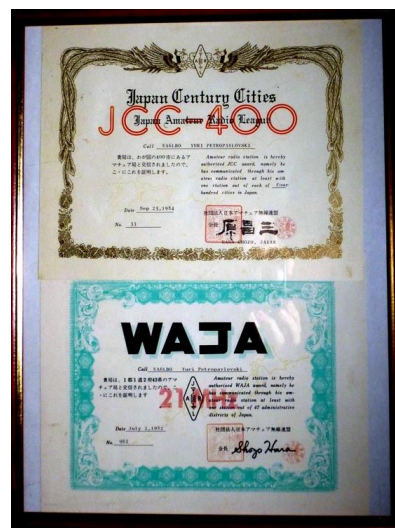


Рисунок 3.

особенно заметна «армия» японских коротковолновиков при наличии хорошего прохождения радиоволн в любительских диапазонах 15 метров (21-21.45 МГц) и 10 метров (28-29.7 МГц). На своей радиостанции автор провел не одну тысячу радиосвязей с японскими радиолюбителями. На Рисунке 3 дипломы автора: WAJA – за подтвержденные связи со всеми 47 префектурами Японии на диапазоне 15 метров и JCC 400 под номером 33 за работу с 400 различными городами Японии.

Открытие офиса Kasuga Radio в Токийском районе Ota-ku и старт массового производства аудио, связной и измерительной техники состоялись в 1955 году. Большим успехом компании стал выпуск в 1957 году первого в Японии УКВ-ЧМ тюнера Trio FM-100 Realistic (Рисунок 4), выполненного на лампах 6U8, 12AT7, 6AU6 (3 шт.), 6AL5. Аппарат пользовался большой популярностью и выпускался в значительных количествах (в том числе, на экспорт), о чем свидетельствует появление предложений о продаже тюнеров на японских аукционах по цене порядка 12000 йен.



Рисунок 4.

Перенос производства из префектуры Нагано на завод в Токио состоялся в 1958 году, а в 1960 название компании изменилось на Trio Electronics Inc. К началу 1960-х годов относится и основание американской «дочки» Trio – Kenwood USA американцем японского происхождения Уильямом (Биллом) Касуга (William Kasuga, 1915-2013 г.г.). Можно предположить, что Билл не только однофамилец основателей Kasuga Radio, но и имеет с ними родственные связи.

Билл Касуга родился в Сан-Франциско, однако в трехлетнем возрасте был отправлен родителями в Нагано. (Там же основана Kasuga Radio). В 16 летнем возрасте после смерти матери Билл вернулся в США, где изучил английский язык и окончил среднюю школу. В 1941 году Билл поступил в Университет Сан-Франциско на экономический факультет, однако после «Перл-Харбора» и вступления США во Вторую мировую войну он в 1942 году был помещен в японский лагерь для интернированных лиц в Аризоне. Свободное владение японским и английским языками позволило Биллу выйти из затруднительного положения – добровольцем он записался в армию США, в разведке которой прослужил до 1958 года в качестве переводчика. Продолжение службы в армии не имело будущего, и Билл решил заняться бизнесом, поскольку он раньше все же изучал экономику. Первый предпринимательский опыт Билл получил, работая в качестве менеджера торговой фирмы A & A Trading Corp., импортирующей японскую аудиотехнику и электронику для крупной торговой сети Radio Shack.

В 1961 году Билл Касуга совместно с Джорджем Аратани (George Aratani) и Йоши Накасе (Yoichi Nakase) основал компанию по эксклюзивной продаже продукции Trio Electronics в США (впоследствии Kenwood U.S.A. Corporation). Выбор названий компаний и торговых марок имели большое значение для продвижения японских товаров на рынок США. В качестве названия компании Билл Касуга предложил «благозвучное» для американцев сочетание распространенного в США и Японии мужского имени Кен со словом дерево (Wood). Это название, созвучное с Hollywood, длительное время использовалось в качестве торговой марки продуктов Trio в США и других странах в сочетании с японским оригиналом (Trio-Kenwood). Окончательный переход на Kenwood как корпоративный бренд состоялся только в 1981 году.



Рисунок 5.

На Рисунке 5 Билл Касуга с фотографией одного из ранних электрофонов Kenwood (фото 2003 г.).

Применять транзисторы в звуковой аппаратуре компания начала одной из первых, а с 1966 года вся выпускаемая аудиотехника была выполнена полностью на транзисторах. Первый в отрасли транзисторный стереофонический усилитель – Trio TW-30 был выпущен в 1962 году. Аппарат, внешний вид которого показан на Рисунке 6, имел большой спрос у покупателей в Японии и США.



Рисунок 6.

В выходных каскадах TW-30 использованы германиевые p-n-p транзисторы 2SB-26 в корпусах TO-3. Их эквивалентами по электрическим характеристикам являются отечественные П217, полные аналоги – AD149, 2N2137. В предварительных усилителях также использовались германиевые транзисторы фирмы Toshiba, p-n-p – 2SB-43, 2SB-202, 2SB-54, 2SB-56, 2SB-257, n-p-n – 2SD43 (всего 22 транзистора).

Питание усилителя обеспечивал силовой трансформатор на напряжения 100 В/117 В с переключением для работы в Японии или

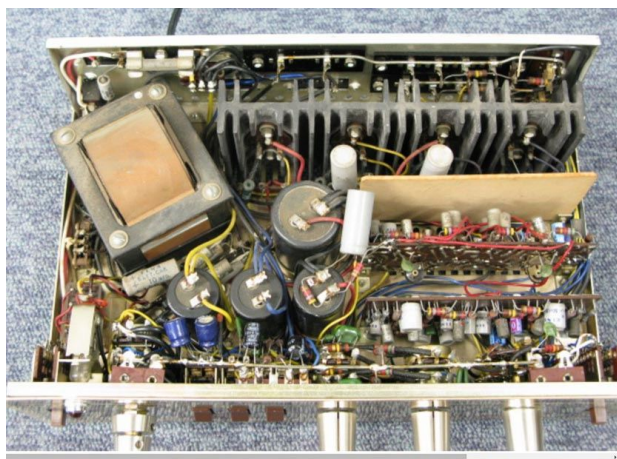


Рисунок 7.

США. Выпрямитель на двух кремниевых диодах 1S-100 фирмы Texas Instruments обеспечивал постоянное напряжение -40 В. Имелась возможность работы от аккумулятора с напряжением 12-18 В. Основные характеристики усилителя, заявленные производителем: $P_{ВЫХ} = 2 \quad 10$ Вт/16 Ом при КНИ менее 2% (на малых уровнях не более 0.5 %), регулировка тембра по НЧ и ВЧ на частотах 50 Гц и 10 кГц, встроенный RIAA-корректор. На Рисунке 7 показано внутреннее устройство усилителя; видны, в частности, конденсаторы фильтров по питанию 1000 мкФ 50 В и 1000 25 В, разделительные емкости 1000 25 В.



Рисунок 8.

Кремниевые транзисторы в УЗЧ компания применила (также впервые в отрасли) в моде-



Рисунок 9.

лях Trio TW-80 (1964 г.), TW-80A/D (1966 г.). Внешний вид TW-80A показан на Рисунке 8. В усилителях мощности этого аппарата использованы четыре кремниевых транзистора 2SD46 (Рисунок 9) фирмы Sony ($U_{КЭ} = 75$ В, $P_{РАСС} = 50$ Вт, $I_K = 5$ А, $f_T = 20$ МГц). Эти приборы применялись и во многих других аппаратах различных японских компаний, например, в популярном усилителе Sansui AU-777 (1967 г.).

Энтузиаст аудио и талантливый инженер Дзиро Касуга был недоволен подходом к выпуску звуковой аппаратуры в рамках материнской компании – многие его разработки так и не доходили до серийного производства. В 1972 году после переговоров с руководством Kenwood Дзиро Касуга основал компанию Kenonic Laboratory, Inc. с соответствующим брендом (впоследствии Accuphase Laboratories, Inc.) для разработки и производства звуковой аппаратуры высокой верности. На работу в новую фирму Дзиро Касуга взял ряд ведущих инженеров из компаний Marantz и Luxman, со стороны Kenwood было финансирование и обеспечение электронными компонентами (бренд Kenonic полностью принадлежал Kenwood).



Рисунок 10.

Первыми аппаратами команды разработчиков были предусилитель Kenonic C-200, оконечный УМ Kenonic P-300 и АМ/ЧМ тюнер Kenonic T-100. Аппараты были более высокого класса, чем обговаривалось с Kenwood, и хотя продавались они по очень высоким ценам, произвели «бум» на рынке звуковой аппаратуры. После чего руководство материнской компании пересмотрело отношение к разработкам Дзиро Касуга. Однако было уже поздно, он запатентовал схемные решения аппаратов и начал их выпускать под собственным брендом – Accuphase C-200 (Рисунок 10), Accuphase P-300 (Рисунок 11), Accuphase T-100 (Рисунок 12). За Kenwood остался только принад-



Рисунок 11.



Рисунок 12.

лежащий ей бренд Kenonic. Стоит отметить, что Дзиро Касуга и в домашней обстановке окружен высококачественной аудиотехникой, о чем свидетельствует Рисунок 13 (фото 1977 года). История и аппаратура Accuphase (сочетание слов Accurate – точность и Phase – фаза) требуют отдельного рассмотрения.



Рисунок 13.

В конце 1970-х – начале 1980-х годов компания создала отделения беспроводной связи, автомобильной аудиотехники и портативной электроники, а также первое зарубежное производство в Сингапуре (в настоящее время JVCKENWOOD Technologies Singapore Pte., Ltd). В 1986 году название компании изменено на Kenwood Corporation.

Ассортимент радиоэлектронной аппаратуры различных категорий, выпускавшейся корпорацией в 1970-1980 годы, как впрочем, и в последующий период, огромен. Многие удачные продукты компании становились «законодателями мод» в различных категориях аппаратуры (аудио, связь, автомобильная электроника). Например, в числе аппаратов, получивших особую популярность у коротковолнщиков, среди первых был трансивер Kenwood TS-520 (Рисунок 14), о чем вспоминает бывший дилер Kenwood в США – известный американский радиолюбитель Jim Pickett с позывным K5LAD [1].



Рисунок 14.

В TS-520 реализован целый ряд революционных для начала 1970-х годов решений, сделавших этот трансивер бестселлером у коротковолнщиков всего мира (кроме СССР и других стран социализма, где радиолюбители использовали в основном самодельную аппаратуру). Главным достоинством трансивера была его гибридная конструкция – большая часть электроники была выполнена на транзисторах, три лампы использовались в усилителе мощности передатчика. Это позволило резко снизить вес и габариты, что в сочетании с возможностью питания от 12 В постоянного тока обеспечило легкую транспортировку аппаратуры куда угодно. А, как известно, экспедиции на различные острова и в редкие страны весьма популярны у коротковолнщиков. Другой, впервые использованной особенностью трансивера, было применение компрессии в звуковом тракте передатчика при работе телефоном в режиме с одной боковой полосой (SSB). Компрессия сигнала микрофона дает значительный выигрыш в дальности связи (по аналогии с увеличением громкости при передаче рекламы в ТВ). Высокие технические характеристики

при приеме и передаче в сочетании с удобной эргономикой и высокой надежностью довершали «плюсы» до полного отсутствия у него сопоставимых конкурентов от других производителей.

В 1991 году компания разработала систему радиосвязи для гонок Формулы-1 и получила статус официального поставщика команды McLaren Honda (Рисунок 15), действующий до настоящего времени. Годом позже компания создала отделение автомобильных навигационных систем и впервые в отрасли выпустила автомобильную систему GPS навигации в конструктиве 1DIN.



Рисунок 15.

В заключение рассмотрим «космические» путешествия аппаратуры Kenwood на Орбитальном комплексе (ОК) «Мир». Следует отметить, что впервые радиолюбительская аппаратура попала на «Мир» в 1988 году при содействии журнала «Радио». Для работы в эфире с ОК «Мир» была выделена частота 145.550 МГц. Первая связь с землей состоялась 8 октября 1988 года, оператором на орбите был космонавт Муса Манаров (позывной U2MIR), на земле – оператор коллективной радиостанции «Комсомольской правды» (UK3KP) Леонид Лабутич (UA3CR).

Запущенная в 1986 году «при социализме» в СССР, станция «Мир» в 1991 году «успешно перелетела в капитализм» и стала российской на последующие 10 лет до ее падения в Тихий океан 23 марта 2001 года. В 1995 году в дополнение к уже работающей УКВ радиостанции на «Мир» был отправлен УКВ трансивер Kenwood TM-733. Аппарат, предоставленный российской компанией, проработал в непрерывном режиме весь срок службы в космосе и использовался не только в радиолюбительских целях, но и являлся резервным каналом связи, кото-

рый однажды спас космонавта в нештатной ситуации.

Для работы в пакетном режиме в 1996 году на «Мир» был отправлен еще один трансивер Kenwood TM-733 (Рисунок 16) с диапазонами 2 метра и 70 сантиметров. Аппарат, предоставленный радиоклубом SAFEX из Германии, проработал на станции в непрерывном режиме в составе оборудования пакетной связи со скоростью 1200 бод последние три года. Система использовалась для получения и отправления электронной почты, а также для голосовой связи космонавтов с землей в личных целях.



Рисунок 16.

Еще два трансивера TM-733 в 1997 году отправил на «Мир» радиоклуб MAREX-MG из США (ранее MAREX – Mir Amateur Radio Experiment; центр радиолюбительской связи РКК «Энергия» также использовал название MAREX-RU). Клуб MAREX-MG имел договоренность с РКК «Энергия» о возможности использования на орбитальном комплексе «Мир» малострочного любительского телевидения – SSTV. Для реализации этого проекта использовался трансивер Kenwood TM-



Рисунок 17.

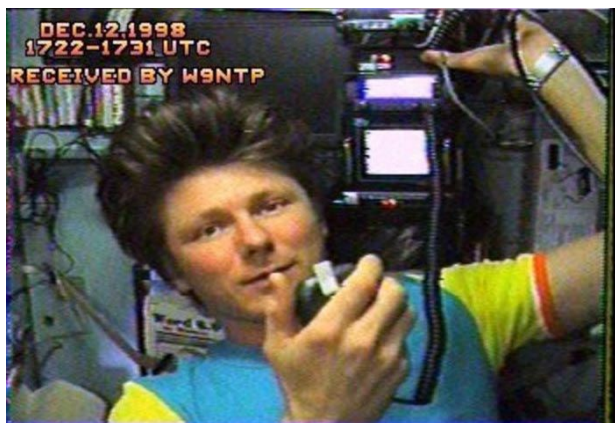


Рисунок 18.

V7A (Рисунок 17). В качестве примера на Рисунке 18 показан снимок космонавта Геннадия Падалка, принятый в США радиолюбителем с позывным W9NTP [3].

В общей сложности на ОК «Мир» жили и работали 104 космонавта и астронавта из 12 стран, из них 11 женщин. Первой женщиной из Великобритании в 1991 году стала Хелен Патрисия Шармен (Рисунок 19). Большинство космонавтов и астронавтов станции «Мир» пользовались радиосвязью, обеспечиваемой аппаратурой Kenwood.



Рисунок 19.

В год своего 50-летнего юбилея корпорация Kenwood в январе 1996 года ввела в строй один из крупнейших заводов в Малайзии. **РЛ**

Литература:

1. <http://www.hayseed.net/~jpk5lad/K5LAD%20Memories/Vols%2041-45/Memories--Vol43.htm>
2. <http://www.marexmg.org/marexmimirweb/fileshtml/kenwood.htm>

Сначала лучше, затем больше. Как создавалась Linear Technology

Часть 2

Окончание. Начало в номере 01-2016

Steve Taranovich

EDN

Корпоративная среда Linear

EDN: Другие компании завидуют вашей прибыльности. Множество финансовых журналов также высказывалось по этому поводу. Корпоративная среда, которую вы создали, кажется очевидным способом ведения успешного бизнеса; я даже не могу припомнить другой компании, которая занималась бы тем же, чем Linear на протяжении 30 с лишним лет.

Свансон: Знаете вы или нет, но в компании я технический легковес. Когда мы начинали, мы сказали, что хотим делать продукты и быть с ними первыми на рынке, и они должны быть лучшими из существующих решений. Не говорите мне, сколько стоит продукт, скажите мне, чем он хорош. Таким образом, мы быстро поняли, что формирование цены продукта на основе его функциональной значимости с одновременной проверкой его работоспособности – хороший подход. Многие начинают с себестоимости, умножают ее на два или три, и считают это хорошей моделью ведения бизнеса. Мы же всегда спрашиваем: «В чем его привлекательность для покупателя?» Если мы продаем что-то за \$4 для замены чего-то, за что покупатель сейчас платит \$5, почему бы нам всем не порадоваться? Какая вам разница, во сколько мне это обошлось – в \$0.50 или \$1? Я про-

сто предлагаю вам лучший продукт. Думаю, что возможно, это стало новым видом культуры. Добкин: И в то же время, существует обширная инфраструктура поддержки продукта. Если требовалась помощь, она предоставлялась немедленно, включая услуги инженера-проектировщика, который вылетал к нашим покупателям, чтобы помочь им.

EDN: Когда я был инженером-схемотехником в 1970-е и 1980-е годы, мне звонили из приемной, когда со мной хотел встретиться поставщик. Если бы это были парень или девушка, которые лишь хотели оставить литературу и исчезнуть, когда мне нужна была помощь, я бы только попросил их оставить свои материалы. Но если бы они были тем парнем или девушкой, которые остались бы рядом и помогли мне после покупки продукта, связали меня с нужными людьми на предприятии, которые могли бы решить мою проблему, тогда я встречался бы с ними, даже если бы они приезжали без предупреждения. Разработчики – занятые люди, которые стремятся скорее выдать продукт, поджимаемые очень сжатыми сроками графика.

Свансон: Да, это было очень важно для нас, но и сама продукция у нас, очевидно, отличная. Но у конкурентов тоже есть отличная продукция. В этом конкурентном

аналоговом мире мы очень преуспели в передаче своих запасов знаний потребителям. Случается, на общественных мероприятиях я встречаю крупных покупателей. Они всегда рассказывают мне, насколько они зависят от наших разработчиков и консультантов. Наши консультанты – великолепные специалисты технической поддержки. Я отвечаю покупателям, что это те технические эксперты, за которых вы платите. Посмотрите наши отчеты о прибылях и убытках, административно-хозяйственных расходах и затратах на исследования и разработки. Производственные затраты ниже этих сумм. Поэтому не вскрывайте нашу микросхему, чтобы узнать, насколько велик кристалл, или насколько велик корпус, или сколько у нее выводов. Смотрите на то, за что она вам нравится. Это то, за что вы платите. Уходя, они могут ворчать, но будут думать об этом.

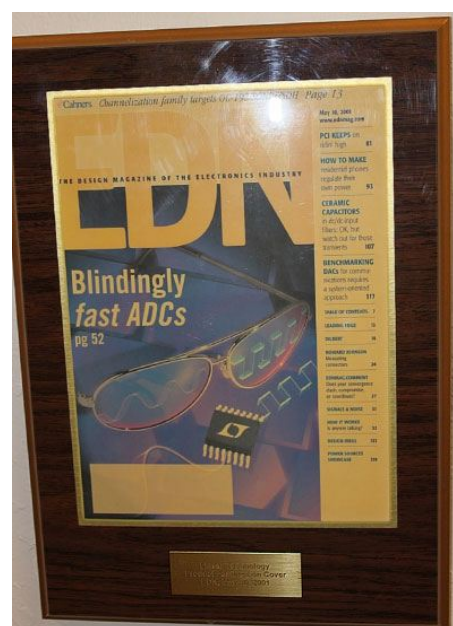
Добкин: В плане эффективности мы не можем создать продукт без хороших инженеров-испытателей и конструкторов. Это целый набор действий, который позволяет выдать продукт на руки покупателю и обеспечить его безупречную работу. С самого начала мы понимали, что нам понадобятся грамотные технические специалисты, хорошие конструкторы – все это. Кроме того, наша продукция служит долго. Поэтому неплохо иметь инженеров, также имеющих большой стаж работы – на случай если придется отвечать на вопрос о чем-то, случившемся 10 лет назад.

EDN: Что я вижу довольно четко – утечку достижений и технологии из этой страны. Мы практически больше ничего не производим, но технологии для нас имели большое значение.

Добкин: Мы производим свои собственные пластины. Чтобы быть хорошим поставщиком аналоговых продуктов, нам необходимо контролировать множество специальных технологических процессов, которыми не владеют фабрики. У нас появились процессы, которые мы специально разработали для аналоговых микросхем. 40 лет назад все делали аналоговые микросхемы по одной и той же биполярной технологии. Теперь все не так.

Свансон: Одной из нарастающих проблем стало то, что вы не можете позволить себе

потратить \$2 млрд. на создание новой фабрики для поддержки бизнеса в \$100 млн. Некоторые вещи подсказывает хорошее чутье бизнеса: «Чтобы сделать это, ты не можешь создавать фабрику полупроводниковых пластин». С другой стороны, у нас есть кусок бизнеса в \$100 млн., на котором мы можем зарабатывать, однако нам придется зависеть от чужой фабрики полупроводниковых пластин. Но правда в том, что сегодня 95% того, что мы делаем, основано на ноу-хау, спрятанных на нашей фабрике по производству пластин.



Высокоскоростные АЦП компании Linear Technology рекламировались на обложке EDN 10 мая 2001 г.

EDN: Итак, вы люди, которые варятся в этом много лет, и это много говорит о вашей компании и том уважении, которое она заслужила в отрасли.

Свансон: Когда думаешь об этом, мы должны гордиться тем, чего достигли. И во многом это было как «Ничего себе, мы это сказали, и мы это сделали». Мы ставим такие высокие цели. Кто-то скажет «Сейчас никто не ставит цели», но чуть позже они говорят: «Мы почти добились этого!»

Возможно, самая важная вещь – это культура, которую мы поддерживаем вместе с нашими ярчайшими инженерами, выбравшими себе это место работы. Они могли работать где угодно, у них были трудные и хорошие дни, и были времена, когда мы не хотели делать именно то, что хотели они,

но они реализовали большинство своих желаний. И, чувствуя вдохновляющее окружение, они остаются с нами, они внедряют технические новшества, делая то, чего не могут делать другие люди.

EDN: В меня вселяет бодрость наблюдение за вашей уникальной корпоративной культурой, когда я встречаюсь с вашими инженерами по маркетингу и разработчиками, действительно яркими личностями, и я вижу, что здесь на Linear они счастливы. Вы выслушиваете все их идеи и предоставляете им возможность воплощать их. Это почти похоже на семейную организацию с близкими отношениями между руководством и проектировщиками.

Свансон: Нам необходимо сохранить это. National выросла до цены в \$1 млрд., но они сказали «нам необходимо матричное управление...» и разрушили все, чего достигли. Уже тогда я подумал, что не в состоянии понять, почему что-то надо менять только из-за того, что мы стали стоить \$1 млрд. Некоторые из тех вещей, которые им непременно хотелось изменить, как раз и сделали нас компанией за \$1 млрд. С чего бы вы стали что-то менять? Но они как раз и поменяли.

Так что, я думаю, такая организация сохранится у нас еще долго. Надеюсь, когда я уйду, они изменят не очень много.

EDN: Посмотрим, как далеко вы ушли.

Добкин: При наших теперешних размерах мы сохранили ту же структуру, которую имели, когда наша компания была меньше. И мы росли вместе с ней. Я думаю, руководство компании видело, что такая структура работает. И нет причин ее изменять.

Свансон: Единственное изменение мы сделали несколько лет назад, когда поняли, что «Не может каждый обо всем докладывать Бобу (Добкину)». Мы разбили компанию на группы по направлениям продуктов: силовая электроника, обработка сигналов и т. д. Затем группа силовой электроники выросла настолько, что ее пришлось разделить на две, поскольку одна голова хорошо, а две лучше. Таким образом, мы разрезали бизнес на сферы, внутри которых можно сфокусироваться на решении реальных вопросов, ведь мы должны были обойти конкурентов.

Добкин: И мы хотели, чтобы наши покупатели всегда были довольны.

EDN: С таким подходом, вы не можете проиграть.

Свансон: Работая с хорошими людьми, вы даете им карт-бланш на полезную деятельность и убираетесь с их пути до тех пор, пока им не потребуется ваша помощь.

Добкин: Мы изначально были настроены на помощь клиенту. Даже если он не купит ваш продукт, он придет к вам в следующий раз. Сделайте что-то не так, и он никогда не вернется к вам снова.

Свансон: Представляю, как в ранние годы наши инженеры техподдержки заложили бы в чей-то проект микросхему TI за \$0.50. Я спросил бы: «Зачем вы это делаете? У нас есть микросхема за \$1». А инженеры сказали бы: «Боб (Добкин), ему не нужна наша микросхема за \$1. Мы предложили ему использовать три по-настоящему хороших линейных микросхемы, и ему нужен линейный регулятор, для чего отлично подойдет микросхема за \$0.50, но если мы попытаемся впарить ему ненужную микросхему, он вернется, чтобы сказать, все, что о нас думает. Так что, хоть и неохотно, но я уступил.

EDN: Это здорово, что такой тип культуры проникает во всех ваших сотрудников от вас.

Свансон: Эта культура, которой мне пришлось учиться. Раньше я говорил: «Эй, здесь мы в бизнесе, но мы можем вылететь из него, и наш успех не будет признан – что вы имеете в виду, закладывая этот компонент TI?» Они убеждали меня, что это самая подходящая микросхема, которая будет востребована еще очень долго, и мы не вылетим в трубу в следующем месяце!

EDN: Это касается прозрачности в отношениях с клиентом, с ним нужно быть честным, и конечно, вы должны еще и зарабатывать. А для этого нужно выстраивать с ним отношения.

Свансон: За эти годы я узнал, что предложение именно таких микросхем, которые нужны покупателю, а не впихивание того, что ему не нужно, в конечном счете, поднимает наш авторитет.

Проектирование ИС и разработка схем

EDN: При написании своей первой тематической статьи для EDN «Аналоговые технологии – назад в будущее» я брал интервью у многих людей. В распоряжении нового поколения инженеров в наши дни имеется великолепный инструментарий, включая имитационное моделирование, но что я вижу в своих поездках – это то, что инженеры теряют чувство и способность понимания того, что представляет собой транзистор, и что происходит внутри ИС. Поэтому многие из них просто шлепают ВЧ усилитель или преобразователь данных, не понимая до конца, как они работают. Моделирование прекрасно зарекомендовало себя в мире современной электроники, но я обнаружил, что многие схемотехники не знают реальных пределов возможностей этого инструмента. Что вы думаете об этом в плане проектирования ИС и разработки схем? Сначала, в качестве примера, давайте рассмотрим разработчиков микросхем.

Добкин: Для многих аналоговых функций моделирование годится лишь отчасти. Вы должны еще понимать, что делаете, когда создаете микросхему. Уровень моделирования сейчас намного лучше, чем раньше, но есть еще некоторые моменты, которые смоделировать невозможно, такие, например, как взаимодействие тепловых эффектов в мощных силовых устройствах. Вы должны знать, что собираетесь там делать. Когда вы проектируете по настоящему высокоскоростные схемы, вам необходимо понимать происходящее, понимать, что вы не просто моделируете транзисторные схемы, а моделируете комплекс, со всем, что есть вокруг этих схем, чтобы заставить его работать должным образом.

С точки зрения потребителя симулятора, многие из них имеют больше представления о моделировании ИС, чем о моделировании транзисторных схем. Конечно же, некоторые в курсе, но не настолько глубоко, как требуется для проектирования микросхем. Плюс, при конструировании микросхем вы используете множество как МОП-, так и биполярных транзисторов. При этом малосигнальные МОП-транзисторы в качестве дискретных устройств недоступны. А нам, как разработчикам,

необходимо знать транзисторы, поскольку это наш бизнес. Мы должны знать, как их моделировать, и на случай, когда модель не работает, у нас есть собственный SPICE, который используется наряду с покупными симуляторами. И мы также бесплатно обеспечиваем нашей LTspice своих покупателей, чтобы при создании своей системы они могли использовать наши модели. У нас, наверное, самый популярный в мире SPICE, который был загружен более полумиллиона раз.

Свансон: Стив затронул интересную тему. С первых дней я усвоил, что разработчики аналоговой техники должны понимать кремний, знать о нем больше, чем «цифровики». Когда мы говорим о разработчиках цифровых схем, мы усаживаем их за компьютер, и они могут немедленно приступить к проектированию продукта. Но только спустя годы я понял, насколько серьезно нам нужно было усовершенствовать свой инструментарий. Продукты становились настолько сложными, что инженеры говорили: «Я больше ничего не смогу сделать без этих инструментов». И я знал, что наши инструменты несовершенны, но вопрос был в другом: «По мере того, как мы получаем все более совершенные средства моделирования и все более хороший инструментарий, не утратят ли инженеры то чувство кремния, которое у них было 15 лет назад?»

Добкин: Нет (решительно заявил он) – не утратят. Микросхемы становятся все сложнее, и специалистам все еще необходимы знания о кремнии и его взаимодействии со стоящим рядом транзистором. Единственное, что мы сделали – упростили возможность получить правильный результат с первого раза. Но все еще остается то, что симуляторам не под силу. Таким образом, мы выполняем моделирование, делая это наилучшим из доступных нам способов, а затем производим остальную часть отладки на чипе, поскольку, если моделирование было безупречным, все должно заработать с первого раза. И это занимает очень небольшой процент времени.

Примечание редактора EDN: Во время интервью с этими двумя иконами индустрии я ощутил, насколько хорошо они понимают свое место в отрасли и в своей компании, демонстрируя такое эффективное

использование таланта своих сотрудников, какого лично я никогда не видел за все 42 года работы в сфере электроники. Они сильные, талантливые и мудрые лидеры, не лишённые некоторой деликатности и сочувствия по отношению к своим работникам, у которых многому могут научиться другие компании. Двумя японскими джентльменами, один из которых работает редактором *Nikkei Electronics*, написана по настоящему хорошая книга под названием «Компания, из которой никто не ухо-

дит», много рассказывающая о корпоративной культуре *Linear*. Эта книга даёт прекрасный взгляд изнутри на один из ключевых источников успеха этой компании на протяжении более 34 лет.

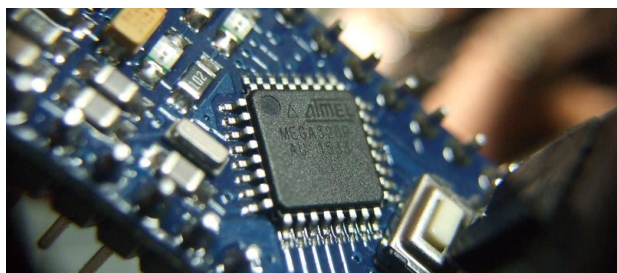
Я искренне желаю Бобу Свансону и Бобу Добкину ещё многих лет успеха. Я знаю, что когда-нибудь они захотят отойти от дел, но их влияние на корпоративную культуру *Linear Technology* останется и послужит гарантией успеха компании и в будущем. **РЛ**

До свидания, ATmega328! Здравствуй, ATmega328PB!

Elliot Williams

Hackaday

В микроконтроллере (МК) нам всегда не хватает встроенной периферии. Будь то аппаратные каналы ШИМ, АЦП или последовательные интерфейсы обмена данными – в конечном итоге нам всегда хочется иметь хотя бы еще один из них, хотя на самом деле многие из них нам не нужны. Видимо, услышав наши мольбы, на смену популярному 8-разрядному МК ATmega328 [1] Atmel выпустила ATmega328PB [2].



К настоящему времени официального пресс-релиза по ATmega328PB Atmel так и не выпустила, как и не получил массового распространения по дистрибьюторским сетям сам микроконтроллер. В начале 2015 года сообщалось о выходе приборов семейства megaAVR серии «PB» (ATmega168PB, ATmega88PB, ATmega48PB) и возможном релизе ATmega328PB, но если по первым уже имеются какие-то наработки и пользователи применяют их в своих устройствах и делятся впечатлениями, то ATmega328PB до сих пор остается загадкой.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что ATmega328PB не является полной заменой ATmega328/ATmega328P, а представляет собой новое устройство, однако по выполняемым функциям он обратно совместим с существующим ATmega328. Ранее разрабо-

танный для этих устройств программный код будет корректно работать и на новых приборах без изменения существующей конфигурации или включения новых функций, в то время как обратная совместимость кода не гарантируется. Несмотря на то, что серия выпускается только в 32-выводных корпусах TQFP/QFN/MLF, по расположению выводов с ATmega328 она не совместима, о чем более подробно будет сказано ниже.

В статье мы не будем останавливаться на технических характеристиках, а постараемся раскрыть пользователям основные функциональные отличия ATmega328PB от своего предшественника.

Общие сведения

В высокопроизводительном 8-разрядном AVR RISC микроконтроллере ATmega328PB реализована технология управления питанием *riCoPower*. Он имеет 32 КБ Flash-памяти с поддержкой чтения во время записи, 1 КБ EEPROM и 2 КБ ОЗУ. Пользователю доступны 27 линий ввода/вывода общего назначения, 32 регистра общего назначения, пять таймеров/счетчиков с расширенным функционалом и гибкими настройками, внутренние и внешние прерывания, 8-канальный 10-разрядный АЦП, программируемый сторожевой таймер с отдельным генератором, последовательные интерфейсы USART, TWI и SPI. МК сохраняет полную работоспособность в широком диапазоне напряжений питания от 1.8 В до 5.5 В. Оценить функциональный состав МК можно по блок-схеме на Рисунке 1.

Для поддержки разработчиков компания предлагает оценочный набор ATMEGA328PB-XMINI (серия Xplained Mini), который может

использоваться не только для знакомства с возможностями микроконтроллера, но также для разработки и отладки собственных приложений. Выполненная в Arduino-совместимом форм-факторе оценочная плата упростит интеграцию ATmega328PB в пользовательские устройства.

Дополнительные порты ввода/вывода

В ATmega328PB добавлен дополнительный 4-битный порт ввода/вывода PORTE [3:0] (Таблица 1). Две линии ввода/вывода PE2 (вывод 19) и PE3 (вывод 22) мультиплексированы с входами АЦП ADC6 и ADC7. Выводы 3 (GND в ATmega328) и 6 (VCC в ATmega328) заменены на линии ввода/вывода PE0 и PE1, соответственно, при

этом PE0 выполняет альтернативную функцию выходного канала аналогового компаратора ACO.

Таблица 1. Функциональные отличия портов ввода/вывода ATmega328PB

Выводы корпуса TQFP/MLF	ATmega328	ATmega328PB
3	GND	PE0/ACO
6	VCC	PE1
19	ADC6	ADC6/PE2
22	ADC7	ADC7/PE3

Емкостной сенсорный интерфейс QTouch

ATmega328PB стал первым 8-разрядным МК семейства AVR с интегрированным кон-

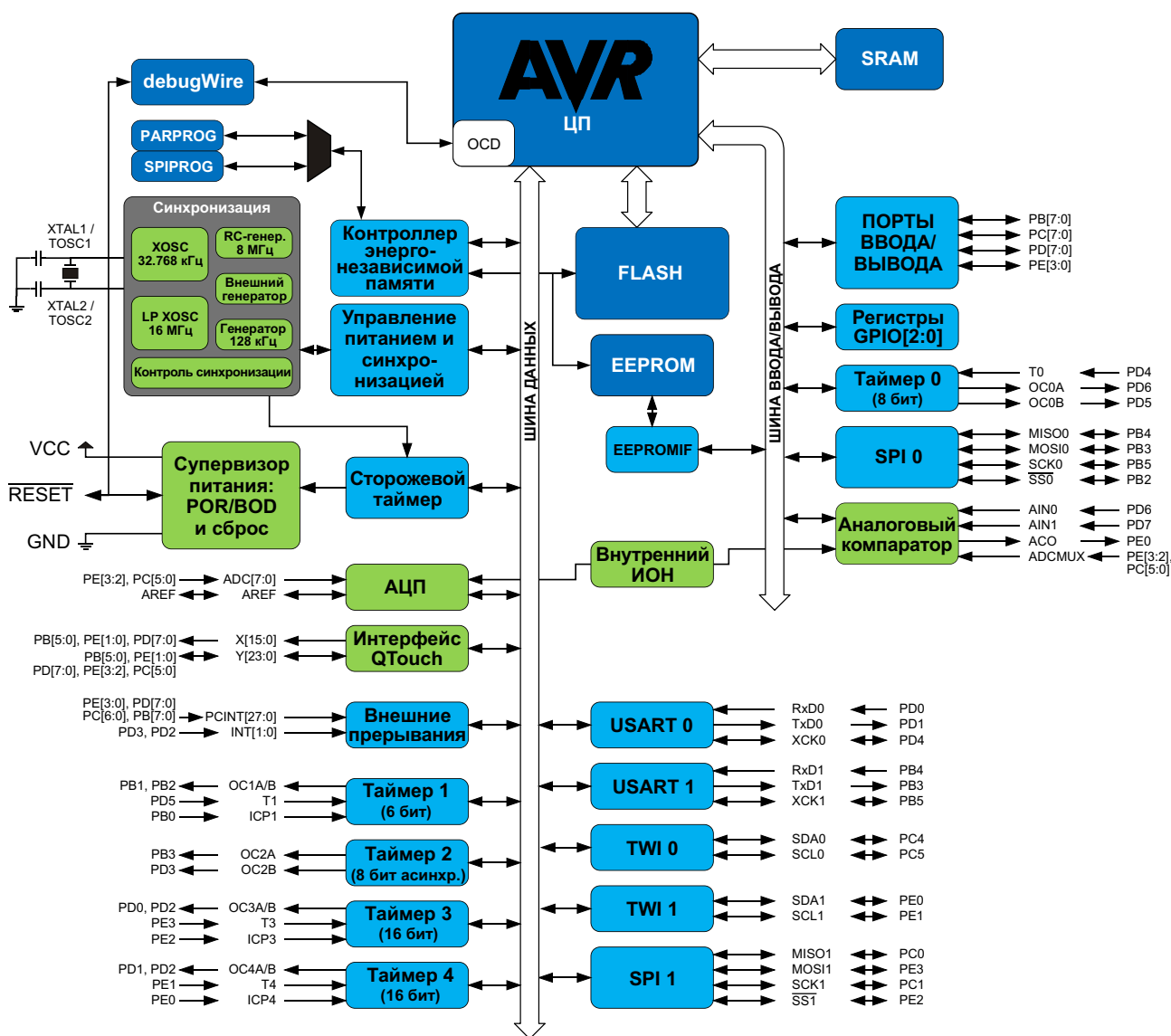


Рисунок 1. Блок-схема микроконтроллера ATmega328PB.

троллером сенсорного интерфейса QTouch (Peripheral Touch Controller, PTC), обрабатывающим сигналы емкостных сенсоров для определения касания. Как правило, внешние емкостные сенсоры формируются на печатной плате, а их электроды подключаются непосредственно к аналоговому интерфейсу PTC посредством мультиплексирования линий ввода/вывода в микроконтроллере. PTC поддерживает режимы работы как с определением собственной емкости сенсоров, так взаимной.

Первый режим обеспечивает возможность подключения к МК 24 сенсорных кнопок, второй – 144 кнопок. Отлично зарекомендовавшая себя технология QTouch и гибкость настроек контроллера позволяют использовать одновременно оба типа сенсоров, при этом для одного электрода требуется один вывод микроконтроллера. Аппаратная фильтрация, автоматическая калибровка и рекалибровка сенсоров, встроенные схемы компенсации паразитной емкости и регулировка чувствительности повышают надежность сенсорного интерфейса и исключают необходимость использования каких-либо внешних компонентов (Рисунок 2).

Разработка и отладка сенсорного интерфейса для приложений на МК ATmega328PB поддерживается программной средой QTouch Composer с библиотекой QTouch Library, в которой можно создавать различные комбинации сенсорных кнопок, слайдеров, колес и датчиков приближения.

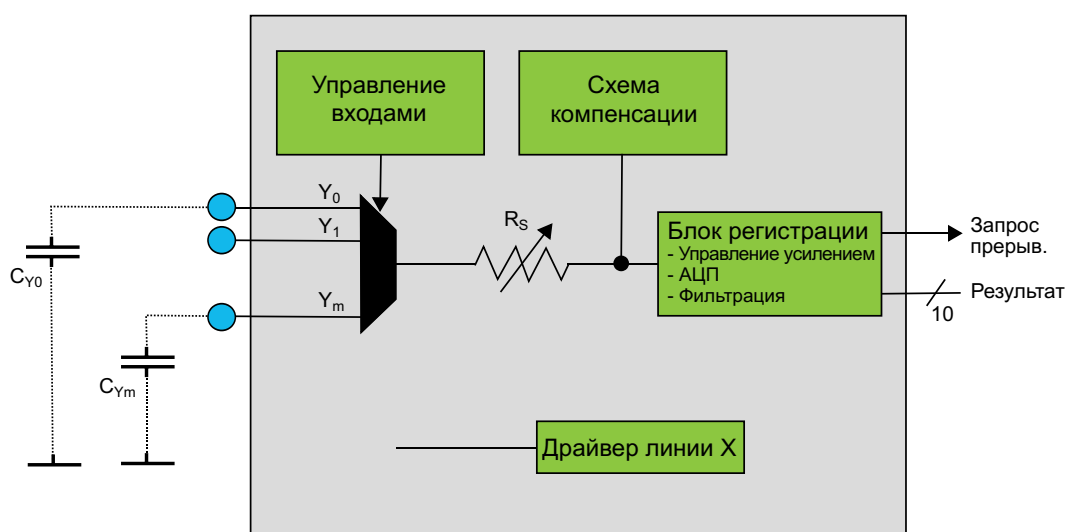
Механизм обнаружения сбоев синхронизации

Clock Failure Detection mechanism (CFD) – еще одно нововведение в ATmega328PB. Это схема цифровой логики с собственным генератором 128 кГц, предназначенная для отслеживания сбоев синхронизации (только для кварцевого резонатора и внешнего источника тактовой частоты) и автоматического переключения на встроенную схему RC-генератора 1 МГц.

Включение механизма контроля синхронизации выполняется автоматически на стадии программирования Fuse-битов выбора источника тактовой частоты (CKSEL) и активируется только при тактовой частоте выше 256 кГц. При переходе микроконтроллера в режим пониженного энергопотребления схема контроля тактовой частоты отключается, и включается автоматически при пробуждении МК.

Два дополнительных таймера/счетчика

В ATmega328PB интегрированы два дополнительных 16-разрядных таймера/счетчика с отдельными предделителями, блоками сравнения и входами захвата. Таким образом, теперь ATmega328PB имеет два 8-разрядных и три 16-разрядных таймера/счетчика с расширенным набором функций. С добавлением этих таймеров число



Примечание:
Для 328PB $R_S = 20 \dots 100$ кОм.

Рисунок 2. Блок-схема контроллера QTouch в режиме определения собственной емкости сенсоров.

доступных каналов аппаратной ШИМ выросло до 10 (на ATmega328 их всего 6).

ОСМ1С2 – модулятор выходов таймеров

Встроенный модулятор Output Compare Modulator (ОСМ) позволяет генерировать модулированные сигналы. Он использует выходы блоков сравнения (Output Compare Unit В) двух появившихся в ATmega328PB новых 16-разрядных таймеров/счетчиков Timer/Counter3 и Timer/Counter4, о которых было сказано выше. Когда работа модулятора разрешена, два выхода каналов сравнения образуют модулятор, где один канал служит источником несущей частоты, а другой – модулирующей, как это показано на Рисунке 3.

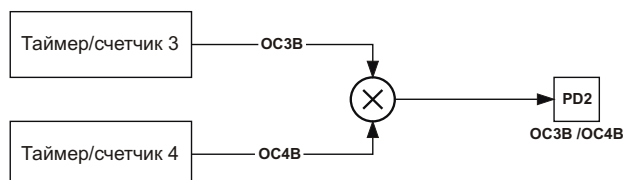


Рисунок 3. Блок-схема модулятора выходов таймеров.

Выходы блоков сравнения Output Compare 3В и Output Compare 4В совместно используют один вывод порта PD2. Имея более высокий приоритет, выходы блоков сравнения (ОС3В и ОС4В) переопределяют конфигурацию вывода PD2, заданную битом PORTD2. Когда ОС3В и ОС4В разрешены одновременно, автоматически разрешается работа модулятора.

Дополнительные последовательные интерфейсы обмена данными

Количество последовательных интерфейсов обмена данными увеличено в два раза. Теперь микроконтроллер имеет два USART, два SPI и два TWI, каждый с индивидуальными конфигурационными регистрами и отдельными сигнальными линиями.

Универсальный приемопередатчик содержит детектор начала блока данных, который имеет гибкие настройки и может использоваться для пробуждения МК при получении стартового бита. Детектор старт-бита имеет

собственный тактовый генератор 8 МГц, поддерживает работу как в асинхронном, так и в синхронном режиме, и может быть сконфигурирован для генерации сигнала прерывания немедленно после определения старт-бита.

Аналоговый компаратор

Выход аналогового компаратора АСО подключен к отдельному выводу микроконтроллера, мультиплексируемому с портом PE0.

Уникальный серийный номер

Узнать уникальный серийный номер ATmega328PB можно посредством чтения определенных регистров ввода/вывода. Он формируется конкатенацией 9 байт, содержащихся в этих регистрах. Регистры доступны только для чтения.

Заключение

Увеличенное количество коммуникационных интерфейсов, 10 каналов ШИМ, контроль тактовой частоты и, самое главное, поддержка сенсорного интерфейса QTouch значительно расширяют область применения микроконтроллера ATmega328PB. Это могут быть промышленные системы контроля и управления, драйверы светодиодных светильников, приборы учета, средства домашней автоматизации. Дополнительная информация доступна в техническом описании.

Микроконтроллер ATmega328PB поддерживается основными программными, аппаратными и системными отладочными инструментами, включая Atmel Studio 6 и Atmel Power Debugger. Кроме того, множество примеров, программных библиотек и вспомогательных инструментов доступно пользователям в Atmel Gallery. [РЛ](#)

Ссылки

1. AT15007: Differences between ATmega328/P and ATmega328PB
2. AT08401: Getting Started with Atmel ATmega328PB

Материалы по теме

1. [DatasheetAtmelATmega328](#)
2. [DatasheetAtmelATmega328PB](#)

Мультиплексирование сигналов клавиатуры и сегментных индикаторов. Традиционный подход

Aubrey Kagan

Embedded

Словарь Вебстера определяет слово «мультиплекс» как «много» или «несколько». Так уж получилось, что в контексте электроники это слово может иметь несколько значений. Несмотря на то, что все они сводятся к тому, чтобы сэкономить на количестве используемых соединений, все же между ними есть небольшие отличия. Это может означать комбинирование сообщений в одном канале связи для передачи и приема. Также это может означать такое конфигури-

рование нескольких непрерывных входных потоков данных (цифровых или аналоговых), чтобы в каждый промежуток времени был доступен только один. Кроме того, под этим термином может подразумеваться метод конфигурирования в матрицу сегментных индикаторов и переключателей, позволяющий сократить количество линий ввода/вывода, используемых в аппаратных средствах. Эта статья посвящена последнему варианту.

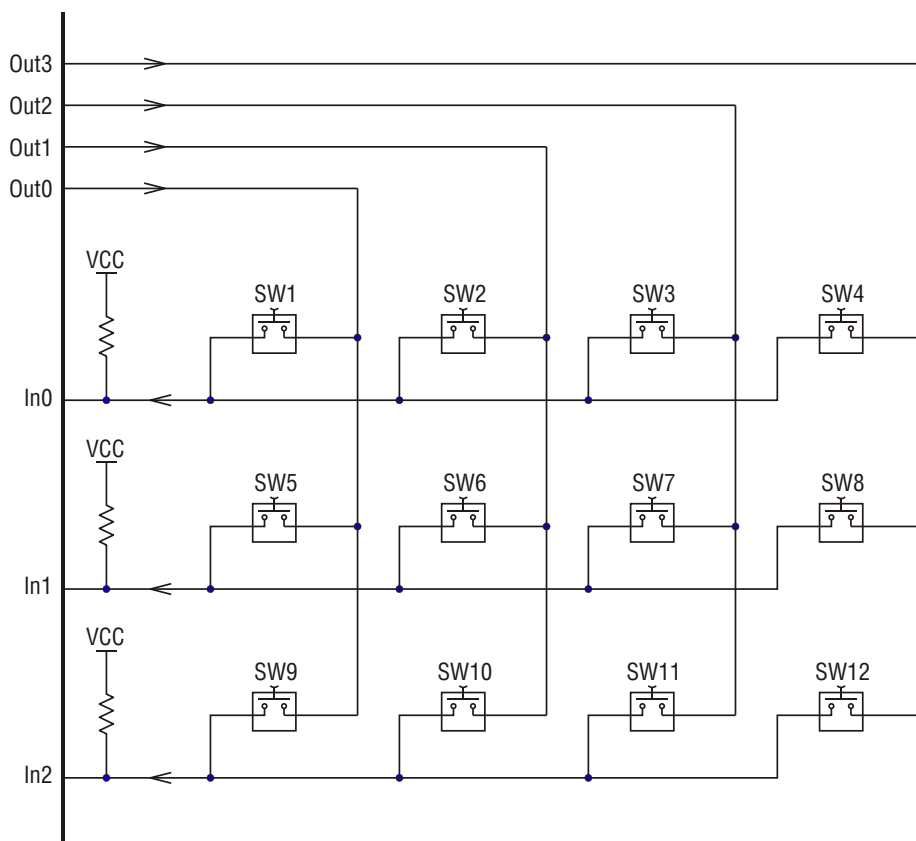


Рисунок 1. Матрица 3 × 4 для 12 переключателей.

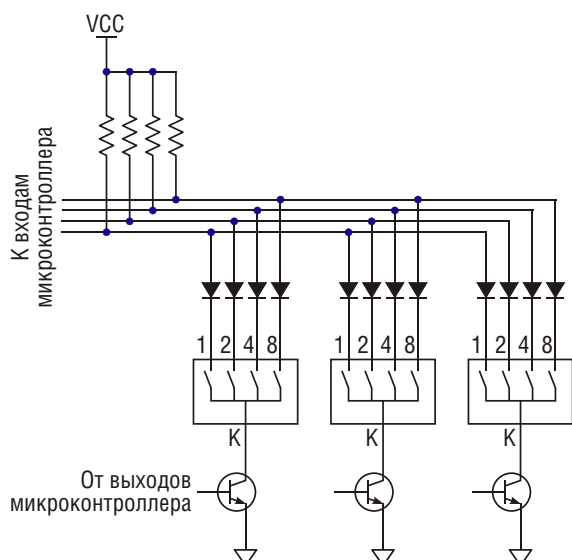


Рисунок 2. Микроконтроллер активирует каждый BCD-переключатель путем включения каждого транзистора. При замкнутом ключе соответствующий вход микроконтроллера подтягивается к низкому уровню, и микроконтроллер, в свою очередь, может считать положение каждого BCD (или шестнадцатеричного) переключателя.

Если у вас есть 12 переключателей, и вы хотели бы контролировать каждый из них по отдельности, вам потребовалось бы 12 линий ввода/вывода, работающих только на вход. Мультиплексирование позволит вам сократить это количество. Если вы сформируете из этих контактов матрицу 6×2 , вам понадобится только восемь ($6+2$) линий ввода/вывода, а если вы сделаете матрицу 3×4 (как показано на Рисунке 1), то сможете ограничиться семью линиями.

Сигналы на выходах Out0 ... Out3 изначально имеют высокий логический уровень. Сигнал низкого уровня перемещается последовательно через эти выходы, и на каждом шаге проверяются входы In0 ... In2. Если какой-либо из переключателей в определенном столбце матрицы замкнут, на соответствующем входе будет присутствовать логический ноль, и таким образом вы будете знать, какой переключатель нажат. Количество линий ввода/вывода контроллера можно уменьшить с помощью дешифраторов. Взяв дешифратор «2 в 4», вы можете получить четыре линии для управления матрицей переключателей. Данный метод прекрасно работает до тех пор, пока не будут нажаты одновременно две кнопки в одной строке. Тогда

напряжение низкого логического уровня пройдет обратно, создав сигнал ложного замыкания и, что более важно, нагрузив выходы с высоким логическим уровнем. Эта проблема решается включением диода последовательно с переключателем. Подобная методика применима к любым типам переключателей, в том числе и к тем, которые не имеют самовозврата. На Рисунке 2 вы можете видеть пример использования диодов вместе с дисковыми переключателями.

Существуют специализированные контроллеры, такие как древний 74C922, а также контроллеры клавиатуры типа TCA8418 или ADP5585, но поскольку IBM давным-давно начала это делать с помощью специализированного микроконтроллера, мне кажется, что большинство людей использует собственные микроконтроллеры или ПЛИС, тем более, что с ростом плотности упаковки значительно увеличилось количество линий ввода/вывода.

Управление дисплеями происходит во многом аналогично. Вы могли бы включать отдельные светодиоды или 7-сегментный светодиодный индикатор, но этим вы не ограничены. Существуют «звездообразные» 14-сегментные дисплеи (которые поддерживают буквенно-цифровой вывод), и необязательно они должны быть изготовлены на основе светодиодов: вакуумные флуоресцентные индикаторы являются одной из таких альтернатив. Зачастую, используя преимущество техники мультиплексирования, символы группируются в один модуль. Давайте обсудим пример с четырехсимвольным 7-сегментным индикатором; этот подход может быть экстраполирован в любом направлении. Посмотрите на Рисунок 3.

Здесь принцип работы заключается в поочередном включении необходимых сегментов каждого разряда. Благодаря инерции человеческого зрения изображение остается на сетчатке глаза еще некоторое время после исчезновения его источника. Если изображение обновляется достаточно часто, оно будет видимым постоянно. Минимальной достаточной частотой обновления считается 50 Гц, но при таком ее значении вы можете увидеть мерцание при наблюдении краем глаза, поэтому обычно я устанавливаю хотя бы 60 Гц. Воспринимаемая глазом яркость

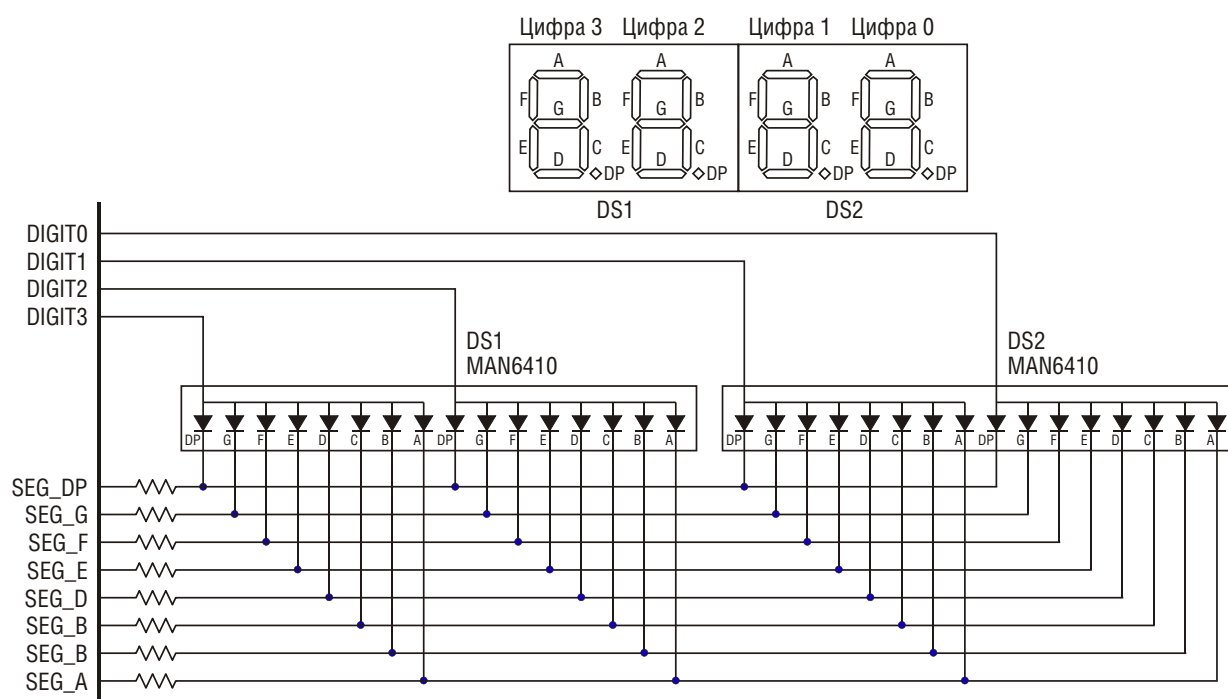


Рисунок 3. Два двухсимвольных 7-сегментных модуля с общим катодом соединены в четырехсимвольный мультиплексированный дисплей. Учтите, что для выходов DIGITx и входов SEG_X вам могут понадобиться драйверы, а в зависимости от драйверов, могут не потребоваться резисторы. Аналогичную схему можно сделать, используя индикаторы с общим анодом.

светодиода пропорциональна времени, в течение которого он включен. Поэтому, если цифра отображается четверть промежутка времени, то ток должен быть в четыре раза больше значения, необходимого для статического индикатора, при этом средний ток остается таким же. Тут возможна одна проблема. Если вы посмотрите документацию на индикатор (в нашем примере MAN6400), то увидите, что для конкретного времени включения существует пиковый ток, который вы не можете превысить, не повредив светодиоды (Рисунок 3). С четырьмя цифрами проблем, скорее всего, не возникнет, но при увеличении их количества потребляемый ток будет расти, и это может ограничить разрядность дисплея. И есть еще одно соображение, который необходимо принимать во внимание. Максимальный постоянный ток значительно меньше пикового тока (из документации — 30 мА), и если вы осуществляете сканирование с помощью микроконтроллера, и в процессе разработки программа оставляет одну цифру включенной, ток выше 30 мА сожжет индикатор. Вы были предупреждены! Все

сказанное предполагает, что микроконтроллер может отдавать и потреблять достаточный ток.

Чтобы уменьшить количество линий ввода/вывода и сократить время вычислений, существуют дешифраторы, преобразующие определенный BCD-код в сигналы для 7-сегментного (см. доисторическую микросхему SN7447), или даже 14-сегментного индикатора (например, MAX6995). Также имеется много драйверов индикаторов, таких как MAX7219, или же вышеупомянутый MAX6995, в который еще интегрирован контроллер клавиатуры. Но многие из нас экономят на оборудовании, и весь интерфейс создают на микроконтроллере. На данную тему есть руководства по применению, выпущенные, например, компаниями Microchip и Atmel. У Cypress даже имеется пользовательский модуль, реализующий драйверы 7-сегментных дисплеев для всех устройств семейства PSoC. Метод работы с точечноматричными дисплеями ничем не отличается, хотя вывести символ несколько сложнее, а столбцов, как правило, намного больше, из-за чего коэффициент заполнения уменьшается.

Так обстояло дело до середины 1990-х. Присоединяйтесь ко мне во второй части, где мы рассмотрим сокращение количества линий ввода/вывода с помощью чарлиплексирования. Разве не парадоксально, что только тогда, когда число линий ввода/вывода начало расти вслед за увеличением размеров корпусов, стали появляться методы, позволяющие сократить количество требуемых выводов? **РЛ**

Материалы по теме

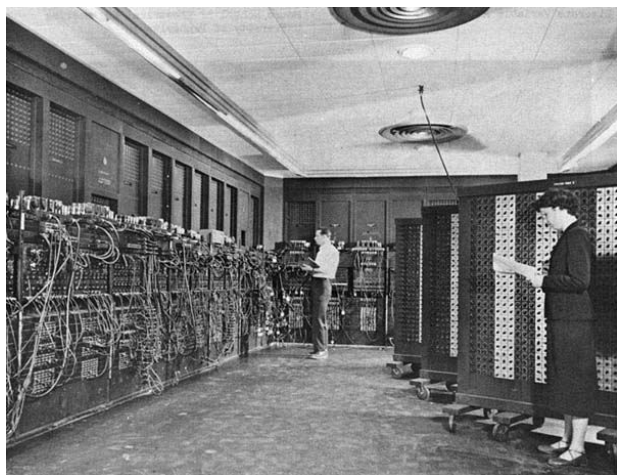
1. [Datasheet Analog Devices ADP5585](#)
2. [Datasheet Texas Instruments MM74C922](#)
3. [Datasheet Texas Instruments SN7447](#)
4. [Datasheet Texas Instruments TCA8418](#)
5. [Datasheet Maxim Integrated MAX6995](#)
6. [Datasheet Maxim Integrated MAX7219](#)
7. [Datasheet Fairchild MAN6400](#)

15 февраля 1946 года вышло официальное сообщение о создании ENIAC

Suzanne Deffree

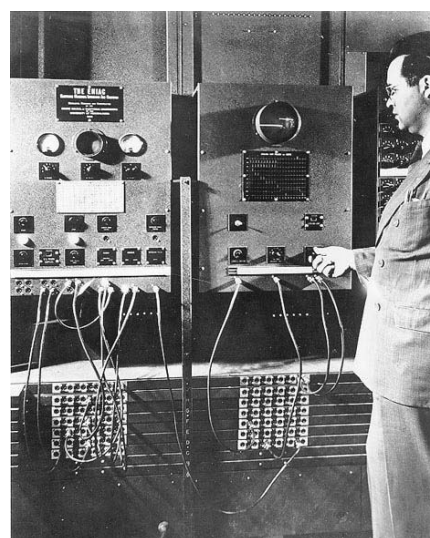
EDN

Официальное сообщение о создании первого электронного компьютера общего назначения ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer – Электронный числовой интегратор и вычислитель) было сделано 15 февраля 1946 года.

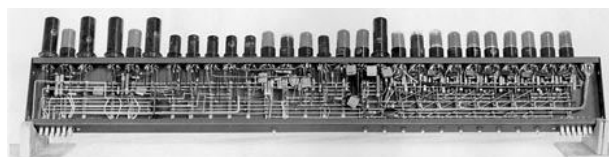


До первого анонса об ENIAC практически никто ничего не знал, хотя контракт на его постройку был подписан с армией США еще 5 июня 1943 года.

Созданный в Электротехнической школе Мура при Пенсильванском университете в рамках проекта под кодовым названием «Проект PX», тьюринг-полный цифровой компьютер мог перепрограммироваться для решения всего спектра вычислительных задач, и предназначался для расчета артил-



лерийских таблиц стрельбы в интересах армии США для использования во время Второй мировой войны. Однако на разработку компьютера потребовался почти год, и еще 18 месяцев ушло на его постройку, так что к тому времени, когда работа над ENIAC была завершена, Вторая мировая война закончилась.



Сменная декада аккумулятора компьютера ENIAC.

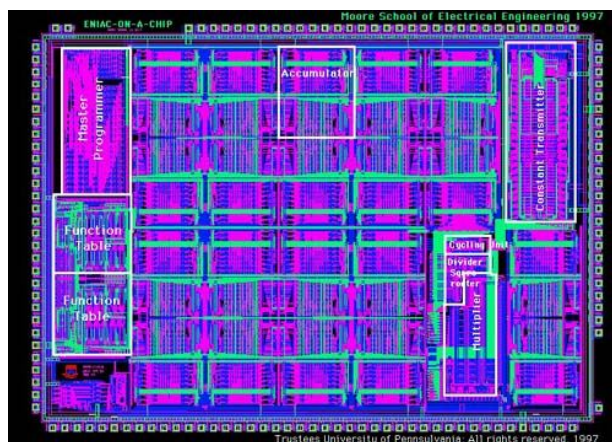
К тому времени интерес к ENIAC проявляли уже многие, так что его возможности не остались невостребованными. Об этом компьютере стало известно, например, математику Джону фон Нейману, работавшему в Лос-Аламосе над проектом водородной бомбы. И первой задачей, выполненной на ENIAC, были вычисления для водородной бомбы, а не артиллерийских таблиц, как предполагалось сначала.

Хронология создания ENIAC стала бы важным аргументом в правовом споре между Honeywell и Sperry Rand относительно компьютера Атанасова – Берри (Atanasoff – Berry Computer, ABC), прототип которого был построен в 1939 году. В результате этого спора патент на ENIAC в 1973 году был аннулирован.

В ноябре 1946 года ENIAC был остановлен для ремонта и установки дополнительной памяти. Затем в 1947 году компьютер переправили на Абердинский испытательный полигон в штате Мэриленд. 29 июля компьютер был включен вновь и непрерывно работал до 2 октября 1955 года.

Названный «гигантским мозгом», ENIAC занимал целую комнату. В середине 1990-х в

Электротехнической школе Мура при Пенсильванском университете был создан «ENIAC-на-кристалле» – один чип размером 7.44 × 5.29 мм, выполнявший все функции ENIAC.



ENIAC-на-кристалле.

Отдельные части ENIAC сейчас экспонируются в музеях по всему миру, включая Смитсоновский институт в Вашингтоне и Музей истории компьютеров в Маунтин-Вью, Калифорния. **РЛ**

Универсальный регулируемый прецизионный преобразователь несимметричного сигнала в дифференциальный

Darwin Tolentino и Sandro Herrera, Analog Devices

Analog Dialogue

Дифференциальная передача сигналов широко используются в устройствах, где требуется большое отношение сигнал-шум, высокая помехоустойчивость и низкое содержание второй гармоники – таких, например, как драйверы высокопроизводительных ЦАП и высококачественные схемы обработки аудио сигналов. В затрагивавшей эту тему предыдущей статье [1] предлагалась значительно улучшенная схема преобразования

несимметричного сигнала в дифференциальный с очень высоким входным импедансом, максимальным входным током смещения 2 нА, максимальным напряжением смещения 60 мВ и максимальным температурным дрейфом смещения 0.7 мВ/°C (Рисунок 1). Более высокие характеристики были получены за счет включения OP1177 в петлю обратной связи AD8476, имеющего дифференциальное усиление, равное единице.

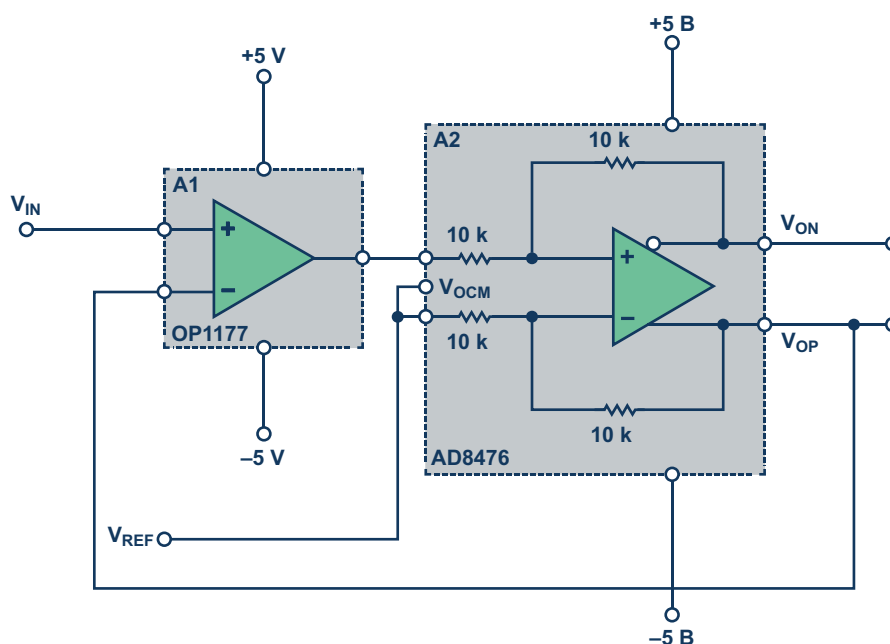


Рисунок 1. Улучшенный преобразователь несимметричного сигнала в дифференциальный.

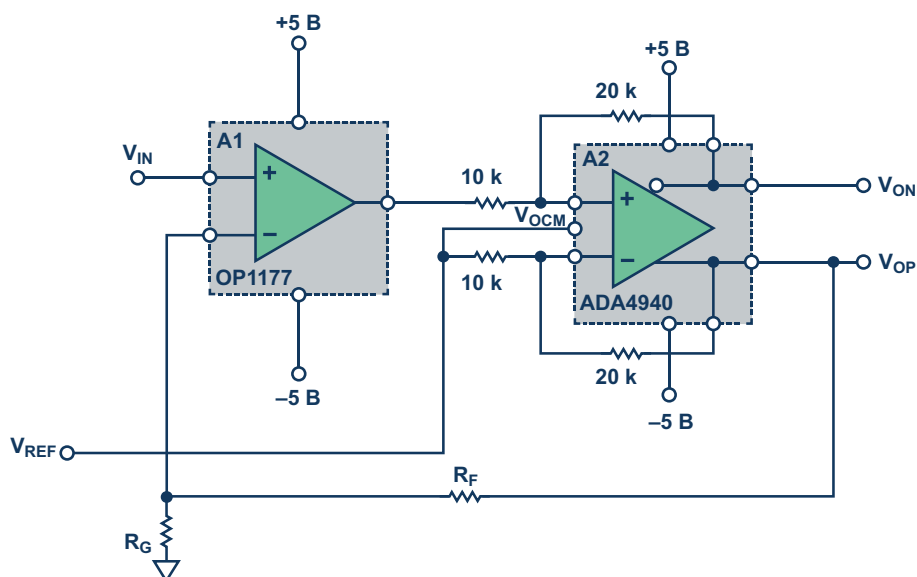


Рисунок 2. Преобразователь несимметричного сигнала в дифференциальный с расширенным динамическим диапазоном.

Однако во многих приложениях, таких как схемы обработки выходных сигналов датчиков – например, температуры или давления – желательно иметь более широкий динамический диапазон выходного сигнала. Дополнительная возможность подстройки синфазного режима делает схему очень удобной при ее подключении к многим АЦП, в которых полную шкалу измерений определяет опорное напряжение.

Поместив дифференциальный усилитель внутри петли обратной связи с усилением, превышающим единицу, можно расширить выходной динамический диапазон схемы (Рисунок 2). Выходное напряжение определяется следующим выражением:

$$V_{OUT, DIFF} = V_{OP} - V_{ON} = 2 \cdot V_{IN} \cdot \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) \cdot V_{REF}.$$

При отсутствии R_G общее усиление схемы равно двум. Выходное напряжение усилителя OP1177 (A1) равно:

$$V_{OUT, OP1177} = \frac{V_{OUT, DIFF}}{G_{DIFF, A2}} \cdot V_{REF}.$$

В формулах использовались следующие обозначения:

$V_{OUT, DIFF}$ – выходное дифференциальное напряжение схемы;

$V_{OUT, OP1177}$ – выходное дифференциальное напряжение усилителя OP1177;

$G_{DIFF, A2}$ – дифференциальный коэффициент усиления усилителя A2.

Обратите внимание, что к выходному напряжению OP1177 всегда добавляется V_{REF} , ограничивающее динамический диапазон усилителя. Для обеспечения максимального выходного динамического диапазона в большинстве приложений V_{REF} (синфазная компонента выходного сигнала) устанавливается на уровне середины напряжения источника питания. Если усиление дифференциального усилителя внутри петли обратной сделать больше единицы, как в случае усилителя ADA4940 на Рисунке 2 (усиление равно 2), выходное напряжение усилителя A1 уменьшится на величину дифференциального коэффициента усиления A2 и позволит избежать насыщения выходного каскада усилителя A1. Поскольку типовой размах выходного напряжения микросхемы OP1177 при питании ± 5 В составляет 4.1 В, диапазон дифференциального выходного напряжения схемы при напряжении V_{REF} , установленном равным нулю, будет иметь величину порядка ± 8 В. Если коэффициент усиления усилителя A2 сделать равным трем, это дополнительно улучшит выходной динамический диапазон и позволяет достичь максимального размаха выходного напряжения схемы. В качестве усилителя A2 здесь можно использовать и

другие микросхемы, например, ADA4950, коэффициент усиления которой можно сделать равным 1, 2, и 3.

Регулировка выходного синфазного напряжения

Схему можно изменить таким образом, чтобы синфазная составляющая выходного напряжения стала регулируемой и независимой от синфазной компоненты входного сигнала. Это добавляет схеме большую гибкость и удобство использования в приложениях с однополярным питанием, где вход привязан к земле и должен быть преобразован в дифференциальный сигнал с синфазной составляющей, смещенной для согласования с АЦП.

Для этого к входу можно добавить два резистора R_1 и R_2 , подключив R_2 к напряжению смещения $V_{\text{ОСМ}}$. При желании можно взять удвоенную версию входного усилителя A1 – OP2177, и использовать ее второй усилитель в качестве входного буфера с очень низким входным током смещения.

В схеме на Рисунке 1 входной сигнал смещен на величину $V_{\text{РЕФ}}$. Что касается схемы на Рисунке 3а, там входной сигнал привязан к земле и непосредственно преобразуется в дифференциальный выходной. Напряжение $V_{\text{ОСМ}}$ теперь может быть скорректировано таким образом, чтобы синфазно сдвинуть выходной сигнал, в то время как входной сиг-

нал останется привязанным к земле. Напряжение $V_{\text{ОСМ}}$ можно привязать либо к половине опорного напряжения, либо к середине шкалы преобразователя. Обычно $V_{\text{ОСМ}}$, наряду с входным напряжением $V_{\text{ИН}}$, выступает в качестве второго входа. Сопротивления резисторов должны быть выбраны таким образом, чтобы

$$\frac{R_1}{R_G} = \frac{R_2}{R_F}.$$

При наложении, когда $V_{\text{ИН}} = 0$, выходное напряжение будет смещено на тот же уровень, что и $V_{\text{ОСМ}}$. А поскольку величина $V_{\text{ОСМ}}$ задает выходное синфазное напряжение, дифференциальное напряжение остается равным нулю. Если $R_1 = R_G$ и $R_2 = R_F$, то выходные напряжения рассчитываются по следующим формулам:

$$V_{\text{ОП}} = \frac{R_F}{R_G} V_{\text{ИН}} + V_{\text{ОСМ}},$$

$$V_{\text{ОН}} = \frac{R_F}{R_G} V_{\text{ИН}} + V_{\text{ОСМ}},$$

$$V_{\text{OUT,DIFF}} = 2 \frac{R_F}{R_G} V_{\text{ИН}}.$$

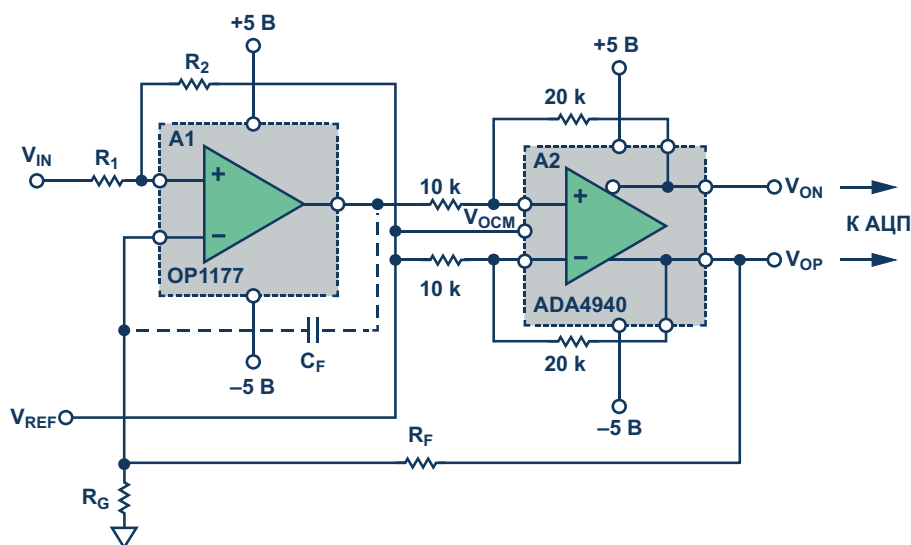


Рисунок 3а. Усовершенствованная схема преобразователя несимметричного сигнала в дифференциальный с регулируемым синфазным напряжением.

устойчивости, можно ограничить полосу пропускания конденсатором C_F , включив его так, как это показано на Рисунке 3а. Совместно с резистором R_F конденсатор образует интегрирующую цепочку внутри петли обратной связи, ограничивающую полосу пропускания всей схемы на уровне:

$$\frac{1}{2} \frac{1}{R_F C_F}.$$

Конденсатор и резистор обратной связи могут быть выбраны так, чтобы общая поло-

са пропускания ограничивалась приведенным выше выражением. **РЛ**

Ссылки

1. Herrera, Sandro and Moshe Gerstenhaber. ["Versatile, Low Power, Precision Single-Ended-to-Differential Converter."](#) Analog Dialogue, Volume 46, Number 4.

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices ADA4940](#)
2. [Datasheet Analog Devices ADA4950](#)
3. [Datasheet Analog Devices AD8476](#)
4. [Datasheet Analog Devices OP1177](#)

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование



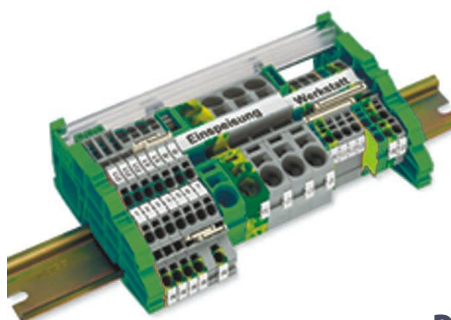
»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



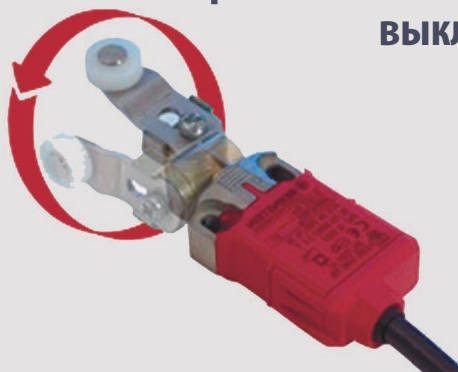
WAGO
INNOVATIVE CONNECTIONS

клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Простые схемы снижают уровень шумов стабилизаторов напряжения

Steve Hageman

EDN

В прежние времена в любом приборе или системе имелась плата источника питания с регулятором напряжения собственного изготовления. Затем все изменилось с появлением последовательных стабилизаторов напряжения, подобных LM7805. Конструкторам больше не требовалось тратить время на то, чтобы проектировать еще и блоки источников питания. Современные версии этих микросхем приобрели намного более совершенные цепи ограничения тока и тепловой защиты, что, в свою очередь, быстро повысило надежность всей электроники.

Эти почтенные старые регуляторы продолжали изменяться, приспособиваясь к нуждам разработчиков, что привело к появлению компонентов с низким падением напряжения, улучшенными переходными характеристиками, а теперь и с пониженными шумами.

При этом шумы конкретного компонента всегда оставались неизменными, и у LM7805, купленных сегодня, они будут точно такими же, как у LM7805, выпущенных в 1972 году. Однако требования наших систем к уровню

шумов существенно изменились: нам нужны более малошумящие источники питания. Это особенно важно для радиочастотных коммуникационных устройств, где необходимы генераторы с низкими фазовыми шумами, способные передавать и принимать сложные цифровые сигналы. В системах сбора данных обычными компонентами стали 24-битные АЦП, для реализации заявленных характеристик которых, естественно, требуются малошумящие вспомогательные схемы. Не должны быть забыты также и наши друзья-аудиофилы, которые всегда жалуются на «звуки шума» в своих системах.

Эти устройства прошли долгий путь развития, чтобы помочь нам проектировать системы, отвечающие современным требованиям в части миниатюрности, экономической эффективности и, что, возможно, самое главное для тех, кто платит нам зарплату – они помогают завершать наши проекты быстрее.

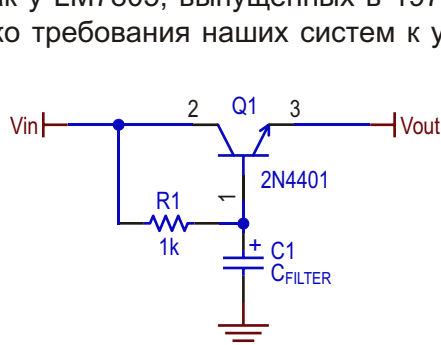


Рисунок 1. Работа умножителя емкости основана на изоляции конденсатора фильтра C1 от нагрузки непосредственно за счет большого коэффициента усиления тока транзистора, благодаря которому величина емкости кажется умноженной в раз.

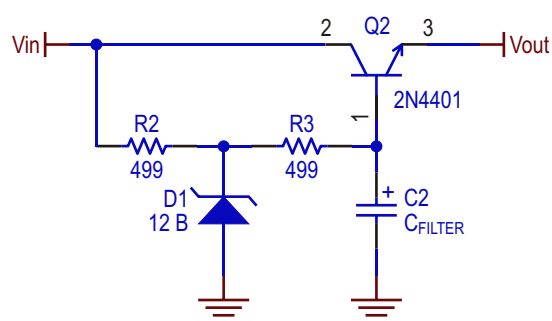


Рисунок 2. Разновидность схемы на Рисунке 1 со стабилитроном, добавленным для улучшения качества стабилизации. Стабилитроны и сами являются источниками заметного шума, но, тем не менее, эта схема хорошо уменьшает шумы как источника питания, так и собственно стабилитрона.

Дискретные схемы снижения шумов

В период между появлением первых регуляторов и выпуском их новейших малошумящих версий появилось несколько дискретных схем, разработанных для дальнейшего снижения уровня шумов источников питания. На Рисунках 1 и 2 показаны наиболее распространенные формы весьма популярных «умножителей емкости».

На Рисунке 3 изображена менее известная схема «активного регулятора». На протяжении многих лет был предложен и целый ряд других схем активных регуляторов, но в большинстве своем они были ориентированы на подавление пульсаций, а не на снижение уровня собственных шумов [2].

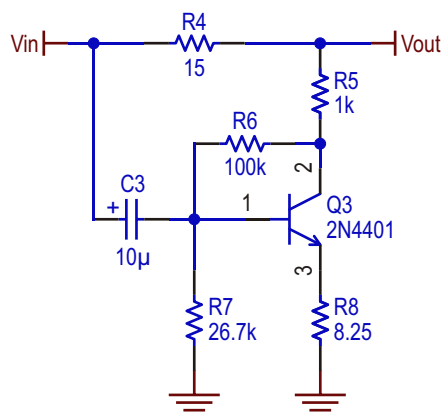


Рисунок 3. Описание схем активных регуляторов, хотя и не столь популярных, как умножители емкости, все же время от времени всплывают в технических публикациях. Впервые я увидел такую схему на сайте Чарльза Венцеля (Charles Wenzel) [1]. В типичном случае сопротивления резисторов R4, R5 и/или R8 необходимо подбирать, чтобы оптимизировать снижение коэффициента усиления шума для каждой конкретной схемы, в которой используется этот регулятор.

Как они работают

Принцип работы показанного на Рисунке 1 умножителя емкости заключается в изоляции конденсатора от влияния нагрузки за счет большого коэффициента усиления тока (или) транзистора, благодаря которому емкость конденсатора C1, независимо от ее величины, умножается в 100 раз. Слегка видоизмененная схема умножителя на

Рисунке 2, на первый взгляд, кажется странной, поскольку в ней использован шумный стабилитрон [3], однако на практике при правильном выборе R3 и C2 она все же может обеспечить выходное напряжение с низким уровнем шума.

В большинстве аудио приложений вы увидите эти схемы, реализованные с использованием алюминиевых электролитических конденсаторов емкостью 1000 мкФ и более. Поэтому в своих экспериментах я ориентировался на более высокие частоты и, решив использовать то, что могло бы быть на типичной маленькой печатной плате, в качестве C1 выбрал танталовые конденсаторы емкостью 10 или 100 мкФ на напряжение 25 В [4]. Во всех испытаниях не использовалось никаких экзотических или дорогостоящих компонентов.

Работа регулятора на Рисунке 3 основана на восприятии любого шума транзистором Q3, который усиливает и инвертирует его, а затем вычитает путем добавления равного, но противоположного по знаку тока в резистор R4. В теории такая схема подавляет шум идеально, однако в реальности удастся получить результат, лишь немного превышающий 40 дБ.

Активный регулятор имеет также ограничение по полосе, поскольку его транзистор работает в усилительном режиме с конечным значением произведения коэффициента усиления на ширину полосы пропускания, что снижает эффективность схемы на более высоких частотах. На практике я обнаружил, что несложно получить полосу 1 МГц, которая достаточно эффективно обеспечивается блокировкой с помощью стандартного конденсатора.

Заметим, что если умножитель емкости обычно одинаково хорошо работает в любой схеме, то показанный на Рисунке 3 активный регулятор приходится модифицировать под каждое конкретное приложение.

Для оптимального подавления шума необходимо подобрать коэффициент усиления транзисторного каскада, что проще всего сделать, временно заменив R8 10- или 20-омным потенциометром. Вращая потенциометр, устанавливают коэффициент усиления, при котором выходной шум минимален, а затем заменяют потенциометр постоянным резистором.

Источник сильных шумов для тестирования схем

Для проверки способности подавления шумов различными схемами я использовал микросхему LM317, как типичный компонент, который может использоваться в реальной системе. LM317 имеет дурную репутацию, являясь регулятором не столько напряжения, сколько шума. Однако, как мы увидим позже, такая репутация не вполне заслужена.

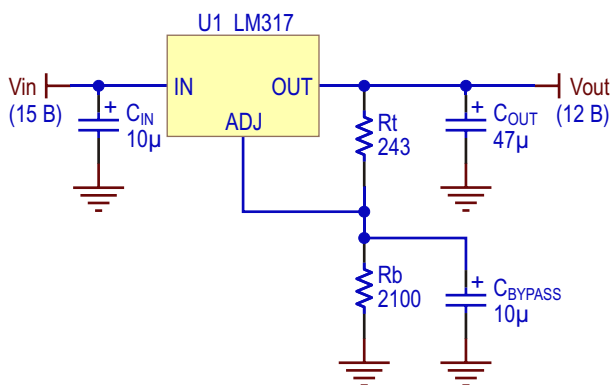


Рисунок 4. В качестве источника шума для проверки влияния различных решений на снижение уровня шумов был использован 12-вольтовый регулятор напряжения на основе микросхемы LM317.

LM317 может служить отличным источником шума для проверки схем регуляторов, поскольку его шумовая характеристика имеет довольно плоский характер в полосе частот от 120 Гц до 50 кГц. Благодаря достаточно слабой зависимости шума от нагрузки прибор хорошо подходит для испытания схем. Тестовая схема с номиналами использованных компонентов показана на Рисунке 4.

Рисунок 5 демонстрирует результаты испытаний LM317 с различными значениями емкости блокировочного конденсатора C_{BYPASS} . И, наконец, на Рисунке 6 представлена измеренная зависимость плотности шумов LM317 от частоты при различных токах нагрузки.

Для своих шумовых тестов емкость конденсатора C_{BYPASS} я сделал равной нулю, чтобы до максимума увеличить входные шумы и максимально расширить динамический диапазон измерений.

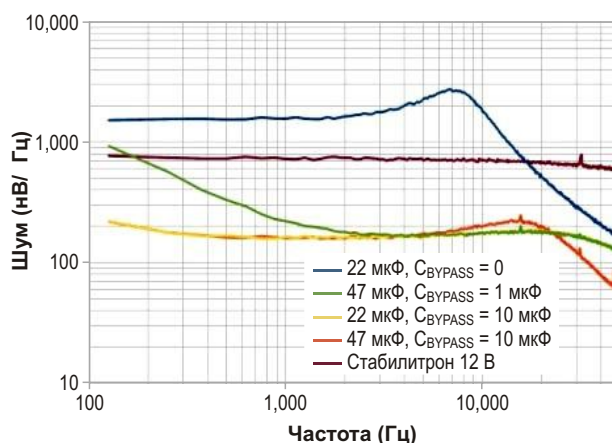


Рисунок 5. Регулятор LM317 проверялся с различными комбинациями конденсаторов C_{OUT} и C_{BYPASS} (см. Рисунок 4). Для сравнения была также снята характеристика 12-вольтового стабилитрона при токе 1 мА. Иногда в публикациях микросхему LM317 называют непригодной для использования в малошумящих регуляторах, но при соответствующей блокировке ее шумы в 4 раза ниже, чем у стабилитрона, используемого во многих опубликованных схемах малошумящих конструкций (особенно, аудио).

Проверка уровня подавления шумов регуляторов

Поскольку многие из этих схем в конечном итоге используются как регуляторы напряжения для очистки шин питания таких устройств, как ГУН и различные радиочастотные и аудио предусилители, я использовал стандартное значение нагрузки 600 Ом, что в устройстве с номинальным напряжением 12 В дает ток 20 мА, который можно считать типичной нагрузкой для подобных схем.

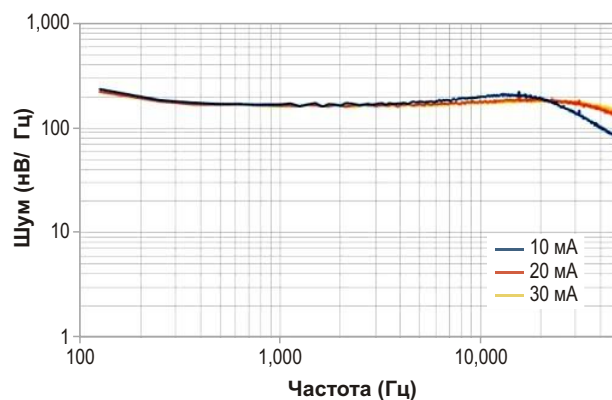


Рисунок 6. Чтобы убедиться в том, что характер и уровень шумов не зависят от выходного тока, эти характеристики LM317 измерялись при различных величинах нагрузки.

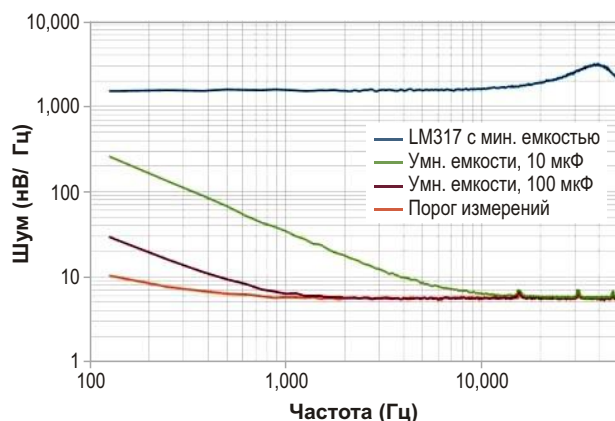


Рисунок 7. Очевидно существенное снижение шумов после испытаний схемы на Рисунке 1 с нагрузкой 20 мА и различными комбинациями конденсаторов. В качестве источника входного шума использовалась микросхема LM317 с минимальной емкостью (синяя кривая). Оранжевым цветом также показан шумовой порог измерительной системы. Умножитель емкости на Рисунке 1 проверялся с величинами емкостей 10 и 100 мкФ (зеленая и бордовая кривые, соответственно).

На Рисунке 7 приведены результаты сравнения характеристик умножителя емкости (Рисунок 1) и используемой в качестве источника шума микросхемы LM317. Как видим, умножитель емкости хорошо выполняет свою функцию, значительно снижая шум регулятора LM317.

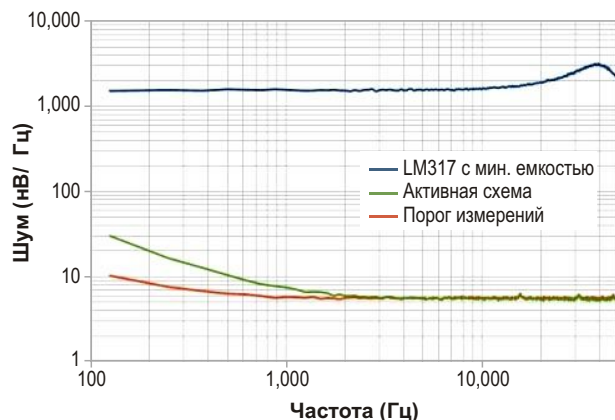


Рисунок 8. Испытания оптимизированного активного регулятора на Рисунке 3 (зеленая кривая) также показывают значительное снижение входного шума LM317 (синяя кривая). Шумовой порог измерительной системы представлен оранжевой кривой.

На Рисунке 8 представлены результаты аналогичного теста, проведенного со схемой активного регулятора, изображенного на Рисунке 3.

Сборная солянка

На Рисунке 9 сравниваются различные регуляторы и возможные схемы дискретных фильтров.

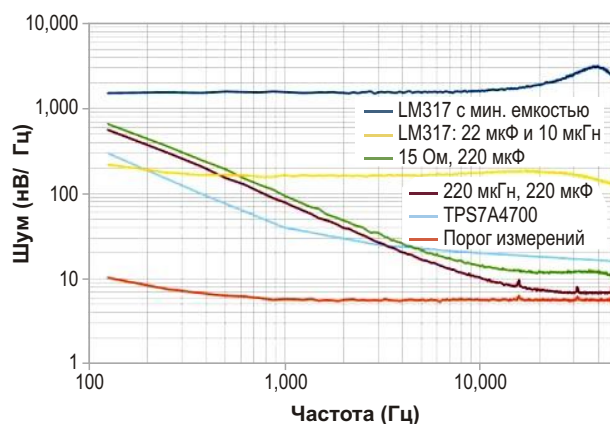


Рисунок 9. Сборная солянка из характеристик LM317, ультра малошумящего регулятора TPS7A4700 компании TI и нескольких пассивных фильтров, сделанных из комбинаций LC 220 мкГн/220 мкФ и RC 15 Ом/220 мкФ.

Показаны характеристики LM317 с минимальной емкостью блокировочного конденсатора в сравнении с характеристиками при рекомендованном значении емкости. Добавление одного небольшого танталового конденсатора 10 мкФ между выводами ADJ и землей уменьшает шум LM317 примерно в 10 раз!

Для сравнения показана также шумовая характеристика ультра малошумящего регулятора TPS7A4700 компании Texas Instruments. (Измерения с этой микросхемой не производились, данные взяты из справочной документации). Как можно видеть, на частоте 10 кГц шум этого сверхсовременного регулятора почти в 10 раз ниже, чем у LM317 с рекомендованными значениями емкостей, и почти в 100 раз ниже, чем у LM317 без блокировочного конденсатора.

Кроме того, для сравнения было собрано и испытано несколько небольших пассивных схем. Емкость конденсатора была выбрана равной 220 мкФ, чтобы его физические размеры были такими же, как у схемы активного регулятора на Рисунке 3, а миниатюрная индуктивность 220 мкГн выбиралась таким образом, чтобы ее последовательное сопротивление составляло порядка 15 Ом. Затем проверялась также комбинация резистора 15 Ом и конденсатора 220 мкФ.

Эти пассивные схемы действительно уменьшают шум на более высоких частотах, однако частота излома у них несколько больше, чем у любой из транзисторных схем. Мы видим, что в комбинации с LM317 эти решения могут служить отправной точкой для приближения к характеристикам TPS7A4700, что вполне неплохо для такой старой микросхемы, как LM317 (разработанной приблизительно в 1970 году [5]).

Хотя шумы новых ультра малошумящих регуляторов могут быть в 10, и даже в 100 раз меньше, чем у их широко используемых старинных прототипов, эти транзисторные схемы фильтрации все же могут улучшить шумовые характеристики даже самых шумных из доступных сегодня регуляторов.

Стабилизация напряжения нагрузки

В связи с тем, что большинство схем предусилителей и ГУН, в которых используются такие способы снижения шумов, как правило, работает в режиме класса А, ток, потребляемый ими от источника питания, обычно постоянен. Тогда характеристики динамического отклика схемы не столь важны, как падение напряжения на ней. Это падение может создать проблемы, если вы захотите воспользоваться подобными схемами в следующих проектах и обнаружите, что напряжения для питания ваших устройств недостаточно.

Нетрудно заметить, что в схемах емкостных умножителей на Рисунках 1 и 2 на пути прохождения питания находится переход база-эмиттер транзистора, на котором падает 0.6 В, даже при небольших токах нагрузки (см. Рисунок 10).

У активного регулятора на Рисунке 3 такого смещения напряжения нет, и он просто добавляет сопротивление 15 Ом в цепь прохождения тока нагрузки, которое, в зависимости от приложения, можно увеличить или уменьшить.

Преимущества умножителя емкости по сравнению с активным регулятором является меньшая сложность, меньшее количество деталей и, как правило, меньшая площадь, занимаемая на печатной плате.

Выходное сопротивление (или наклон линии на Рисунке 10), измерявшееся для каждой схемы по отношению V/I на отрезке от 5 до 20 мА, показывает, что выходное сопротивление умножителя емкости равно 8 Ом, в то время как у активного регулятора оно определяется величиной R4 на Рисунке 3, и в нашем примере равно 15 Ом.

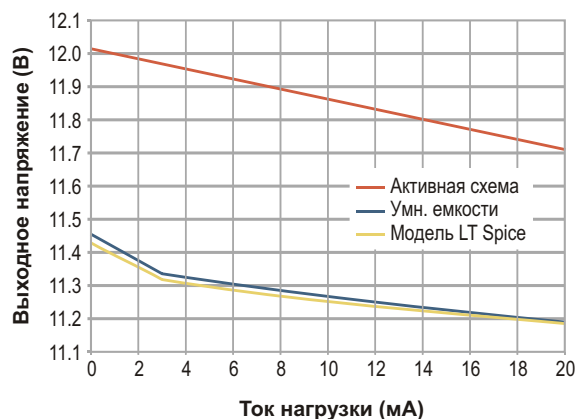


Рисунок 10. Зависимость выходного напряжения от тока нагрузки для схем на Рисунках 1 и 3. Следует обратить внимание на то, что в простом и компактном умножителе емкости часть напряжения питания падает на р-п переходе транзистора (синяя кривая), в то время как протеканию тока нагрузки в активном регуляторе препятствует только резистор 15 Ом (оранжевая кривая). Таким образом, сравнение двух вариантов демонстрирует возможность обмена рассеиваемой мощностью на простоту и размеры схемы. И, наконец, просто так, смеясь ради, я сделал модель умножителя емкости в LTSpice и сравнил ее с измерениями, сделанными в реальной схеме (желтая кривая).

Заключение

Проблема шумов регулятора напряжения в вашей системе не означает, что у вас нет возможности ее решения. Если дополнительные LC-фильтры для работы на низких частотах оказываются слишком громоздкими, одна из описанных здесь транзисторных схем простым добавлением нескольких компонентов может поднять характеристики системы до уровня, превосходящего ваши ожидания. Кроме того, эти нестареющие схемы могут обеспечить улучшение параметров даже новейших ультра малошумящих микросхем регуляторов напряжения. **РЛ**

Ссылки

1. Wenzel, Charles: "[Finesse Voltage Regulator Noise](#)"
2. Feng, Sander & Wilson, "Small-Capacitance Nondissipative Ripple Filters for DC Supplies," IEEE Transactions on Magnetism, March 1970.
3. Hageman, Steve, "[White noise source flat from 1Hz to 100kHz](#)"
4. Typical, standard grade Tantalum capacitors are the Kemet T491 series, the AVX TAJ series, or the Vishay T83 series.
5. History of the LM317, <http://en.wikipedia.org/wiki/LM317>

Материалы по теме

1. [Datasheet Fairchild LM317](#)
2. [Datasheet Texas Instruments TPS7A4700](#)



Высоковольтный усилитель на одной КМОП микросхеме для прецизионных измерений в высокоимпедансных схемах

Jon Munson, Linear Technology

Design Note 513

Введение

Для точного измерения напряжений необходимо сводить к минимуму влияние щупов, которыми приборы подключаются к проверяемой схеме. Для минимизации нагрузки на измеряемые схемы во входных цепях типичных цифровых вольтметров используются резисторы порядка 10 МОм, но даже они могут стать источником значительной ошибки, особенно в более высоковольтных схемах с высокоомными резисторами.

Решением проблемы может быть использование высокоимпедансных усилителей в электрометрической конфигурации, забирающих из измеряемого узла самый ничтожный ток. Чтобы сделать значение входного тока низким, насколько это возможно, во входных цепях таких схем традиционно применяют полевые (МОП) транзисторы. Как правило, МОП-транзисторы – это низковольтные устройства, которые, кроме того, являются источниками неопределенного и трудноустраняемого смещения. Существуют монолитные усилители с входами на МОП-транзисторах, но чаще всего это очень низковольтные устройства, особенно те, которые изготавливаются по стандартной КМОП технологии, поэтому возможности их использования в высоковольтных приложениях ограничены. Для реше-

ния этой проблемы идеально подходит КМОП усилитель LTCR6090, способный обрабатывать сигналы размахом более 140 В с точностью, выражаемой долями милливольт.

Простое решение проблем высоковольтных измерений с помощью LTC6090

В микросхеме LTC6090 сочетается уникальный набор характеристик. Ее КМОП структура обеспечивает максимально высокое входное сопротивление и «rail-to-rail» размах выходного напряжения, но в отличие от обычных КМОП схем, питающихся от напряжения 5 В, LTC6090 может работать при напряжении до ± 70 В. Устройство прекрасно работает и в малосигнальном режиме, демонстрируя впечатляющий динамический диапазон при типовом напряжении смещения 500 мкВ и плотности напряжения шумов 11 нВ/ Гц. С учетом значительной мощности, которая может рассеиваться при высоких рабочих напряжениях, микросхемы выпускаются в корпусах SOIC или TSSOP со сниженным тепловым сопротивлением. LTC6090 имеет флаг перегрева и управляющий вывод запрета выхода, обеспечивающие микросхему гибкими средствами защиты без дополнительных внешних компонентов.

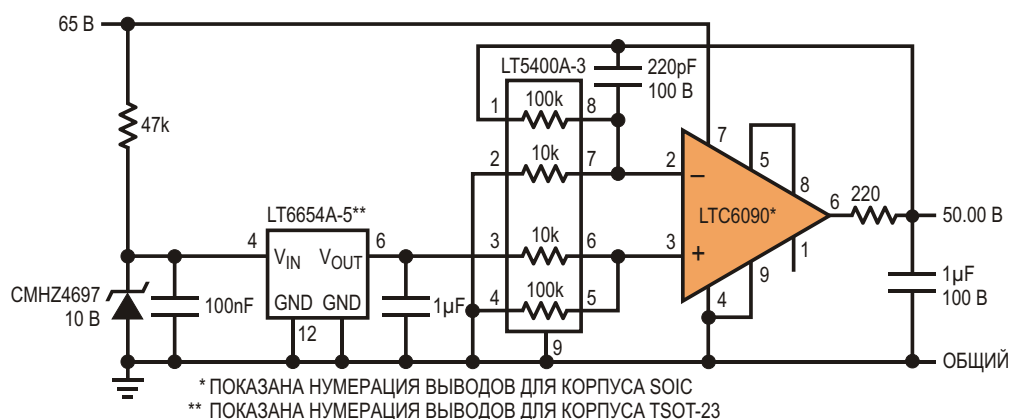


Рисунок 1. Прецизионный высоковольтный источник опорного напряжения.

Точный источник опорного напряжения 50.00 В

При однополярном питании LTC6090 поддерживает выходные уровни до 140 В, и, имея точную резисторную сборку, усилить напряжение опорного источника 5 В не составит труда. Матрица прецизионных резисторов LT5400 рассчитана на рабочие напряжения до 80 В, поэтому использование ее варианта с соотношением сопротивлений 10:1 является простейшим способом создания эталонного источника, не требующего никаких дополнительных подстроек. На Рисунке 1

приведена схема, усиливающая 5.000 В источника опорного напряжения LT6654A до значения 50.00 В с точностью лучше 0.1%. Схема может питаться напряжением от 55 В до 140 В, поэтому изображенный на Рисунке 2 источник 65 В подойдет для нее наилучшим образом.

При выходной емкости 1 мкФ LTC6090 имеет отличную реакцию на скачок нагрузки. Конденсатор изолирован от выхода сопротивлением, с которым он образует шумоподавляющий фильтр для частот выше 700 Гц. Прецизионная матрица LT5400A-3 состоит из резисторов 10 кОм/100 кОм, согласованных с

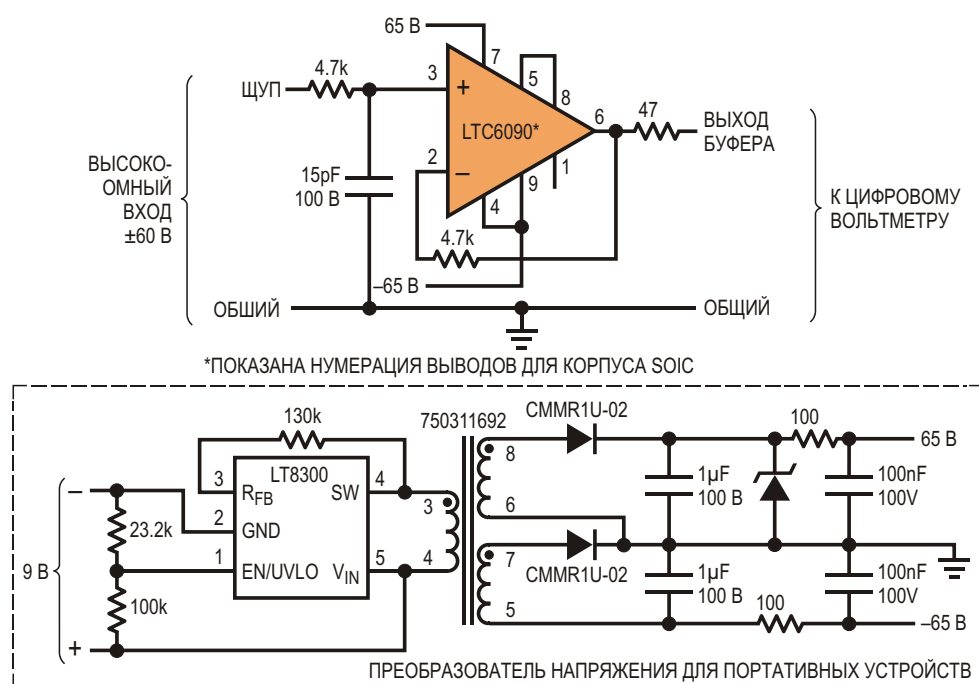


Рисунок 2. Активный щуп для цифрового вольтметра.

точностью 0.01% и позволяющих задать коэффициент усиления с исключительно высокой точностью благодаря отсутствию нагрузки со стороны высокоимпедансных входов КМОП операционного усилителя. Вклад входного напряжения смещения в общую ошибку составляет менее 0.03%, а источник опорного напряжения LT6654A добавляет менее 0.05%. Изображенная на Рисунке 1 схема при собственном токе потребления около 4 мА может отдавать в нагрузку 10 мА.

Простой буфер для больших сигналов

LTC6090 ведет себя как обычный операционный усилитель, скорректированный до коэффициента усиления, равного единице, так что создание буферного каскада электрометрического класса сводится просто к тому, чтобы обеспечить стопроцентную обратную связь в классической схеме с единичным усилением. Для этого не требуются ни дискретные МОП транзисторы, ни плавающие источники питания.

Как показано на Рисунке 2, микросхему LTC6090 можно легко подключить к разделенному источнику питания, такому, например, как обратноходовой преобразователь

напряжения батареи. Это простая схема может обеспечить прецизионное измерение напряжений в высокоомных схемах и с высокой точностью пропускать сигналы, пиковые уровни которых лишь на 3 В не доходят до обеих шин питания (в нашем случае это ± 62 В). При типовом входном токе утечки менее 5 пА нагрузка на схему совершенно несущественна даже для импедансов источника, приближающихся к гигаому. Полезная полоса частот, в которой не происходит спада амплитуды большого сигнала, превышает 20 кГц.

Заключение

LTC6090 – уникальный и универсальный высоковольтный КМОП усилитель, упрощающий создание решений с высоким входным импедансом, большим размахом сигнала и очень широким динамическим диапазоном усиления. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC6090](#)
2. [Datasheet Linear Technology LT5400](#)
3. [Datasheet Linear Technology LT6654](#)
4. [Datasheet Linear Technology LT8300](#)
5. [Datasheet Central Semiconductor CMHZ4697](#)

Ограничение бросков тока при включении нагрузки большой мощности

JB Castro-Miguens, C Castro-Miguens

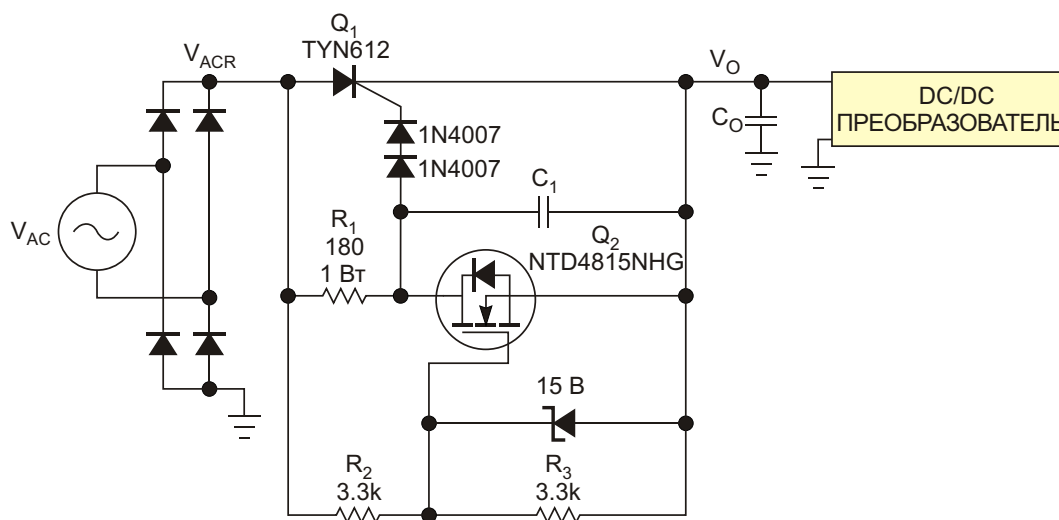
EDN

Защитите схемы от больших токов на время заряда конденсатора

Мощный сетевой источник питания — это не более чем полу- или полномостовой DC/DC преобразователь. Выпрямив переменное сетевое напряжение, получают постоянное напряжение, используемое для питания преобразователя. При включении источника питания сглаживающий конденсатор выпрямителя полностью разряжен. Это приводит к возникновению огромного зарядного тока, поскольку разряженный конденсатор на время закорачивает диоды выпрямительного каскада. Если не принять специальных мер, большой бросок пускового тока

может привести к срабатыванию автомата защиты сети или, даже, к выходу из строя выпрямительных диодов. Схема, ограничивающая пусковой ток, показана на Рисунке 1.

Если в момент включения мгновенное значение выпрямленного переменного напряжения сети V_{ACR} превысит приблизительно 10 В (точка А на Рисунке 2), MOSFET Q_2 включится и выключит тиристор Q_1 . В этом случае идущий через R_1 и Q_2 слабый ток инжектирует в конденсатор C_O небольшой заряд (траектория А–В на Рисунке 2).



ПРИМЕЧАНИЕ:

Емкость C_1 можно взять равной 15 мкФ.

Рисунок 1. Тиристор и MOSFET управляют током, текущим через сглаживающий конденсатор C_O . Эта схема ограничивает пусковой ток.

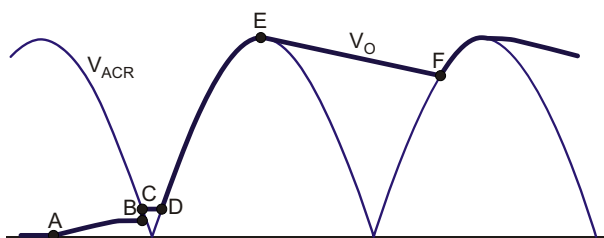


Рисунок 2. Если V_{ACR} больше примерно десяти вольт, MOSFET Q_2 открывается, и ток, идущий через R_1 и Q_2 , инжектирует в конденсатор C_O небольшой заряд.

Когда разность $V_{ACR} - V_O$ становится равной или меньшей примерно 8 В (где V_O — выходное напряжение), Q_2 закрывается, позволяя включиться тиристор Q_1 . Благодаря этому сглаживающий конденсатор через Q_1 получает заряд (траектория В–С на Рисунке 2), достаточный для того, чтобы напряжение V_O сравнялось с V_{ACR} . Далее V_{ACR} становится меньше V_O , и до тех пор, пока разность $V_{ACR} - V_O$ не превысит примерно 5 В (траектория С–D на Рисунке 2), питание DC/DC преобразователя поддерживается только за счет заряда сглаживающего конденсатора. В точке D $V_{ACR} - V_O = 5$ В, и тиристор Q_1 открывается, обеспечивая как заряд конденсатора, так и работу DC/DC преобразователя до тех пор, пока V_{ACR} не сравняется с пиком синусоиды в точке E.

Когда напряжение V_{ACR} падает, тиристор Q_1 закрывается, и DC/DC преобразователь питается только от сглаживающего конденсатора. Вновь проводить тиристор начнет тогда, когда V_{ACR} и V_O сравняются на пике синусоиды.

соиды. Затем этот процесс повторяется. Используйте тиристор с низкой чувствительностью управляющего электрода, с пробивным напряжением не менее 400 В (для сетевого напряжения 220 В) и с допустимым током, как минимум, вдвое превышающим ток выпрямительных диодов.

В этой схеме использован тиристор TYN610. Сопротивление резистора R_1 можно рассчитать, используя выражение

$$R_1 = \frac{6.8 \cdot V_{GT}}{I_{GT-20}},$$

где

V_{GT} — минимальное напряжение между управляющим электродом и катодом, необходимое для возникновения тока, открывающего Q_1 ;

I_{GT-20° — минимальный ток управляющего электрода, способный включить Q_1 при температурах, начиная от -20°C .

В качестве MOSFET для этой схемы подойдет прибор NTD4815NHG. При использовании MOSFET с другим пороговым напряжением, возможно, потребуется изменить сопротивления резисторов R_2 и R_3 . **РЛ**

Ссылки

1. [Ограничение бросков тока при включении нагрузки низкой и средней мощности](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet STMicroelectronics TYN610](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor NTD4815NHG](#)

Схема дистанционной регулировки выходного напряжения источника питания

Chee Hua How

EDN

В этой статье описывается схема, позволяющая регулировать выходное напряжение источника питания, контролировать недо- и перенапряжение, отслеживать режимы нагрузки, программировать напряжение и выполнять ряд других функций.

Представленная на Рисунке 1 схема способна в двух направлениях подстраивать выходное напряжение источника питания путем управления величиной и направлением тока, вытекающего из узла обратной связи или втекающего в него. Схема может управляться либо вручную с помощью переключателей, либо дистанционно с использованием трех цифровых сигналов: S1 (STEP), S2 (RESET) и S3 (U/D).

Каждый положительный фронт на S1 увеличивает или уменьшает V_O на один шаг (в этой схеме – примерно на 95 мВ). S3 управляет направлением регулировки (больше/меньше), а S2 сбрасывает V_O в номинальное значение $V_{O(NOMINAL)}$.

Одновибратор U4B обеспечивает:

1. Приращение на один шаг за одно нажатие (устраняет дребезг S1).
2. Период ожидания, достаточный для реакции схемы защиты регулируемого источника питания.

Секция регулировки, состоящая из усилителей U5 и U6, образует управляемый напряжением источник втекающего/вытекающего тока. U3B и U3C сдвигают опорную точку этого источника таким образом, чтобы:

1. Опорная точка совпала со значением V_{REF_PS} . Это означает, что в нейтральном

положении (после сброса) $V_W = \frac{1}{2}V_{REF1}$ V_{REF2} , $I_{TRIM} = 0$ и $V_O = V_{O(NOMINAL)}$.

2. Питающаяся от единственного источника схема может вырабатывать как втекающий, так и вытекающий ток.

Дифференциальный усилитель U5 генерирует ток I_{TRIM} для управления величиной V_O , вырабатывая ток, вытекающий из узла V_{TRIM} для уменьшения V_O , и втекающий для увеличения V_O . Инструментальный усилитель U6 с коэффициентом передачи, равным 1, измеряя значение тока I_{TRIM} , формирует сигнал обратной связи для U5.

Схема на элементах U1 и U3C формирует два опорных напряжения V_{REF1} и V_{REF2} . V_{REF1} используется в качестве опорного напряжения для управляющего сигнала V_W . V_{REF2} совпадает с опорным напряжением 1.25 В регулируемого источника.

Сконфигурировать схему под конкретные значения V_O можно с помощью формул (1), (2) и (3):

$$V_{TRIM} = \frac{R_B}{R_A + R_B} V_O \mp I_{TRIM} \frac{R_A}{R_A + R_B} \quad (1)$$

$$I_{TRIM} = \frac{V_W - V_{REF2}}{R_8} \quad (2)$$

$$V_A = \frac{R_7}{R_8} (V_W - V_{REF2}) + V_{REF_PS} \quad (3)$$

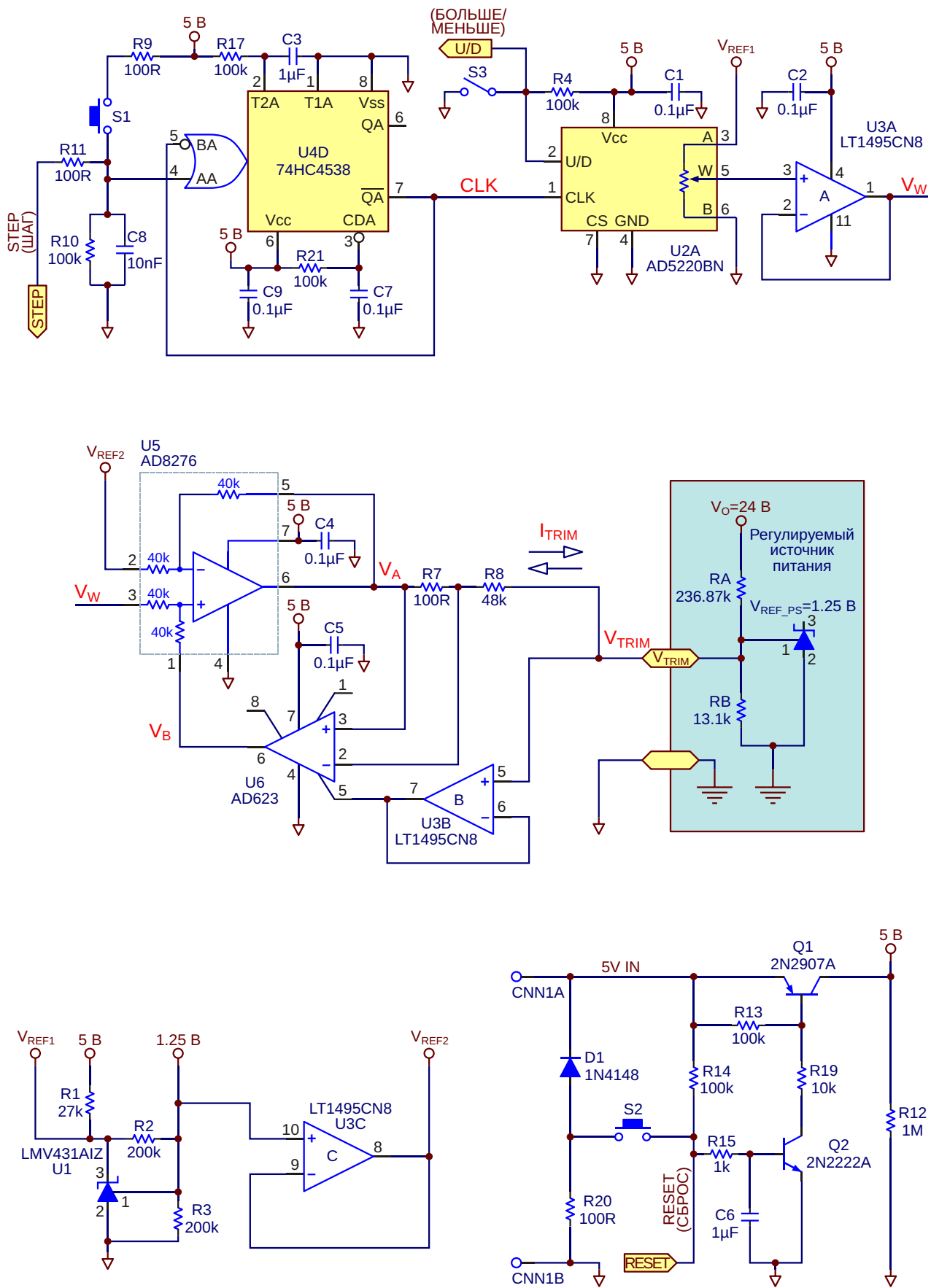


Рисунок 1. Схема для двунаправленной подстройки выходного напряжения источника питания.

Далее, для примера, подставим в эти формулы параметры схемы на Рисунке 1:

Из формулы (1) мы имеем:

$$1.25 \cdot V_O = 52.4063 \cdot 10^{-3} \mp I_{TRIM} \cdot 12.4135 \cdot 10^3 \quad (4)$$

Таким образом, при изменении V_O на $\pm 25\%$ (т.е., от 30 В до 18 В), I_{TRIM} будет меняться в диапазоне от $-26 \mu\text{A}$ до $+25 \mu\text{A}$.

V_W находится в пределах 0 ... 2.5 В. Подстановка в (2) числовых значений дает $R_8 = 48 \text{ кОм}$.

Из (3) следует:

$$V_A(V_W = 0) = \frac{R_7}{R_8} \cdot (1.25) \cdot 1.25 \quad (3a)$$

$$V_A(V_W = 2.5) = \frac{R_7}{R_8} \cdot (1.25) \cdot 1.25 \quad (3b)$$

Если $R_7 = 100 \text{ Ом}$, тогда $V_A(V_W = 0) = 0 \text{ В}$ и $V_A(V_W = 2.5 \text{ В}) = 2.5 \text{ В}$.

Каждый из 128 шагов микросхемы цифрового потенциометра U2 изменяет V_W , I_{TRIM} и V_O на 20 мВ, 406 нА и 95 мВ, соответственно.

На Рисунке 2 показаны осциллограммы сигналов в основных узлах схемы. В первой фазе напряжение V_O (Канал3) с каждым импульсом линейно понижают от номинального значения, пока оно не достигает насыщения в районе 18 В. Примерно на середине этого пути была нажата кнопка S2 для сброса V_O , а переключатель S3 замкнут. После этого V_O увеличивается с каждым тактовым импульсом до своего верхнего предела 29.5 В.

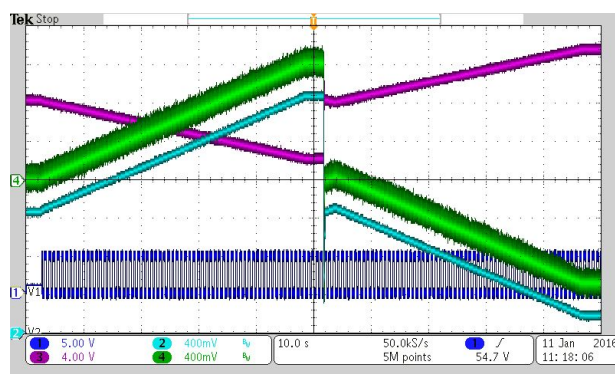


Рисунок 2. Осциллограммы сигналов в основных узлах схемы:

Канал1 – CLK,

Канал2 – V_W ,

Канал3 – V_O ,

Канал4 – падение напряжения на (R_7+R_8) .

Любое несовпадение значений V_{REF2} и V_{REF_PS} становится причиной смещения I_{TRIM} , когда движок U2 находится в среднем положении, что сдвигает напряжение V_O от его номинального значения. При желании это можно компенсировать подстройкой.

Схема питается напряжением 5 В, потребляя ток менее 2 мА. Это небольшой ток, поэтому для питания некоторых приложений вполне допустимо использовать напряжение V_O , понизив его с помощью линейного регулятора. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments 74HC4538](#)
2. [Datasheet Analog Devices AD623](#)
3. [Datasheet Analog Devices AD5220](#)
4. [Datasheet Analog Devices AD8276](#)
5. [Datasheet Texas Instruments LMV431](#)
6. [Datasheet Linear Technology LT1495](#)

Инструментальный усилитель с цифровым программированием и автоматической установкой нуля

Marián Štofka

EDN

Современные инструментальные усилители стремятся конструировать таким образом, чтобы для их использования не требовались внешние резисторы. Коэффициент передачи этих усилителей устанавливается двоично-кодированным управляющим словом. На рынке сейчас доступны приборы, позволяющие задать несколько целочисленных коэффициентов усиления в диапазоне от единицы до тысячи, но среди них вы не найдете, например, коэффициента усиления, равного трем. И хотя для некоторых микросхем, работающих без внешних резисторов, коэффициенты усиления, равные трем, все же доступны, они либо не являются инструментальными усилителями, либо не имеют автоматической коррекции нуля [1]. Между тем, в приложениях, требующих точной обработки низкоуровневых напряжений, такие функции бывают необходимы. Если для вашего устройства потребуются инструментальные усилители с коэффициентом передачи 3 или 10, способные работать с сигналами от 1 мВ, вы можете использовать схему, изображенную на Рисунке 1.

Получение коэффициента усиления, равного трем, опирается на следующий «алгоритм»: $3 = 2 + 1$. Схема состоит из двух инструментальных усилителей AD8231 с программируемым усилением и автокоррекцией нуля, выпускаемых компанией Analog Devices. Эти микросхемы имеют программируемые коэффициенты усиления, которые могут принимать значения, равные степеням двух: 1, 2, 4, ..., 128. Коэффициент усиления усилителя A_1 микросхемы IC₁ установ-

лен равным двум, а вспомогательного усилителя A_2 микросхемы IC₂ – единице. Неинвертирующие и инвертирующие входы A_1 и A_2 соединены вместе. Выход усилителя A_2 соединен с опорным входом REF₁, а опорный вход REF₂ служит для произвольного смещения уровня выходного сигнала. Таким образом, выходное напряжение можно вычислить по формуле

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= V_{OUT1} + V_{REF1} = V_{OUT1} + V_{OUT2} = \\ &= 2 V_{IN} + V_{IN} = 3 V_{IN}, \end{aligned}$$

где V_{IN} – входное дифференциальное напряжение.

Аналогично, в соответствии с символической формулой $10 = 8 + 2$, можно получить коэффициент усиления десять. В этом случае A_1 имеет усиление восемь, а A_2 – два. Обратившись к справочной информации на микросхему AD8231, вы увидите, что независимо от того, требуется ли вам коэффициент усиления три или 10, вывод A_1 управления усилением усилителя A_1 может быть соединен с выводом управления A_0 усилителя A_2 , так как сигналы на них в обоих случаях будут одинаковыми. Для коэффициента три напряжение на этих входах должно оставаться низким, а для 10 – высоким. Заметим, что 3 достаточно близко к корню из 10, значение которого примерно равно 3.16. Поэтому в первом приближении вы можете считать это геометрическим центром декады. **РЛ**

Ссылки

1. Štofka, Mária, "Gain-of-three amplifier requires no external resistors," EDN, Aug 16, 2006, pg 74.

Материалы по теме

- ### 1. Datasheet Analog Devices AD8231

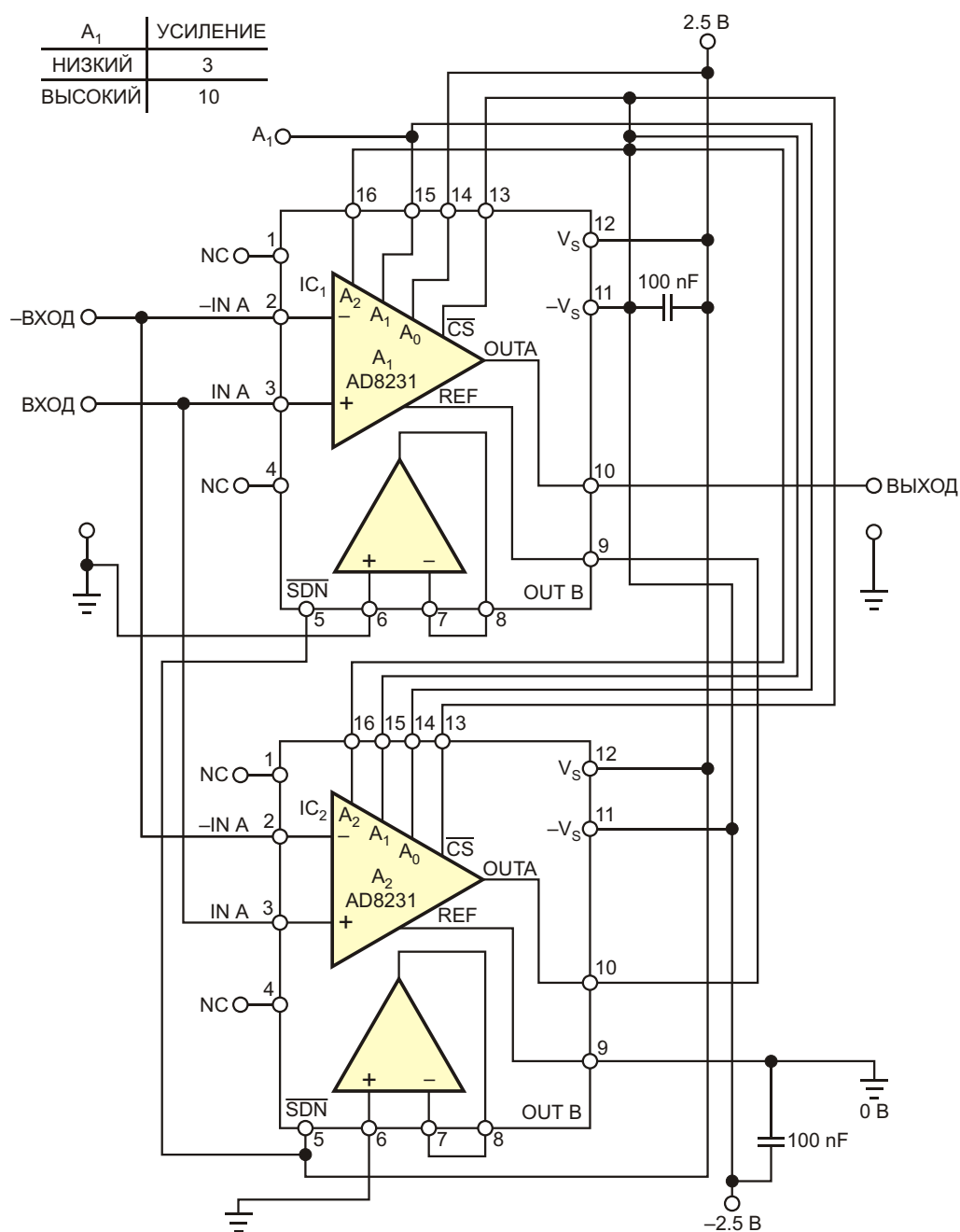


Рисунок 1. Инструментальный усилитель с автоматической установкой нуля и цифровым программированием коэффициента усиления, который можно сделать равным 3 или 10, возможно, поможет вам при отсутствии монолитной микросхемы, подходящей для решения такой задачи.

Усилитель с батарейным питанием и оптической изоляцией

Stephen Woodward

EDN

При соединении друг с другом научных приборов, в особенности старых, у вас часто возникает необходимость в гальванической изоляции аналоговых интерфейсов. Усилитель, схема которого показана на Рисунке 1, работает от батареи 9 В и удовлетворяет этим требованиям. Его общий коэффициент усиления равен 100, допустимое напряжение вход-выход составляет несколько киловольт, а сопротивление изоляции превышает 1 ГОм. Потребляемый усилителем ток пропорционален амплитуде сигнала и находится в диапазоне от 1 до 500 мкА. При столь незначительном токе схема в режиме усиления может

проработать от батареи более 1000 часов, а при отсутствии сигнала батареи хватит на годы.

Со стороны входа усилителя используется микромощный операционный усилитель (ОУ) IC₁. Микросхема IC₁ отслеживает ток, протекающий через D₁, таким образом, чтобы сигнал обратной связи, формируемый транзистором Q₁, устанавливал входное напряжение в ноль. При максимальном входном напряжении 50 мВ ток, протекающий через транзистор Q₁, равен 133 мкА. Последовательное соединение светодиодов

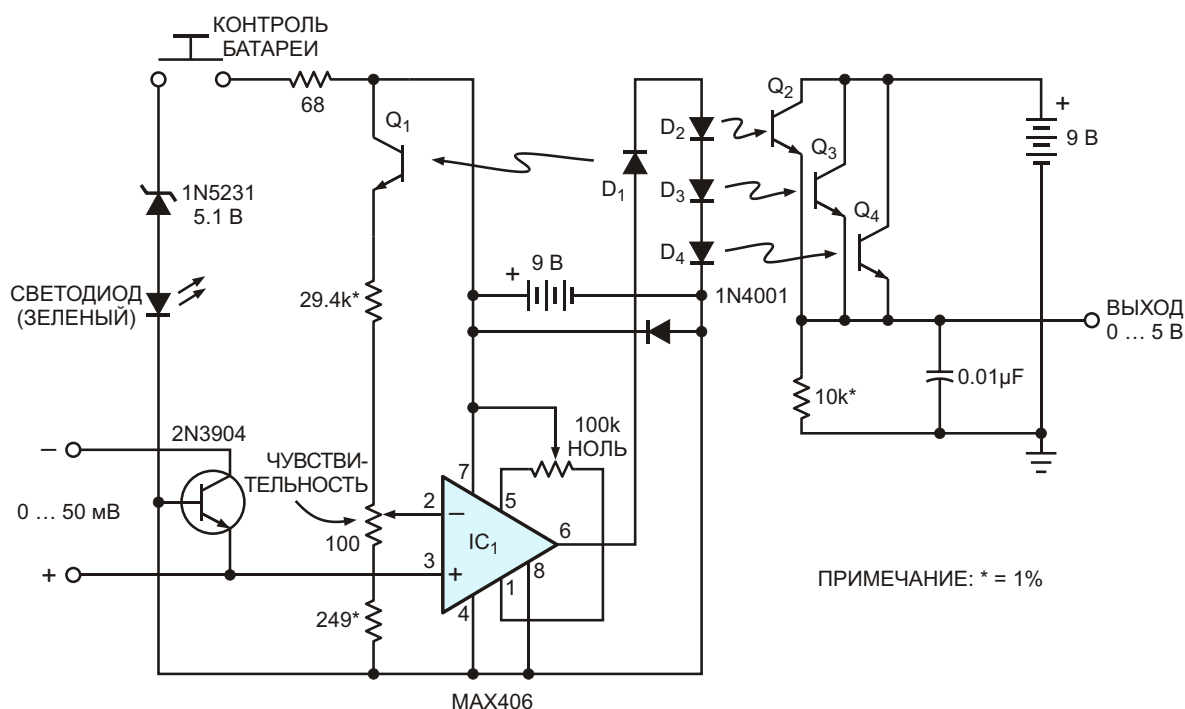


Рисунок 1.

оптронов гарантирует, что ток управления пары D_1/Q_1 будет точно таким же, как для пар D_2/Q_2 , D_3/Q_3 и D_4/Q_4 . Такое согласование, в сочетании с эффективными характеристиками внутриканального динамического управления коэффициентом передачи тока оптрона PS2501-4, и близость уровней смещения транзисторов всех четырех оптопар позволяют получить нелинейность передаточной функции лучше 1%.

После соответствующей регулировки с помощью потенциометра «ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ» при входном напряжении 50 мВ общий ток транзисторов Q_2 , Q_3 и Q_4 будет равным 500 мкА, а выходное напряжение – 5 В, что идеально подходит для прямого подключения к типичному аналого-цифровому преобразователю. Заметим, что работа при столь низких уровнях токов нехарактерна для оптоизоляторов и влечет за собой существенное падение коэффициента передачи тока в паре излучатель-приемник. Это падение компенсируется большим усилением в петле обратной связи, замыкающейся через ОУ IC₁, обеспечивающим линеаризацию передаточной характеристики. Низкая скорость страдающего отсутствием аппетита операционного усилителя MAX406 ограни-

чивает частотную характеристику далеко не блестящим значением 1 кГц, но, тем не менее, схема способна работать на частотах до 1 кГц – этого хватает для многих приложений.

Хотя срок службы батареи и велик, все же, он конечен; поэтому вам нужен надежный критерий оценки ее состояния. Для этого предусмотрена кнопка «КОНТРОЛЬ БАТАРЕИ», подключающая к батарее последовательную цепочку из стабилитрона 5.1 В, зеленого светодиода с прямым напряжением 2 В и токоограничительного резистора. Когда напряжение батареи станет меньше, чем примерно 7 В, зеленый светодиод погаснет, уведомляя о том, что батарею пора заменить. Проверять батарею вам придется только с входной стороны усилителя, поскольку, как показывают расчеты, отдаваемый ею средний ток немного превышает средний ток выходной стороны. Таким образом, сигнал светодиода вы можете использовать в качестве консервативного индикатора состояния обеих батарей. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim integrated MAX406](#)
2. [Datasheet CEL PS2501](#)

Точный преобразователь тока фотодиода на основе инструментального усилителя

Stefano Salvatori

EDN

Схемы трансимпедансных усилителей часто используются для преобразования тока фотодиодов в сигнал напряжения. В обычном трансимпедансном усилителе, схема которого приведена на Рисунке 1, коэффициент преобразования тока в напряжение задается величиной сопротивления резистора обратной связи R_F . Очевидно, что если пренебречь неидеальностью операционного усилителя, точность преобразования I/V связана с сопротивлением этого резистора R_F — как с его абсолютным значением, так и с температурным коэффициентом.

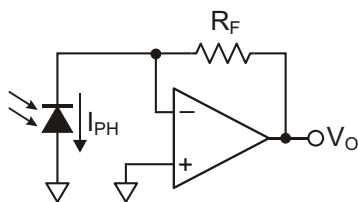


Рисунок 1. Классический трансимпедансный усилитель для преобразования тока фотодиода. Коэффициент преобразования тока в напряжение задается резистором R_F .

Можно воспользоваться высокоточными тонкопленочными резисторами — одиночными, или собранными в согласованные матрицы. В обоих случаях типичный допуск сопротивлений имеющихся в продаже прецизионных резисторов составляет $\pm 0.1\%$, а разброс их отношений лежит в диапазоне $0.02\% \dots 0.05\%$. Однако легко может оказаться, что цена таких компонентов будет доминировать

в расходах на схему и окажется выше, чем у маломощных прецизионных операционных усилителей (ОУ) с малым напряжением смещения. В этой статье представлен альтернативный подход.

В монолитные инструментальные усилители (ИУ) на трех ОУ обычно интегрированы прецизионные резисторы с лазерной подгонкой, имеющие высокую точность абсолютных и относительных значений сопротивлений элементов обратной связи первого каскада и резисторов, окружающих выходной дифференциальный усилитель. (Для примера, посмотрите характеристики AD620 [1] или INA129 [2]). Полные ошибки величины и нелинейности коэффициента усиления могут составлять всего $\pm 0.01\%$ и $\pm 0.001\%$, соответственно. Температурный коэффициент также очень мал и имеет порядок десятков ppm/K.

Обычно схема интегрального ИУ выглядит так, как изображено на Рисунке 2. Показанная конфигурация связей позволяет реализовать высокоточный преобразователь ток-напряжение с передаточным сопротивлением, зависящим лишь от сопротивлений резисторов R_F входных каскадов инструментального усилителя. Действительно, видно, что если не учитывать пренебрежимо малые токи смещения инвертирующих входов усилителей OA1 и OA2, один и тот же ток фотодиода I_{PH} течет только через два резистора обратной связи R_F . Поскольку выводы $IN+$ и $IN-$ подключены к земле, напряжения на входах дифференциального усилителя OA3

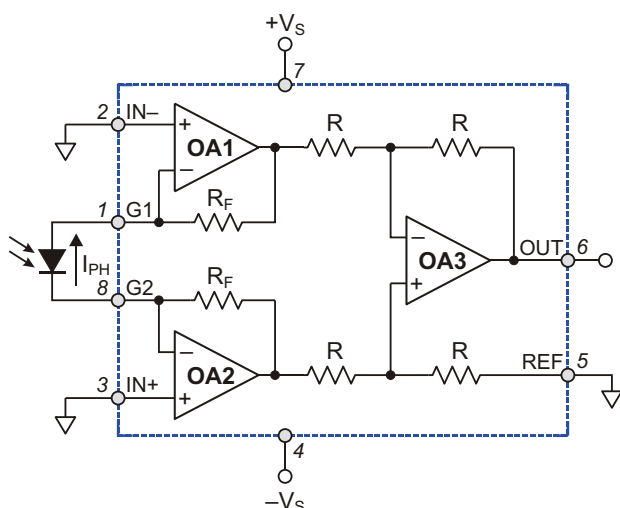


Рисунок 2. В инструментальный усилитель интегрированы прецизионные согласованные резисторы. Типичные допуски сопротивлений резисторов обратной связи R_F составляют $\pm 0.01\%$. Такое включение превращает ИА в трансимпедансный усилитель для преобразования сигнала фотодиода с передаточным сопротивлением $2 R_F$.

будут равны $R_F I_{PH}$ и $-R_F I_{PH}$. Выходное напряжение V_O инструментального усилителя равно:

$$V_O = 2 R_F I_{PH} \quad (1)$$

где I_{PH} – фототок фотодиода.

Когда ток I_{PH} течет в направлении, указанном стрелкой на Рисунке 2, выходное напряжение V_O будет положительным.

Если для работы фотодиода требуется напряжение смещения, компонент может быть подключен между выводами G1 и G2 с полярностью, противоположной по отношению к показанной на Рисунке 2. При этом напряжение смещения V_{BIAS} может быть приложено к входу IN- усилителя OA1, находящемуся практически под тем же потенциалом, который поддерживается усилителем OA1 на катоде детектора. Если это же напряжение приложено к входу REF инструментального усилителя, Уравнение (1) все равно остается справедливым, хотя при этом необходимо учитывать допустимую амплитуду синфазного напряжения на входах инструментального усилителя.

В типичном случае выходное напряжение V_O схемы изменяется в диапазоне от нескольких милливольт до нескольких вольт. Коэффициент усиления схемы фиксирован, но для многих приложений это не имеет значения. Если же потребуется обойти это ограничение, после схемы на Рисунке 2 можно дополнительно включить прецизионный усилитель с программируемым усилением, например, PGA204 [3]. **ПЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD620](#)
2. [Datasheet Texas Instruments INA129](#)
3. [Datasheet Texas Instruments PGA204](#)



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Если Вам
небезразличны темы:

- ▶ микроконтроллеры
- ▶ автоматизация
- ▶ силовая электроника
- ▶ светотехника
- ▶ САПР
- ▶ измерения

или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!