



РАДИОЛОЦМАН

Июнь 2016 (61)



В аналоговом мире
САПР не заменят здравый смысл 46

Применение MOSFET
в современных силовых
импульсных устройствах 28

Samsung запускает в массовое производство
первые в отрасли DRAM
с проектными нормами 10 нм 5

DC/DC преобразователь
на основе полевого транзистора с р-п переходом
работает при напряжении 300 мВ 64

РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



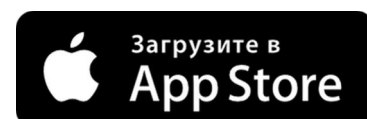
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.magtoapp.viewer.radiolocman>



iOS (iPhone, iPad) »
APP STORE



<https://itunes.apple.com/ru/app/radiolocman.zurnal/id1083434484?mt=8>

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

А. Гаврилюк
Д. Иоффе
В. Колесник
И. Краснолотов
С. Муратчаев
А. Николаев
А. Прокопьев
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 TI выпускает самый силовоточный в отрасли 16-вольтовый DC/DC преобразователь
- 5 Samsung запускает в массовое производство первые в отрасли DRAM с проектными нормами 10 нм
- 6 Характеристики новой серии программируемых генераторов компании Cypress превосходят требования отраслевых стандартов
- 7 Intersil создала лучший в отрасли драйвер лазерных диодов для автомобильных дисплеев, отображающих информацию на лобовом стекле
- 9 Semtech расширяет платформу µClamp устройством µClamp2417P для защиты промышленных интерфейсов от опасных импульсных помех
- 10 Технология RadioVerse и экосистема разработки компании Analog Devices упрощают создание беспроводных систем
- 12 MIMO линейаризатор компании Maxim открывает путь к созданию более экологичных сетей
- 13 TI представляет первый в отрасли 14-разрядный АЦП прямой дискретизации радиочастотных сигналов с производительностью 3 GSPS
- 14 Linear Technology анонсировала силовоточный микромодуль стабилизатора для промышленных систем и авионики
- 15 Рабочее напряжение высоковольтных MOSFET компании Central достигло 800 В
- 16 Cree удвоила световой поток в новых приборах повышенной плотности XLamp CXA2
- 17 Mouser Electronics начинает дистрибуцию отладочных плат на ПЛИС, совместимых с Arduino
- 17 Diodes разработала новый драйвер с большим коэффициентом мощности для светодиодных ретрофитных ламп
- 18 Maxim выпускает базовый проект светодиодного дисплея 16x16, совместимого с Arduino и ARM mbed
- 19 Texas Instruments анонсировала сверхминиатюрный 60-вольтовый MOSFET с самым низким в отрасли сопротивлением канала
- 20 Socionext выпустила самую малопотребляющую в мире ИС для одночастотной передачи 100 Гб/с по одномодовому оптоволокну
- 21 Diodes анонсировала новый аналоговый переключатель для мультиплексирования аудио сигналов в потребительских приложениях
- 22 Новые микросхемы компании Dialog могут управлять питанием любых одно- и двухъядерных процессоров ARM Cortex A
- 23 Компактные 5- и 3-амперные модули питания компании Intersil устанавливают очередной рекорд плотности мощности и эффективности
- 24 Linear Technology анонсировала выпуск импульсного стабилизатора, работающего при температуре 175 °C
- 26 Интегральные решения Fairchild для схем светодиодного освещения упрощают разработку интеллектуальных светотехнических изделий

Статьи

- 28 Применение MOSFET в современных силовых импульсных устройствах
- 32 Идеализированная PSpice модель полностью дифференциального операционного усилителя. Часть 2
- 39 Лазеры с «фазовой автоподстройкой» открывают путь к созданию терагерцовых сканеров
- 41 Химозлектроника: наноразмерные диоды и устройства, для работы которых нужна влага
- 43 Прецизионный ограничитель на ОУ для защиты входов АЦП
- 46 В аналоговом мире САПР не заменят здравый смысл
- 48 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 23 июня 1912 года родился пионер компьютерной науки Алан Тьюринг

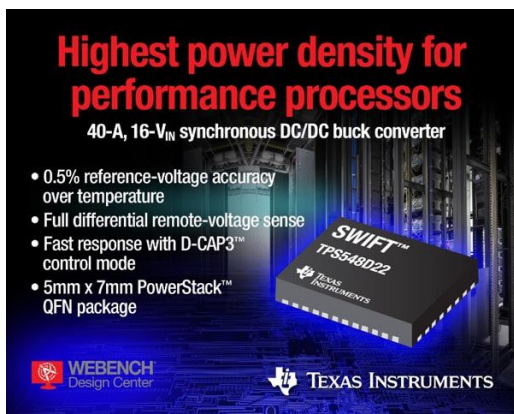
Схемы

- 50 С этим регулятором скорости вращения вентилятора вы будете спать спокойно
- 54 Силовоточный драйвер домашней линии электропитания
- 58 Оптимизация высоковольтных измерений с помощью адаптивного аттенюатора
- 62 Простой компактный источник отрицательного напряжения
- 64 DC/DC преобразователь на основе полевого транзистора с p-n переходом работает при напряжении 300 мВ
- 68 Усилитель подавляет синфазное напряжение
- 71 Формирователь для портативной импульсной вспышки

TI выпускает самый силовоточный в отрасли 16-вольтовый DC/DC преобразователь

Понижающий DC/DC преобразователь с топологией SWIFT содержит схему истинно дифференциального дистанционного измерения напряжения

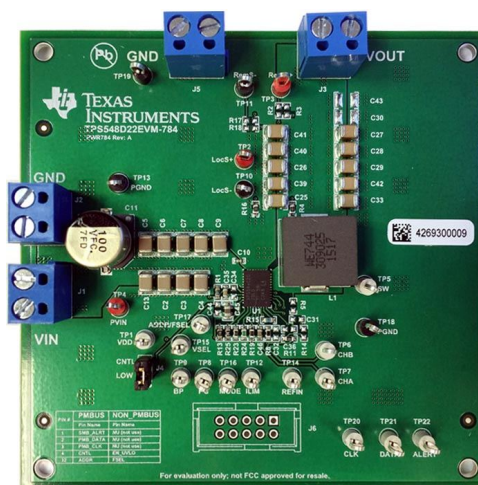
Texas Instruments (TI) представила первый в отрасли 40-амперный синхронный понижающий DC/DC преобразователь с входным напряжением 16 В и истинно дифференциальной схемой дистанционного измерения напряжения. Выпускаемый в небольшом корпусе PowerStack понижающий преобразователь TPS548D22 с топологией SWIFT содержит встроенные MOSFET, позволяющие применять его для питания специализированных интегральных схем и цифровых сигнальных процессоров в приложениях с жесткими ограничениями по размерам. При совместном использовании с разработанным TI программным инструментом WEBENCH Power Designer микросхемы TPS548D22 дадут инженерам возможность ускорить проектирование и вывод на рынок своих устройств с высокой плотностью мощности, предназначенных для питания средств проводных и беспроводных коммуникаций, корпоративных и облачных вычислений, а также систем хранения данных.



В DC/DC преобразователе TPS548D22 использована запатентованная топология схемы управления D-CAP3, содержащая цепи для истинно дифференциального дистанционного измерения напряжения и обеспечивающая точность опорного напряжения 0.5% во всем рабочем диапазоне температур в соответствии с требованиями к питанию современных процессоров, изготавливаемых по субмикронным технологиям.

Основные особенности и преимущества TPS548D22

- Встроенные в микросхему мощные MOSFET верхнего и нижнего плеча с сопротивлениями открытых каналов, равными 2.9 мОм и 1.2 мОм, соответственно, увеличивают плотность мощности и надежность системы.
- Истинно дифференциальное дистанционное измерение напряжения улучшает стабилизацию выходного напряжения и повышает общую точность системы.
- Простой в использовании режим управления D-CAP3 с адаптивным временем включения позволяет достичь высокой точности и очень малого времени реакции на переходные процессы в нагрузке, не требуя частотной коррекции контура регулирования, что упрощает конструкцию и сводит к минимуму количество внешних компонентов.
- Модификация PowerStack безвыводного корпуса QFN обеспечивает очень высокую плотность мощности и простой теплоотвод во внутренние земляные слои печатной платы через единственную площадку на нижней поверхности корпуса при очень незначительном количестве переходных отверстий в печатной плате.



Оценочный модуль TPS548D22EVMPWR784.

- Перечень дополнительных функций, помогающих обеспечить предсказуемую и надежную работу, содержит внутреннее управление плавным запуском, защиту от пониженного входного напряжения и отключение при перегреве кристалла.

TPS548D22 – первая в семействе 40-амперных микросхем, вошедших в портфель высокоточных DC/DC преобразователей SWIFT компании TI.

Доступность, корпуса и цены

Преобразователь TPS548D22 уже выпускается серийно в 40-контактных корпусах PowerStack QFN с размерами 5 7 1.5 мм и может быть приобретен непосредственно у TI или авторизованных дистрибьюторов компании. В партиях из 1000 приборов одна микросхема стоит \$4.19. Принимаются заказы на оценочный модуль TPS548D22EVM-784.

Samsung запускает в массовое производство первые в отрасли DRAM с проектными нормами 10 нм

Преодолев технические сложности масштабирования DRAM, Samsung первой в мире открывает дверь в мир «DRAM класса 10 нм»

Samsung Electronics объявила о начале крупносерийного производства первых изделий с проектными нормами 10 нм – 8-гигабитных микросхем памяти DDR4, а также модулей на их основе. DDR4 быстро становится наиболее массовой памятью для персональных компьютеров и IT-сетей во всем мире, и последнее достижение компании Samsung поможет ускорить общеотраслевой переход к самым современным DDR4 продуктам.



Samsung стала первой в отрасли компанией, преодолевшей все технические сложности масштабирования DRAM и открывшей дверь в мир «DRAM класса 10 нм». Эти проблемы были решены с использованием существующей установки иммерсионной литографии с аргон-фторидным лазером, не требующей использования коротковолновой области ультрафиолета (EUV – extreme ultra violet).

Переход на выпуск DRAM класса 10 нм стал для Samsung еще одной важной вехой после освоения ею в 2014 году промышлен-

ного производства 4-гигабитных микросхем DDR3 с проектными нормами 20 нм.

DRAM 8 Гб класса 10 нм значительно увеличивают съем кристаллов с пластины, поднимая его на 30% по сравнению с аналогичными DRAM, произведенными по технологии 20 нм.

Скорость передачи данных новой DRAM составляет 3200 Мбит/с, что более чем на 30% превышает скорость 2400 Мбит/с для DDR4 DRAM, изготовленной по предыдущей технологии. Кроме того, новые модули, созданные на чипах DRAM с топологией 10 нм, потребляют от 10 до 20 процентов меньше энергии, чем их предшественники с размерами 20 нм. Это повысит эффективность высокопроизводительных вычислительных систем следующего поколения и крупных корпоративных сетей, а также найдет применение для ПК и основных серверных рынков.

Первая в отрасли DRAM класса 10 нм появилась в результате интеграции разработанных Samsung передовых технологий конструирования и изготовления микросхем памяти. Для достижения столь высокого уровня масштабируемости DRAM Samsung продвинула свои технологические инновации еще на один шаг по сравнению с тем, что использовалось для DRAM 20 нм. Ключевыми среди этих инноваций стали усовершенствование конструкции ячеек, QPT литография (QPT – quadruple patterning technology – технология четырехкратного формирования

рисунка) и осаждение ультратонкого диэлектрического слоя.

В отличие от NAND флэш-памяти, каждая ячейка которой состоит из единственного транзистора, для одной ячейки DRAM требуются связанные друг с другом конденсатор и транзистор. Как правило, конденсатор располагается наверху области, под которой размещается транзистор. В случае новых DRAM класса 10 нм добавляется еще один уровень сложности в связи с необходимостью установки очень узких конденсаторов цилиндрической формы, хранящих большие электрические заряды, на верхней поверхности транзисторов шириной в несколько десятков нанометров, и создания более восьми миллиардов таких ячеек.

Используя фирменную технологию проектирования и четырехкратное формирование рисунка, в Samsung успешно создали новую структуру ячеек класса 10 нм. Благодаря четырехкратному формированию рисунка, позволяющему использовать существующие установки фотолитографии, Samsung также заложила технологическую основу разработ-

ки следующего поколения DRAM с проектными нормами 10 нм.

Кроме того, использование усовершенствованной технологии нанесения диэлектрического слоя позволило улучшить параметры новых DRAM класса 10 нм. Инженеры Samsung смогли с беспрецедентной равномерностью осадить на конденсаторы запорнивающих ячеек сверхтонкие слои диэлектрика толщиной в единицы ангстрем, получив емкость, достаточную для существенно-го повышения характеристик ячеек.

Опираясь на успех своих новых DDR4 DRAM с топологическими нормами 10 нм, Samsung планирует позднее в этом году представить решение DRAM с высокой плотностью упаковки и скоростью для мобильных приложений, чем еще больше укрепит свое лидерство на рынке Ultra HD смартфонов.

Представляя широкий спектр модулей DDR4 класса 10 нм с емкостью от 4 ГБ для ноутбуков до 128 ГБ для корпоративных серверов, в течение года Samsung также будет параллельно расширять свою линейку DRAM с проектными нормами 20 нм.

Характеристики новой серии программируемых генераторов компании Cypress превосходят требования отраслевых стандартов

Характеристики программируемых генераторов с лучшими в отрасли значениями среднеквадратичного джиттера превышают требования, предъявляемые к опорным синхрогенераторам стандартами высокоскоростных сетевых интерфейсов

Компания Cypress представила новое семейство программируемых генераторов с высокими техническими характеристиками, обеспечивающих разработчикам встраиваемых систем лучший в своем классе фазовый джиттер и широкий диапазон выходных частот. Параметры программируемых генерато-

ров CY294X превышают требования, предъявляемые к стабильности опорных синхрогенераторов стандартами высокоскоростных интерфейсов, включая 40/100GbE, SyncE и IEEE 1588, что делает их идеальным решением для таких сетевых приложений, как коммутаторы и маршрутизаторы, беспроводные базовые станции, оптические телекоммуникационные сети (FTTH) и любые системы, требующие высококачественной синхронизации.

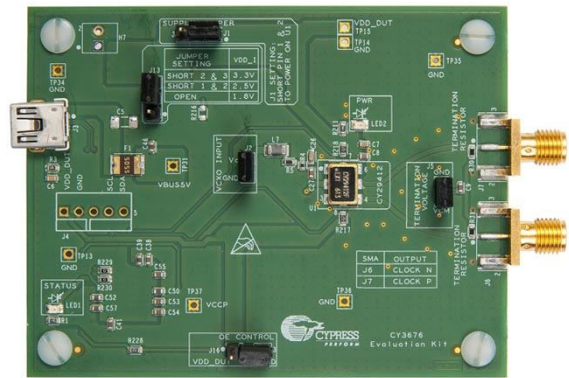
Среднеквадратичное значение джиттера приборов семейства CY294X составляет 110 фс (при смещении 12 кГц ... 20 МГц). Устройства поставляются в стандартных для отрасли корпусах, позволяющих использовать их для прямой замены дорогих и негибких генераторов на ПАВ или обратных мезаструктурах, получив при этом универсальный





прибор с лучшими характеристиками джиттера. В CY294X используется запатентованная Cypress технология программирования, позволяющая немедленно начать генерацию любой частоты в диапазоне от 15 МГц до 2.1 ГГц, включая нестандартные частоты. Приборы имеют встроенные стандартные интерфейсы I²C, предоставляющие конечным пользователям возможность гибко использовать одно устройство для множества аппаратных платформ.

Для CY294X разработаны два оценочных комплекта CY3676 и CY3677, а также инструмент для программирования CyClock-Wizard 2.1, которые помогут разработчикам сформировать требуемые частоты и легко



Оценочный комплект CY3676.

проверить характеристики создаваемых устройств.

Доступность

В настоящее время доступны единичные образцы генераторов семейства CY294X в корпусах LCC с размерами 5 7 мм и 5 3.2 мм, а также в 16-выводных корпусах QFN. Начало серийного производства ожидается во второй половине 2016 года.

Intersil создала лучший в отрасли драйвер лазерных диодов для автомобильных дисплеев, отображающих информацию на лобовом стекле

Высокоскоростной четырехканальный драйвер ISL78365 формирует импульсы тока до 750 мА для лазеров с высокой интенсивностью излучения, проецирующих Full HD видео на лобовое стекло

Компания Intersil анонсировала драйвер лазерных диодов ISL78365 для автомобильных систем отображения информации на лобовом стекле (HUD – heads-up display). Высокоинтегрированное устройство формирует импульсы тока до 750 мА для четырех лазеров с высокой интенсивностью излучения, проецирующих Full HD цветное видео на лобовое стекло, что примерно вдвое превышает токи конкурирующих решений. Более высокие токи и скорости переключения микросхемы ISL78365 позволяют создавать HUD с высоким разрешением, большой глубиной цвета и высокой частотой смены кадров.

Лазерные HUD являются последней инновацией в области современных систем помощи водителю (ADAS). HUD транспортного средства дает водителям возможность сосредоточить внимание на дороге, безопасно отображая информацию о скорости, пред-

упреждающих сигналах и других важных параметрах движения на лобовом стекле прямо на уровне глаз водителя. Новое поколение лазерных HUD дополненной реальности отличается почти нулевым временем задержки и широким полем зрения. В режиме реального времени они накладывают дополнительную информацию, такую как дорожные знаки и полоса движения для планируе-



мого поворота, рисуя виртуальные стрелки и линии на лежащей впереди дороге, чтобы сделать направления движения очевидными, а следование указаниям – простым.

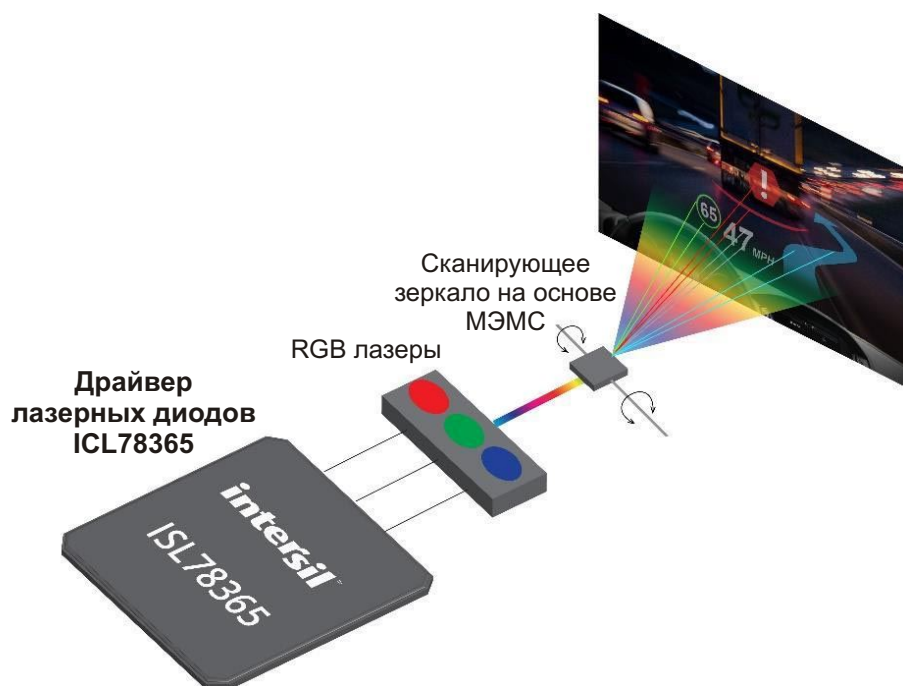
Четырехканальный драйвер ISL78365 представляет собой законченное решение для управления лазерами в проекционных системах со сканирующими МЭМС зеркалами, которые будут внедряться в автомобилях следующих поколений. Это единственный в отрасли драйвер лазеров с четырьмя каналами для поддержки широкого спектра конфигураций лазерных диодов, позволяющий разработчикам систем достичь желаемой яркости, резкости и насыщенности цветов при высоком контрасте. При временах нарастания и спада менее 1.5 нс ISL78365 по скорости переключения превосходит все конкурирующие устройства, формируя цветное HD видео с высокой частотой кадровой развертки. 10-битный цвет и 10-битное разрешение позволяют реализовать множество уровней контраста для каждого канала драйвера. Его гибкий синхронный параллельный видеоинтерфейс рассчитан на скорости передачи пикселей вплоть до 150 МГц, или 1900 пикселей в строке.

Подсистема динамического управления питанием микросхемы ISL78365 оптимизирует ток лазерного диода и поддерживает три

режима энергосбережения для облегчения тепловых режимов системы за счет повышения эффективности и снижения рассеиваемой мощности. Функция программируемого многоимпульсного возврата к нулю уменьшает пятнистость изображения, а корпус QFN со смачиваемыми торцами выводов упрощает интеграцию в компактные лазерные проекционные HUD.

Основные особенности и технические характеристики

- Пиковый ток до 750 мА на канал;
- Высокие скорости переключения выходов с типичными временами фронтов и спадов импульсов, равными 1.5 нс для четкого отображения пикселей;
- Поддерживает максимальную выходную частоту следования пикселей вплоть до 150 МГц;
- Схема измерения напряжения лазера с интегрированным контроллером динамической оптимизации мощности для экономии расхода энергии;
- Гибкий порядок данных поддерживает различные оптико-механические конфигурации лазерных RGB диодов;
- Управление временем гашения для снижения тока, потребляемого драйвером лазерных диодов;



Лазерный проектор со сканирующими МЭМС зеркалами для отображения информации на лобовом стекле.

- Функция программируемого многоимпульсного возврата к нулю для максимальной гибкости и уменьшения пятнистости изображения;
- Один источник 3.3 В и отдельный источник 1.8 В для питания видеоинтерфейса снижают потребление энергии;
- Трехпроводный последовательный периферийный интерфейс;
- Соответствует требованиям стандарта AEC-Q100 Grade-1 для работы в диапазоне температур от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$;
- Корпус QFN со смачиваемыми торцами контактов, облегчающими оптический контроль паяных соединений для снижения производственных расходов.

Чтобы получить полную систему питания автомобильных лазерных проекционных HUD, к драйверу ISL78365 можно добавить 2.5-амперный синхронный понижающий регулятор ISL78206, 2.5-амперный синхронный повышающе-понижающий регулятор ISL78201, 3-амперный синхронный понижающий регулятор ISL78233, сдвоенный 300-миллиамперный LDO регулятор ISL78302 и цифровой цветной RGB датчик освещенности ISL29125.

Цена и доступность

Четырехканальные драйверы лазерных диодов ISL78365 выпускаются в 40-выводных корпусах WFQFN с размерами 6 мм 6 мм и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$9.82 за штуку.

Semtech расширяет платформу μClamp устройством $\mu\text{Clamp2417P}$ для защиты промышленных интерфейсов от опасных импульсных помех

Матрица TVS-диодов $\mu\text{Clamp2417P}$ 24V позволяет потребителям с запасом выполнять требования существующих промышленных стандартов по защите приборов от электростатических разрядов

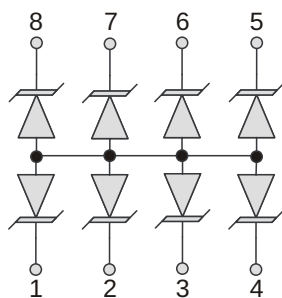
Компания Semtech представила новую матрицу супрессоров, предназначенную для широкого использования в цепях защиты промышленных интерфейсов с рабочим напряжением до 24 В и числом линий до 7. Устройство $\mu\text{Clamp2417P}$, выпускаемое в небольшом корпусе QFN площадью 2.6 2.6 мм, выдерживает 10-амперные импульсы тока с соотношением длительностей фронта/спада равным 8/20 мкс и идеально подходит для защиты промышленных интерфейсов данных от угроз повреждения кратковременными перенапряжениями, включая электростатические разряды, электрические быстрые переходные процессы и мощные импульсные помехи, возникающие при грозовых разрядах.

Превосходные характеристики ограничения напряжения 7-линейного устройства $\mu\text{Clamp2417P}$ обеспечивают эффективную защиту от импульсных помех многопроводных промышленных портов данных. Высокая устойчивость супрессора к импульсным перенапряжениям делает его идеальным средством защиты портов от выбросов, индуцированных грозовыми разрядами, а способность противостоять быстрым переходным процессам поможет потребителям не только соблюсти, но и превзойти требования самых строгих в отрасли стандартов защиты от повреждений статическим электричеством (IEC 61000-4-2).

Ключевые особенности микросхемы $\mu\text{Clamp2417P}$

- Защита от импульсных помех высокоскоростных линий передачи данных в соответствии с требованиями стандартов:
 - IEC 61000-4-2 (ESD) ± 25 кВ (разряд через воздушный промежуток), ± 17 кВ (контактный разряд);
 - IEC 61000-4-4 (высокочастотные электромагнитные помехи) 40 А (5/50 нс);





- IEC 61000-4-5 (грозовой разряд) 100 A (8/20 мкс).
- Рабочее напряжение до 24 В;
- Высокая перегрузочная способность: 10 A (8/20 мкс);
- Защищает 7 двунаправленных линий, а также может использоваться для защиты 8 линий ввода/вывода;

- Низкая емкость между линиями: менее 50 пФ;
- Небольшой корпус с размерами 2.6 × 2.6 × 0.5 мм;
- Не содержит свинца и отвечает требованиям директивы RoHS/WEEE.

Цены и доступность

Супрессоры μ Clamp2417P выпускаются в промышленных объемах и готовы к немедленной отгрузке. В лотах из 10,000 приборов один прибор можно купить по цене \$0.52. Semtech готова предоставить разработчикам всестороннюю помощь, включая сервисное обслуживание и помощь в организации производства.

Технология RadioVerse и экосистема разработки компании Analog Devices упрощают создание беспроводных систем

Analog Devices (ADI) представила методику и экосистему разработки RadioVerse, которые обеспечат потребителей интегрированными технологиями создания приемопередатчиков, надежными средствами проектирования и техническим опытом, отвечающим конкретным потребностям рынка, с помощью которых они смогут в кратчайшие сроки довести свои радиоустройства от концепции до серийного изделия. Технологии приемопередатчиков новой экосистемы снижают размеры радиосистем, вес и потребляемую ими мощность, при этом среда разработки предоставляет инструментальные средства разработки встроенного ПО, программы и инструменты, помогающие потребителям упростить и ускорить конструирование радиоустройств для широкого ряда приложений, включая инфраструктуру беспроводной связи, аэрокосмическую и оборонную элек-

тронику, а также контрольно-измерительное оборудование. RadioVerse позволяет по-новому подойти к проектированию радиоустройств на схемотехническом, архитектурном, системном и программном уровнях, чтобы упростить их интеграцию и ускорить выход коммерческой продукции на рынок.



В рамках технологической концепции RadioVerse ADI представила микросхему AD9371 – новейшее дополнение к семейству интегральных широкополосных радиочастотных приемопередатчиков. Это исключительно универсальная радиочастотная система на кристалле операторского класса с широким диапазоном перестройки от 300 МГц до 6 ГГц, полосой пропускания 100 МГц и потребляемой в обычном режиме мощностью менее 5 Вт. Она заменяет или позволяет исключить из схемы до 20 внешних радиокомпонентов и может использоваться в



качестве универсальной платформы конструирования многих приложений различных стандартов, повышая эффективность исследований и разработок и сокращая время реакции на запросы рынка. В семейство широкополосных радиочастотных приемопередатчиков входят также микросхемы AD9361 и AD9364.



Радиокарта ADRV9371-N/PCBZ.

Технология и экосистема разработки RadioVerse сокращает путь до рынка

Технология и экосистема разработки RadioVerse компании ADI ускоряют выход продукции на рынок, предоставляя клиентам интегрированные радиочастотные приемопередатчики, интерфейс прикладных программ, пакеты поддержки проектирования, надежную документацию, онлайн доступ к сообществу технической поддержки Engineer Zone и многое другое. RadioVerse предоставляет интегрированные оценочные платы широкополосных радиочастотных приемопередатчиков, которые напрямую подключаются к платформе разработки ПЛИС, позволяя потребителям выполнять оценку характеристик на уровне чипа и быстро создавать законченные прототипы беспроводных решений с использованием единой аппаратной платформы. Платы поддерживаются инструментальными средствами, включающими язык описания аппаратуры, драйверы Linux, интерфейс прикладных программ, графический интерфейс пользователя и файлы проектов, необходимые потребителям, чтобы дать начальный толчок своим собственным проектам. Точная верифицированная модель микросхемы AD9371, позволяющая выполнять моделирование и анализ приемопередатчика, может быть разработана с помощью паке-

тов MATLAB и Simulink. Затем конечные пользователи могут использовать модель для конфигурирования приемопередатчика и проверки его характеристик, чтобы быстрее решить возникшие проблемы и ускорить завершение проектирования своей высокочастотной систем.

Среда проектирования RadioVerse продолжит расширяться, вбирая в себя собственные решения сторонних производителей, продукцию коммерческих поставщиков и других партнеров, чтобы клиенты могли в кратчайшие сроки вывести разрабатываемые изделия на широкий рынок.

Самый широкополосный интегральный радиочастотный приемопередатчик предоставляет гибкость и высокий уровень характеристик

Интегрированный широкополосный радиочастотный приемопередатчик AD9371 идеально подходит для таких приложений, как беспроводная связь, аэрокосмическая и оборонная электроника, а также электронные контрольно-измерительные системы и приборы, где требуются высококачественные широкодиапазонные радиоприемники с самым низким в отрасли уровнем энергопотребления. AD9371 перекрывает частотный диапазон от 300 МГц до 6 ГГц и обеспечивает прием и передачу сигналов большого уровня с мгновенной шириной спектра до 100 МГц в полосах приема и передачи до 250 МГц. В микросхему интегрированы функции гетеродина и синхронизации, а также ультрасовременные алгоритмы калибровки и коррекции. Устройство поддерживает широкий спектр стандартов и приложений, позволяя потребителям снизить число внешних компонентов и затраты на разработку за счет сокращения количества схемотехнических вариантов конструкции. Универсальность AD9371, простота использования, а также уменьшенные размеры, вес и потребляемая мощность позволяют конструкторам внедрять радиоустройства во множество таких приложений, как:

- Малогабаритные многополосные базовые станции на зданиях, фонарных столбах и стенах офисных помещений;
- Линии дальней связи для передачи видео высокой четкости с беспилотных летательных аппаратов;

- Широкополосные системы спутниковой связи военного назначения;
- Электронное контрольно-измерительное оборудование, поддерживающее тестирование многорежимных, многополосных приложений.

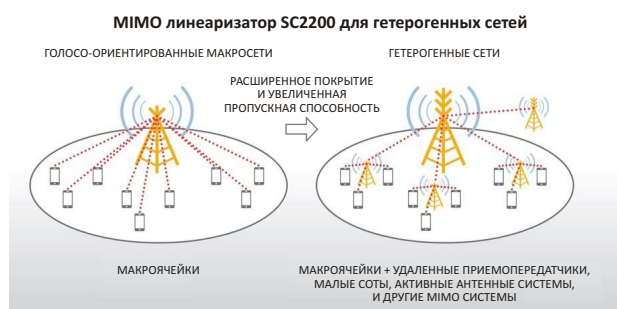
Цены и доступность

Микросхемы AD9371 выпускаются серийно в 196-контактных корпусах BGA с размерами кристалла, имеющими габариты 12 12 мм. В партиях из 1000 штук одна микросхема стоит \$245.

MIMO линейаризатор компании Maxim открывает путь к созданию более экологичных сетей

Двухканальный линейаризатор радиочастотных усилителей мощности SC2200 компании Maxim значительно повышает системную эффективность базовых станций

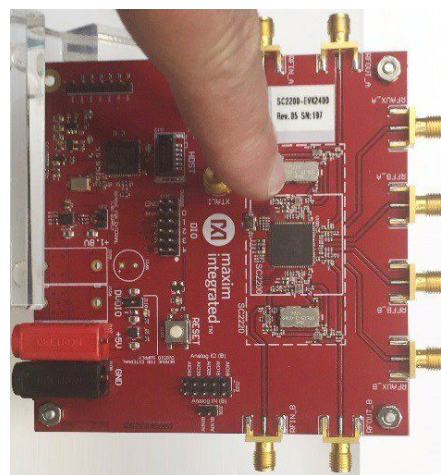
С выпуском компанией Maxim двухканального линейаризатора радиочастотных усилителей мощности SC2200 разработчики смогут снизить энергопотребление, стоимость и размеры своих устройств обработки высокочастотных сигналов.



Линейаризатор позволяет усилителям мощности снизить потребление энергии до 70% по сравнению с режимом работы при неполной выходной мощности. Кроме того, он может до 50% снизить затраты на комплектующие и до 8 раз сократить размеры конечного решения по сравнению с имеющимися на рынке приложениями, использующими метод цифровых предусказаний (digital pre-distortion – DPD). Законченное приложение на SC2200, занимающее менее одного квадратного дюйма пространства платы, существенно повышает КПД усилителя мощности, потребляя при этом менее 1.5 Вт при полной загрузке обоих каналов. Это позволит производителям реализовать значительные конкурентные преимущества, а операторам поможет выполнять требования по снижению эксплуатационных издержек и стоимости монтажных работ.

В связи с экспоненциальным ростом трафика сотовой связи отрасль переходит от

голосо-ориентированных макросетей к гетерогенным сетям с расширенным покрытием и увеличенной пропускной способностью. SC2200 является превосходной альтернативой неэффективному методу снижения выходной мощности усилителей и предпочтительнее DPD, поскольку не требует программного обеспечения или разработки сложных алгоритмов. Линейаризатор имеет встроенный предварительный усилитель, работающий от внутреннего источника напряжения 1.8 В, и сохраняет оптимальность при работе с широким диапазоном внешних усилителей, различающихся архитектурами, технологиями и уровнями мощности. Он может использоваться в 2G, 3G и 4G системах, включая TD-LTE и FD-LTE. Устройство идеально подходит для таких приложений, как макро- и малоячеечные базовые станции, распределенные и активные антенные системы, удаленные приемопередатчики и другие многоканальные входы и выходы системы (MIMO).



Оценочный комплект SC2200-EVK2400.

Основные преимущества

- **Отличные характеристики:**

Соответствует строгим нормативным требованиям по уровню спектрального излучения и амплитуде вектора ошибок (EVM);

- **Низкое энергопотребление:**

Экономит до 70% энергии по сравнению с усилителем мощности 37 дБм, работающим с неполной выходной мощностью;

- **Снижение затрат на материалы:**

По сравнению с технологией DPD позволяет сэкономить до 50% на стоимости комплектов;

- **Небольшие размеры:**

До 8 раз сокращает размеры конечного решения по сравнению с имеющимися на рынке приложениями, использующими DPD.

Доступность и цены

Линеаризатор выпускается в корпусе SAWN QFN площадью 11 11 мм и рассчитан на работу в диапазоне температур от -40°C до 100°C . Доступны оценочные комплекты SC2200-EVK 900, SC2200-EVK 1900, SC2200-EVK 2400. Цены предоставляются по запросу.

TI представляет первый в отрасли 14-разрядный АЦП прямой дискретизации радиочастотных сигналов с производительностью 3 GSPS

14-разрядный АЦП компании TI, не имеющий аналогов по скорости, полосе пропускания и динамическому диапазону, упрощает архитектуру систем прямой дискретизации радиочастотных сигналов

Texas Instruments (TI) достигла наивысшего на сегодня уровня характеристик приборов для прямой дискретизации радиочастотных (РЧ) сигналов, представив самый быстрый в отрасли 14-разрядный АЦП ADC32RF45. Двухканальный АЦП осуществляет прямое преобразование радиочастотных сигналов до 4 ГГц, предоставляя инженерам доступ к инструменту с беспрецедентно высокими значениями динамического диапазона и полосы пропускания. Первый прибор компании TI в новом семействе преобразователей данных для дискретизации РЧ сигналов позволяет в многополосных приемниках исключить из цепи обработки сигнала до четырех каска-

дов промежуточных понижающих преобразователей частоты, что упростит архитектуру системы и даст возможность сэкономить до 75% площади печатной платы.

Прямая выборка радиочастотных сигналов отвечает потребностям инженеров в более высокой интеграции, лучших шумовых характеристиках, расширенной полосе пропускания и компактности для создания более совершенных радаров, программно определяемых радиосистем, аэрокосмической и военной аппаратуры, контрольно-измерительного оборудования, средств беспроводной связи и радиоастрономических систем.

Основные особенности и преимущества

- **Поддержка высокочастотных входов до 4 ГГц** позволяет осуществлять прямое преобразование РЧ сигнала в первой, второй и третьей зонах Найквиста (полностью включая L- и S-диапазоны). Это упрощает фильтры, экономит место на плате и сокращает количество необходимых компонентов.
- ADC32RF45 обнаруживает даже самые слабые сигналы с **наилучшим в отрасли показателем спектральной плотности шума -155 dBFS/Гц** , что на 5 дБ лучше, чем у конкурирующих устройств. Он име-



ет лучшее в отрасли отношение сигнал/шум, равное 58.5 дБ при входной частоте 1.8 ГГц.

- **Самый быстрый 14-битный АЦП с максимальной частотой дискретизации 3 GSPS** обеспечивает мгновенную полосу пропускания 1.5 ГГц на канал, позволяя инженерам создавать широкополосные синфазные и квадратурные компоненты приемников для частотных диапазонов свыше 2.5 ГГц.
- **Многополосный цифровой понижающий преобразователь**, извлекающий один или два поддиапазона на канал. Впечатляющее (до 92%) уменьшение нагрузки на интерфейс передачи цифровых данных снижает требования к размерам системы, потребляемой мощности и ресурсам обработки.

Ресурсы для ускорения проектирования

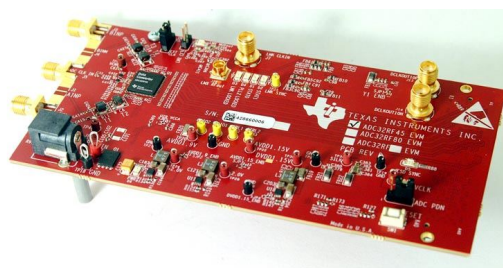
В настоящее время в онлайн магазине TI за \$2,499 можно приобрести оценочный модуль ADC32RF45EVM и карту захвата данных TSW14J56EVM, которая стоит \$1,249. Дополнительная поддержка включает в себя базовые проекты и указания по применению.

Полная высокоэффективная сигнальная цепь

Для ускорения процесса разработки и реализации наилучших характеристик продукта сегодня инженеры могут создать полную цепь обработки аналогового сигнала, добавив к ADC32RF45 следующие приборы из портфеля TI:

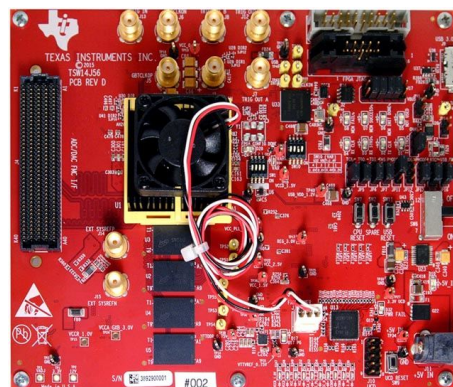
- 7-гигагерцовый двухканальный полностью дифференциальный усилитель LMH3404, поддерживающий полосу частот 0 до 1.5 ГГц;
- синтезатор частот LMX2592 с рабочей полосой до 9.8 ГГц;

- подавитель джиттера LMK04828, отвечающий требованиям стандарта JESD204B.



Оценочный модуль ADC32RF45EVM.

Кроме того, в качестве системно-оптимизированной альтернативы программируемым вентилям предлагается процессор 66AK2L06.



Карта захвата данных TSW14J56EVM.

Доступность и цены

В дополнение к доступным уже сегодня платам ADC32RF45EVM, в третьем квартале 2016 года будет запущена в серийное производство микросхема ADC32RF45 в 72-контактном бессвинцовом корпусе QFN размером 10 × 10 мм, которая в партиях из 100 штук будет продаваться по цене \$2,495.

Linear Technology анонсировала высокоточный микромодуль стабилизатора для промышленных систем и авионики

К семейству µModule Linear Technology добавила новый силовой модуль LTM8053 понижающего регулятора с входным напряжением до 40 В (абсолютный максимум 42 В), способный безопасно работать в зашумленных условиях от нерегулируемых или флуктуирующих от 12 В до 36 В источников пита-

ния в таких приложениях, как промышленные роботы, устройства автоматизации производственных процессов и системы авионики.

В корпусе BGA микромодуля LTM8053, имеющего размеры 6.25 × 9 × 3.32 мм, размещены контроллер импульсного регулятора, силовые ключи, катушка индуктивности и

другие вспомогательные компоненты. Добавив к LTM8053 всего пару конденсаторов и пару резисторов, можно создать решение, занимающее примерно 150 мм², в то время как для альтернативных решений требуется до 250 мм² и вдвое больше компонентов.

LTM8053 может отдавать в нагрузку непрерывный ток до 3.5 А (при пиковом значении 6 А), а его вывод управления распределением токов SHARE позволяет включать несколько модулей параллельно для увеличения общего тока. Выходное напряжение устанавливается одним резистором в диапазоне от 0.97 В до 15 В. Столь широким диапазоном выходных напряжений обеспечивается универсальность устройства, с помощью которого можно получать на общей системной шине напряжения 3.3 В, 5 В, 12 В и 15 В. КПД преобразования входного напряжения 12 В в выходное 5 В составляет 90%. При этом, отдавая в нагрузку ток 3.5 А при окружающей температуре до 85 °С, LTM8053 не нуждается ни в теплоотводе, ни в воздушном охлаждении.

LTM8053 рассчитаны на работу в диапазоне температур от –40 °С до 125 °С. В лотах из 1000 приборов цена одного модуля начинается от \$9.66.



Сводка основных особенностей LTM8053

- Законченный импульсный понижающий источник питания;
- Широкий диапазон входных напряжений: от 3.4 В до 40 В;
- Широкий диапазон выходных напряжений: от 0.97 В до 15 В;
- Выходной ток:
 - непрерывный: 3.5 А,
 - пиковый: 6 А;
- Возможность параллельного включения для увеличения выходного тока;
- Частота переключения, выбираемая из диапазона 200 кГц ... 3 МГц;
- Миниатюрный низкопрофильный корпус BGA с размерами 6.25 9 3.32 мм, отвечающий требованиям директивы RoHS.

Рабочее напряжение высоковольтных MOSFET компании Central достигло 800 В

Central Semiconductor приступила к выпуску новейших энергоэффективных высоковольтных MOSFET семейства UltraMOS, разработанных для минимизации общих потерь проводимости и увеличения плотности мощности. Транзистор CDM22012-800LRFP в корпусе



пусе TO-220FP (Full Pack) рассчитан на ток до 12 А и напряжение до 800 В. Ключевыми характеристиками этого UltraMOS прибора, определяющими его энергетическую эффективность, по уровню которой он превосходит аналогичные стандартные MOSFET, являются низкое сопротивление открытого канала, составляющее всего 0.37 Ом, и общий заряд затвора – 7.6 нКл. 800-вольтовые MOSFET семейства UltraMOS идеально подходят для источников питания и инверторов и прекрасно сочетаются с выпрямителями HyperFast компании Central, обеспечивая превосходное быстродействие, необходимое для компенсации сдвига фазы в корректорах коэффициента мощности. Устройства UltraMOS доступны как в стандартных, так и в заказных корпусах.

Транзисторы CDM22012-800LRFP продаются упакованными в пеналах или рос-

сыпью, и в партиях из 1000 приборов стоят \$1.90 за штуку. Устройства можно купить в интернет-магазинах Digi-Key, Future Electronics и Mouser Electronics. Для получения образцов необходимо обращаться непосредственно к Central Semiconductor.

Помимо 800-вольтовых транзисторов, Central выпускает устройства UltraMOS на напряжения 600 В и 700 В. В текущем году также планируется выпуск устройств с рабочим током 6 А и допустимым напряжением 800 В.

Срее удвоила световой поток в новых приборах повышенной плотности XLamp CXA2

CXB1520 стал первым прибором, способным отдавать более 6,000 люменов с излучающей поверхностью 9 мм

Компания Cree продолжает ломать устоявшиеся представления о доступных характеристиках светодиодов, начав выпуск светодиодных матриц высокой плотности XLamp CXB1310 и CXB1520. Используя элементы своей технологической платформы SC5, Cree создала новые светодиоды, излучающие световой поток наибольшей в отрасли плотности для диаметров светоизлучающих поверхностей 6 мм и 9 мм. С выпуском этих приборов смогут создаваться совершенно новые и дифференцированные конструкции светодиодных устройств для таких приложений, как трековые светильники, лампы и потолочные осветительные приборы. Например, светодиод CXB1520, излучающий с площади менее десятицентовой монеты такой же световой поток, как семь 60-ваттных ламп накаливания, дает производителям осветительных приборов возможность получать больше света при меньшей стоимости системы.



Высокий уровень характеристик светодиодных матриц CXA2 позволяет поставщикам осветительных приборов на системном уровне сократить затраты на теплоотводящие, механические и оптические компоненты. Например, светодиод CXB1520, имеющий цветовую температуру 3000K и индекс цветопередачи 80, в сочетании с оптикой диаметром 74 мм может обеспечить силу света

50,000 кандел в угле излучения 10° при потребляемой мощности лишь 40 Вт. Столь высокая плотность светового потока позволяет воспроизвести характеристики 70-ваттной керамической металлогалогенной лампы типоразмера PAR38 в форм-факторе имеющей гораздо меньшие размеры оптики лампы PAR20, одновременно сократив расход мощности на 43%. Аналогичное снижение размеров и мощности по сравнению с традиционными источниками света даст использование светодиодной матрицы CXB1310, излучающей до 3200 люмен с поверхности диаметром 6 мм.

Благодаря фирменной процедуре измерения и разбраковки EasyWhite, выполняемой при температуре 85 °C, конструкциям, в которых используется только один светодиод, матрицы XLamp CXA2 обеспечат наименьший в отрасли разброс цветов в пределах 2-, 3- и 5-шагового эллипса МакАдама для любых приборов с цветовыми температурами от 2700K до 6500K и значениями индексов цветопередачи 70, 80 и 90. Светодиоды CXB1310 и CXB1520 прошли процедуру длительного тестирования LM-80, позволяющую, согласно критерию L90, прогнозировать сроки их службы не менее 36,300 часов при температурах 85 °C и 105 °C.

Светодиодные матрицы CXA2 конструктивно не отличаются от выпущенных ранее приборов CXA, что позволяет использовать существующую оптику, держатели и драйверы. Кроме того, по уровню безопасности приборы отвечают требованиям Уровня 4 стандарта организации UL. В настоящее время доступны как единичные образцы, так и промышленные партии светодиодов, которые могут быть отгружены в стандартные сроки.

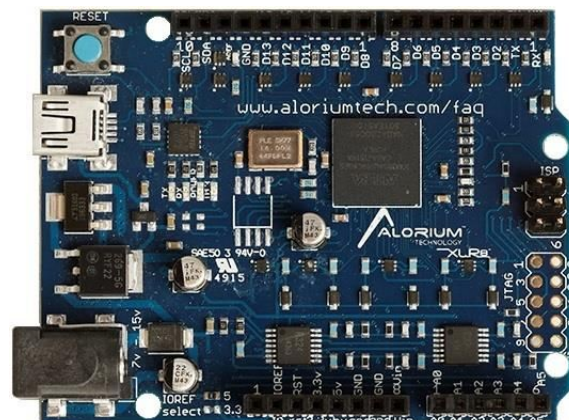
Mouser Electronics начинает дистрибуцию отладочных плат на ПЛИС, совместимых с Arduino

Graham Prophet

EDN Europe

Mouser Electronics объявила о заключении глобального дистрибьюторского соглашения с американской компанией Alorium Technology, производящей основанную на ПЛИС отладочную плату XLR8, в которой интегрированы микроконтроллерное ядро, совместимое с ATmega328, и пользовательские блоки ускорения.

По утверждению Mouser, плата дает разработчикам преимущество сочетания простой в использовании экосистемы Arduino с аппаратным ускорением, предоставляемым ПЛИС. В качестве главного процессорного чипа Arduino совместимой платы XLR8 выбрана ПЛИС Altera MAX 10. На ПЛИС реализовано совместимое с ATmega328 процессорное ядро, а оставшееся в ПЛИС место отдается в распоряжение разработчикам, чтобы использовать его для реализации собственной логики в форме Xcelerator Blocks (XB, блок ускорения), которая может быть интегрирована в реконфигурируемую ПЛИС и подключена прямо к процессору. Основанные на ПЛИС аппаратное ускорение и разгрузка значительно улучшают характеристики XLR8, сохранившей те же физические размеры и использующей тот же набор инструментальных средств, что и стандартные платы Arduino Uno. Скетчи, написанные для Arduino совместимых плат, будут работать и на XLR8, так что разработчики смогут



загружать коды непосредственно в XLR8 с помощью средств интегрированной среды разработки (IDE) Arduino и использовать Arduino совместимые модули расширения (шилды).

Плата XLR8 содержит библиотеки для Arduino IDE, делающие использование XB столь же простым, как добавление одного оператора в скетч Arduino. С помощью XB одни и те же функции выполняются намного быстрее, чем при чисто программной реализации. За счет аппаратного ускорения плата XLR8 сокращает время выполнения сложных задач и предоставляет больше тактовых циклов для дополнительных программных функций, увеличивая скорость вычислений и улучшая общие характеристики приложения.

Diodes разработала новый драйвер с большим коэффициентом мощности для светодиодных ретрофитных ламп

Компания Diodes анонсировала новый универсальный драйвер светодиодов, включаемых в сеть переменного тока. Микросхема AL1676 не только полностью соответствует предписаниям международных стандартов, регламентирующих величину коэффициента мощности недиммируемых ретрофитных и трубчатых светодиодных ламп, но и отчасти превосходит их, позволяя создавать конструкции, отличающиеся высокой эффективностью и низкими затратами на компонен-



ты. Потребителям предоставлена возможность выбора допустимых напряжений стока интегрированных MOSFET из диапазона от 300 В до 650 В и токов стока от 1 А до 4 А, что позволяет оптимизировать и унифицировать схемы большинства драйверов ламп мощностью от 3 Вт до 18 Вт.

Высокий коэффициент мощности достигается использованием однокаскадной топологии понижающего преобразователя с постоянным временем включения силового транзистора и простейшим контуром обратной связи, гарантирующим питание светодиодов точным постоянным током с хорошей стабилизацией по входному напряжению и нагрузке. Работа в режиме граничной проводимости упрощает соблюдение требований по уровням ЭМИ и электромагнитной совместимости, а способность отслеживать время выключения транзистора позволяет исключить

дополнительную обмотку трансформатора, что, в конечном счете, еще больше снижает количество необходимых компонентов и стоимость устройства.

В микросхему AL1676 включены цепи защиты от пониженного и повышенного напряжения, от перегрева, а также схема прогрессирующего ограничения тока при повышении температуры, совокупность которых помогает повысить надежность систем, работающих при высоких температурах, характерных для светодиодных ламп. Высокий уровень интеграции в сочетании с небольшим корпусом SO-7 размером 5 × 6 мм позволяют создавать очень компактные решения, используя одинаковые схемы для ламп разной мощности за счет выбора встроенного MOSFET с параметрами, в наибольшей степени отвечающими требованиям конкретного устройства.

Maxim выпускает базовый проект светодиодного дисплея 16x16, совместимого с Arduino и ARM mbed

Совместимый с платформами Arduino и ARM mbed базовый проект MAXREFDES99# компании Maxim Integrated

Радиолюбители и производители получают новые возможности для разработки светодиодных табло, воспользовавшись только что выпущенным компанией Maxim Integrated базовым проектом дисплея 16 × 16.



Светодиоды радикально изменили и продолжают изменять характеристики устройств информирования и освещения. Однако нередко современные светодиодные дисплеи имеют формат 8 × 8, не позволяющий отображать многие международные алфавитно-цифровые символы. На плате базового проекта MAXREFDES99# установлены

драйверы светодиодов MAX7219, обеспечивающие управление 256 светодиодами в матричном дисплее 16 × 16, способном отображать символы различных языков. Драйвер MAX7219 упрощает процесс управления несколькими светодиодами, собранными в структуры матричного или сегментного типа. Для быстрого создания прототипов в дополнение к набору MAXREFDES99# разработаны программные коды, поддерживающие как платформу ARM mbed, так и Arduino. При необходимости расширения возможностей устройства эти коды могут быть легко дополнены разработчиками.

Ключевые преимущества

- **Гибкость:**

Точечно-матричный дисплей 16 × 16 для отображения символов различных алфавитов;

- **Надежность:**

Содержит проверенные временем драйверы светодиодов MAX7219 для долговечных информационных указателей;

- **Простота использования:**

Совместимость с платформами Arduino и ARM mbed для быстрого создания прототипов.

Комментарий

«Дисплеи 16 16 получают все более широкое распространение в качестве строительных блоков создаваемых светодиодных информационных указателей, – сказал Дэвид Андин (David Andeen), руководитель направления базовых проектов компании Maxim Integrated. – С этим новым набором и

легкодоступным кодом разработчики и изготовители указателей смогут немедленно начать демонстрацию своих светодиодных творений».

Доступность и цена

Базовые наборы MAXREFDES99# можно приобрести за \$49 на веб-сайте Maxim и у уполномоченных дистрибьюторов компании. Файлы проекта, включая схемы, чертежи печатных плат и прошивки, а также результаты испытаний, предоставляются бесплатно и доступны для свободной загрузки.

Texas Instruments анонсировала сверхминиатюрный 60-вольтовый MOSFET с самым низким в отрасли сопротивлением канала

Крошечный корпус LGA на 80% меньше традиционных коммутаторов нагрузки

Texas Instruments (TI) анонсировала изготовленный по технологии FemtoFET мощный 60-вольтовый N-канальный транзистор, способный существенно снизить потребление мощности в конечных системах за счет рекордного для отрасли сопротивления открытого канала, на порядок более низкого, чем у традиционных 60-вольтовых коммутаторов нагрузки. Новый MOSFET CSD18541F5 в крошечном корпусе с размерами 1.53 0.77 мм, основу которого образует сам кристалл, занимает площадь на 80% меньше, чем общепринятые для переключателей нагрузки корпуса SOT-23.

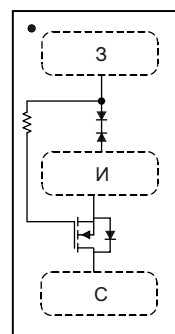


Транзистор CSD18541F5, типовое значение сопротивления открытого канала которого составляет 54 мОм, разработан и оптимизирован для замены стандартных малосигнальных MOSFET в промышленных коммута-

торах нагрузки с жесткими требованиями к объему оборудования. Корпус LGA, несмотря на миниатюрные размеры, удобен для монтажа благодаря шагу выводов 0.5 мм.

CSD18541F5 расширяют семейство MOSFET компании TI на технологической платформе FemtoFET, добавляя в него приборы с более высоким рабочим напряжением при меньших размерах корпуса.

Вид сверху



Основные особенности и преимущества CSD18541F5

- Сверхнизкое сопротивление открытого канала, равное 54 мОм при напряжении затвор-исток 10 В, на 90% меньше чем у обычных 60-вольтовых коммутаторов нагрузки;
- Габариты 1.53 0.77 0.35 мм ультраминиатюрного корпуса LGA на 80% меньше, чем у традиционных переключателей

нагрузки в корпусах SOT-23, что позволяет сократить площадь, занимаемую прибором на печатной плате;

- Удобный для монтажа корпус с шагом вводом 0.5 мм;
- Интегрированные диоды защиты от электростатических разрядов предохраняют затвор MOSFET от повышенных напряжений.

Доступность, корпус, цена

CSD18541F5 в 3-выводных корпусах LGA можно приобрести у TI или авторизованных дистрибьюторов компании. В лотах из 1000 транзисторов один прибор будет стоить \$0.14. Кроме того, на сайте TI доступны для бесплатной загрузки динамические PSpice модели транзистора.

Socionext выпустила самую малопотребляющую в мире ИС для одночастотной передачи 100 Гб/с по одномодовому оптоволокну

Основанная на DMT микросхема для межсоединений дата-центров и беспроводной инфраструктуры удваивает пропускную способность по сравнению с существующими решениями

Компания Socionext объявила о начале производства микросхемы MB8AJ2060 – полностью интегрированного приемопередатчика, поддерживающего технологию дискретной мультиотонной (DMT) модуляции. Рассеивая мощность менее 5 Вт, эта система на кристалле устанавливает новый рекорд для одночастотной передачи со скоростью 100 Гб/с.

Быстрое распространение интеллектуальных устройств, увеличение объема облачных вычислений и расширение облачных сервисов стимулируют развитие сетей с повышенной пропускной способностью. Переход на связь между дата-центрами по оптоволоконным сетям 100G уже начался и будет ускоряться в течение нескольких последующих лет. Распространение стандартов 4G и 5G также приводит к перегрузке оптоволоконных сетей.

Недорогие и эффективные средства передачи информации на физическом уровне имеют ключевое значение для поддержки развития обоих этих рынков, так же, как и максимальное увеличение пропускной способности оптоволокна за счет одночастотной передачи на скорости 100 Гб/с. Одним из путей достижения этого является использование многоуровневой передачи сигналов для увеличения скорости модуляции, а также увеличение битовой скорости при той же скорости в бодах. Использование этого способа (два бита на символ) для получения 50 Гб/с из стандартной скорости передачи двоичных сигналов 25 Гб/с – это хороший шаг вперед.

Однако следующим шагом для получения 100 Гб/с должно быть удвоение бодовой скорости до 56 ГБод. Получить такой результат на малопроизводительных оптических компонентах крайне сложно, особенно при расстояниях больше нескольких километров. Альтернативой является DMT, многочастотный формат модуляции, который по своей природе работает на очень низкой бодовой частоте.



Появившаяся более 15 лет назад, надежная и проверенная технология DMT стала основой высокоскоростной широкополосной передачи данных в миллионах медных каналов связи. Благодаря развивающейся в последние годы технологии микросхем смешанных сигналов, в частности, высокоскоростных малопотребляющих АЦП и ЦАП, компания Socionext получила уникальную возможность применения DMT для передачи на скорости 100 Гб/с, что на несколько поряд-

ков быстрее, чем в сетях широкополосного доступа.

Для передачи через оптоволоконную среду при расстояниях в несколько десятков километров ограничивающим фактором является не оптоволокно, а компоненты на каждом конце линии связи. Благодаря фундаментальной способности DMT адаптироваться к характеристикам канала и помехам, она идеально решает проблему очень эффективной передачи данных при использовании оптических компонентов с невысокими характеристиками. Это, в свою очередь, позволяет DMT поддерживать растущие требования к оптоволоконным линиям 100G, необходимым для межсоединений дата-центров и доставки сигнала к оборудованию инфраструктуры систем беспроводной связи.

Микросхема поддержки протокола физического уровня Socionext MB8AJ2060

Полностью интегрированное DMT устройство физического уровня для одночастотной оптической передачи на скорости 100 Гб/с.

- Предназначена для использования в малопотребляющих малогабаритных устройствах передачи по одномодовому волоконно-оптическому кабелю;
- На одном кристалле объединены узлы аналого-цифрового преобразования для интерфейса с оптикой, схемы DMT моду-

ляции и демодуляции, блок упреждающей коррекции ошибок и высокоскоростной электрический интерфейс SerDes;

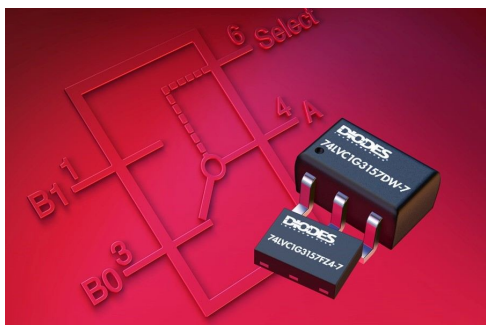
- Независимость от протокола (прозрачность для сигналов данных клиента):
 - поддержка нескольких клиентов класса 100 Гб/с (100GE, ODU4, OTU4, 128GFC);
 - поддержка CAUI-4/OTL4.4/CPRI со стороны интерфейса клиента;
- Гибкое управление скоростью передачи:
 - со стороны линии (25G, 50G, 100G);
 - суб-скорости со стороны клиента (4 25G, 2 50G, 1 75G);
- Встроенная управляемая схема прямой коррекции ошибок с низкой задержкой;
- Технический канал связи:
 - сквозной диалог каналов и управление;
 - мягкая диагностика и реконфигурация в процессе работы;
- Встроенная процессорная подсистема для:
 - инициализации устройства и настройки связи;
 - управления связью и реализации алгоритмов DMT не в режиме реального времени;
- Интегрированный низкоскоростной ЦАП для проверки оптики.

Diodes анонсировала новый аналоговый переключатель для мультиплексирования аудио сигналов в потребительских приложениях

Компания Diodes анонсировала выпуск микросхемы аналогового однополюсного переключателя на два направления, предназначенного для мультиплексирования цифровых или аналоговых сигналов. Низкое сопротивление открытых каналов транзисто-

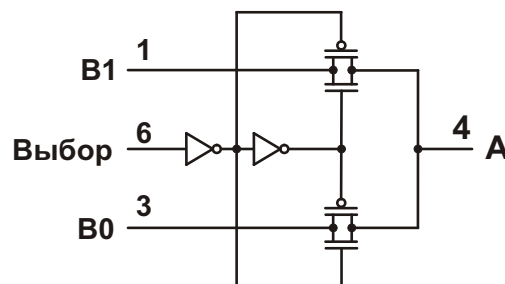
ров микросхемы 74LVC1G3157 гарантирует сохранение целостности аудио сигналов при их коммутации и делает новый прибор отличным компонентом для широкого спектра современной потребительской электроники – от сотовых телефонов, планшетов и электронных книг до персональных плееров, портативных игровых приставок, навигаторов и другого оборудования, содержащего средства воспроизведения звука.

При работе микросхемы от источника 5 В открытые каналы имеют сопротивление менее 6 Ом, позволяя использовать 74LVC1G3157 для переключения входных аудио сигналов, и даже для коммутации выходных сигналов в маломощных приложе-



ниях. Типовой ток утечки закрытого ключа составляет 20 нА, обеспечивая уровень изоляции достаточно высокий для того, чтобы новое устройство можно было использовать также для подключения резисторов и конденсаторов в схемах программируемых фильтров или усилителей с изменяемым коэффициентом усиления.

Переключатель 74LVC1G3157 сконструирован для работы при напряжении источника питания от 1.65 В до 5.5 В и уровнях коммутируемых сигналов, лежащих в пределах от нуля до напряжения шины питания. Управляющий вход выдерживает напряжение до 5.5 В, независимо от величины напряжения питания, а благодаря гистерезису на этот вывод можно подавать сигналы управления с более пологими фронтами. Корпус



Упрощенная схема 74LVC1G3157.

X2-DFN1410 занимает всего 1.4 мм² площади печатной платы, позволяя разработчикам легко использовать несколько приборов для перенаправления больших групп сигналов, а шаг выводов 0.5 мм упрощает сборку устройства. Кроме того, доступны микросхемы в корпусах SOT363.

Новые микросхемы компании Dialog могут управлять питанием любых одно- и двухъядерных процессоров ARM Cortex A

Микросхемы DA9061 и DA9062 обеспечивают высокоэффективное и недорогое решение для систем масштабируемого и адаптируемого питания

Dialog Semiconductor объявила о начале массового производства интегральных схем управления питанием DA9061 и DA9062. Эти высокоэффективные недорогие приборы могут питать широкий спектр устройств на базе процессоров, включая портативные потребительские, автомобильные и встраиваемые промышленные системы, а также приложения для Умного дома.

Способные работать от одноэлементной Li-Ion батареи или источника 5 В микросхемы DA9061 и DA9062 предназначены для удовлетворения минимальных требований к сис-

темам питания процессорных ядер, памяти, периферийных устройств и портов ввода/вывода. Каждое устройство может использоваться для питания одно- или двухъядерных системных процессоров, а в сочетании с многофазными ведомыми контроллерами компании Dialog легко обеспечивают комплексное питание многоядерных систем с суммарным потреблением ядер более 20 А.

Рассчитанная на суммарный ток 8.5 А микросхема DA9062 содержит четыре мощных понижающих импульсных регулятора, два из которых могут быть объединены для питания процессорных ядер током 5 А. На основе другого понижающего регулятора может быть сделана эффективная схема окончательного согласования шины памяти DDR3. Понижающие регуляторы работают на частоте 3 МГц, что позволяет использовать малогабаритные внешние компоненты. Небольшой корпус QFN40 обеспечивает высочайшую плотность мощности для конечного изделия.

Программируемый и гибкий секвенсор питания, управляющий выходом понижающего регулятора с использованием динамического масштабирования напряжения, позволяет достичь максимальной экономии



энергии. Минимальное выходное напряжение составляет всего 0.3 В. Там, где требуется меньше силовых шин, дополнительную экономию может дать 6-амперная микросхема управления питанием DA9061. Она функционально проще и содержит на один DC/DC преобразователь меньше.

Для оптимизации конфигурации микросхем управления питанием в процессе разработки Dialog предлагает оценочные платы с графическим интерфейсом пользователя SmartCanvas.

Оба устройства выпускаются серийно в недорогих корпусах QFN. Корпус QFN с вскрытым теплоотводящим основанием гарантирует, что температура работающей микросхемы будет ниже, чем у имеющихся на рынке альтернативных приборов. Доступны также предварительно запрограммированные стандартные варианты микросхем для питания популярных одно- и многоядерных систем на кристалле в исполнении для автомобильных (согласно AEC Q100 G3) и промышленных приложений.

Компактные 5- и 3-амперные модули питания компании Intersil устанавливают очередной рекорд плотности мощности и эффективности

Одноканальные, совместимые по выводам модули ISL8205M и ISL8202M станут компактным решением для промышленных и high-end потребительских устройств с батарейным питанием

Intersil объявила о выпуске двух новых одноканальных DC/DC понижающих модулей питания в компактных корпусах с размерами 4.5 7.5 1.85 мм, отличающихся большой плотностью мощности и высоким КПД, достигающим 95%. Совместимые по выводам 5-амперные модули ISL8205M и 3-амперные ISL8202M предназначены для использования в качестве локализованных к нагрузке преобразователей напряжения, обеспечивающих питанием ПЛИС, сигнальные процессоры и микроконтроллеры во множестве различных приложений, от домашних сетей и потребительских продуктов до портативного промышленного оборудования с питанием от Li-ion аккумуляторов. Модули являются упрощающими разработку систем законченными источниками питания, содержащими внутри герметичного корпуса контроллер, MOSFET, индуктивность и пассивные компоненты.

При высоте всего 1.85 мм приборы ISL8205M и ISL8202M могут устанавливаться непосредственно на обратной стороне печатной платы, освобождая ценное место на стороне монтажа компонентов. Оба устройства работают при входных напряжениях от 2.6 В до 5.5 В, вырабатывая регулируемые выходные напряжения начиная от 0.6 В. Совместимость по выводам позволяет начать проектирование с модулем питания 3 А, а затем перейти на больший выходной ток 5 А, или

создать дерево локализованных к нагрузке источников питания с несколькими выходными шинами. В приложениях с батарейным питанием ISL8205M и ISL8202M демонстрируют уникальные уровни эффективности и функции энергосбережения, продлевающие срок службы батарей и поддерживающие производителей продуктов, отвечающих стандарту Energy Star. Активируемые по желанию режимы управления КПД при облегченных нагрузках и 100-процентного коэффициента заполнения, а также ток покоя 50 мкА позволяют повысить КПД и снизить энергопотребление при малых выходных токах.

В основе обоих модулей питания лежат запатентованная Intersil технология и усовершенствованная конструкция корпуса, обеспечивающие высокую плотность мощности и превосходное теплорассеяние. Медные выводные рамки позволяют модулям при полной нагрузке работать в широком диапа-



зоне температур без теплоотводов или воздушного обдува. Безопасность работы ISL8205M и ISL8202M в нештатных режимах работы гарантируется рядом встроенных защитных механизмов, еще больше повышающих их надежность.

Основные особенности и характеристики ISL8205M и ISL8202M

- Одноканальные импульсные источники питания с выходными токами 5 А и 3 А;
- Совместимость по выводам;
- КПД до 95%;
- Широкий диапазон входных напряжений от 2.6 В до 5.5 В;
- Выходное напряжение, регулируемое от 0.6 В с точностью $\pm 1.6\%$ во всем диапазоне токов нагрузки и температур;
- Регулируемая частота переключения от 680 кГц до 3.5 МГц со значением по умолчанию 1.8 МГц;
- Внешнее тактирование синхросигналом до 3.5 МГц;
- Возможность выбора режимов повышения КПД при легкой нагрузке и LDO регулятора (100-процентного коэффициента заполнения) увеличивает время работы от батарей;
- Специальные выходы «Разрешение» и «Питание в норме» упрощают управление последовательностью подключения системных шин питания;
- Модули имеют цепи блокировки при пониженном входном напряжении, схемы защиты от перегрева, перегрузки по току или короткого замыкания выхода, переключающие устройства в пульсирующий режим управления, а также защиту от перенапряжения и отрицательного тока индуктивности;



Оценочная плата ISL8205MEVAL1Z.

- Программируемый плавный пуск снижает пусковые броски тока, а автоматический разряд нагрузки обеспечивает плавный останов.

Цены и доступность

Модуль питания ISL8205M выпускается 22-выводном корпусе QFN размером 4.5 × 7.5 мм и в партиях из 1000 приборов продается по цене \$3.79 за штуку. Дополнительно за \$69 можно приобрести оценочную плату ISL8205MEVAL1Z.

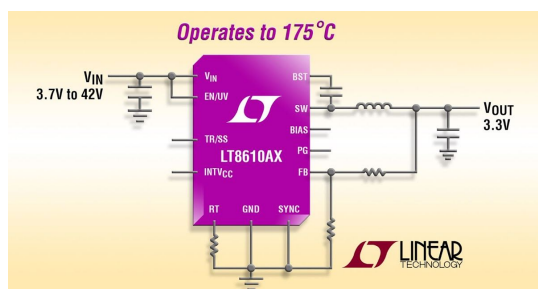
ISL8202M доступен в таком же корпусе QFN и в лотах из 1000 приборов может быть приобретен по цене \$2.79 за штуку. Оценочная плата ISL8202MEVAL1Z стоит \$69.

ISL8205M и ISL8202M дополняют уже имеющийся в продуктовой линейке компании исключительно популярный модуль ISL8203M, который может использоваться либо в конфигурации двух 3-амперных преобразователей, либо одного 6-амперного. Они присоединяются к семейству аналоговых и цифровых модулей питания, охватывающих диапазон входных напряжений от 1 В до 80 В и токов нагрузки от 3 А до 80 А и отвечающих требованиям широкого спектра приложений.

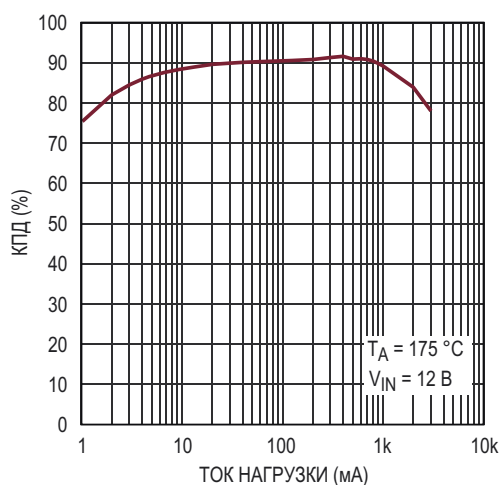
Linear Technology анонсировала выпуск импульсного стабилизатора, работающего при температуре 175 °C

Linear Technology анонсировала выпуск синхронного понижающего импульсного стабилизатора LT8610AX с максимальными значениями выходного тока 3.5 А и входного напряжения 42 В, рассчитанного на работу при температуре окружающей среды до 175 °C. Синхронное выпрямление обеспечивает

высокий КПД устройства, достигающий 95%, а пульсирующий режим снижает ток потребления в режиме останова до уровня менее 3.5 мкА. Диапазон входных напряжений от 3.7 В до 42 В идеально подходит для высокотемпературных приложений, таких как буровое оборудование с напряжениями источников



питания от 5 В до 40 В. Все 100% электрических параметров LT8610AX тестируются при температуре 175 °С, гарантируя точность опорного напряжения 2% во всем диапазоне от –40 °С to 175 °С. При окружающей температуре 175 °С КПД микросхемы LT8610AX превышает 90% (при входном и выходном напряжении 12 В и 3.3 В, соответственно) в широком диапазоне токов нагрузки от 10 мА до 1 А, что наилучшим образом отвечает специфике бурового оборудования, в котором как правило используется батарейное питание. Ультра низкое потребление тока в пульсирующем режиме работы увеличивает время работы от батарей. 16-выводной корпус MSOP со сниженным тепловым сопротивлением занимает мало места и эффективно отводит тепло в печатную плату.



Зависимость КПД от тока нагрузки при 175 °С.

На одном кристалле LT8610AX размещены высокоэффективные ключи верхнего и нижнего плеча с вольтодобавочным диодом, генератор, а также управляющие и логические схемы. Благодаря этому становятся ненужными какие либо внешние диоды Шоттки, использование которых при высоких температурах может быть проблематичным.

Отсутствие в преобразователе схемы защитного отключения при перегреве идеально соответствует условиям использования стабилизаторов. Режим кратковременного запуска внутреннего генератора поддерживает высокий КПД при малых токах нагрузки с сохранением выходных пульсаций на уровне ниже 10 мВ пик-пик. Реализованная в LT8610AX топология с управлением по току обеспечивает высокую скорость реакции на переходные процессы и отличную устойчивость контура регулирования. Специальное Cu/Ni/Au покрытие контактных площадок гарантирует длительный срок службы в условиях высоких температур. Кроме того, микросхема содержит внутренние цепи коррекции, имеет статусный флаг «Питание в норме» и схему мягкого запуска с отслеживанием выходного напряжения. LT8610AXMSE выпускаются в корпусах MSOP-16 со сниженным тепловым сопротивлением и продаются со склада компании по цене \$125.00 за штуку при объеме заказа 1000 микросхем.

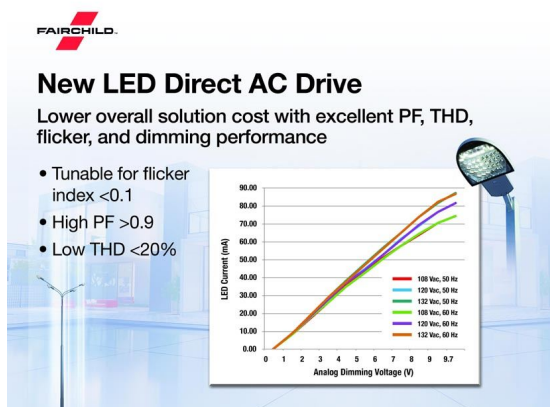
Сводка основных характеристик LT8610AX

- Стопроцентный выходной контроль при 175°C;
- Точность источника опорного напряжения $\pm 2\%$ в диапазоне температур от –40 °С до 175 °С;
- Широкий диапазон входных напряжений: 3.7 В ... 42 В;
- Сверхнизкий ток потребления в пульсирующем режиме: 3 мкА;
- Высокий КПД, обеспечиваемый синхронным выпрямлением:
 - КПД 91% при токе нагрузки 0.5 А, температуре 175°C, выходном напряжении 3.3 В и входном напряжении 12 В,
 - КПД 95% при токе нагрузки 0.5 А, температуре 175°C, выходном напряжении 5 В и входном напряжении 12 В,
- Внешняя или перестраиваемая внутренняя синхронизация: 200 кГц ... 2.2 МГц;
- Отсутствие защитного отключения при перегреве;
- Внутренняя коррекция;
- Мягкий запуск с отслеживанием выходного напряжения;
- Флаг «Питание в норме»;
- Небольшой 16-выводной корпус MSOP со сниженным тепловым сопротивлением.

Интегральные решения Fairchild для схем светодиодного освещения упрощают разработку интеллектуальных светотехнических изделий

Решения на основе драйвера светодиодов FL77944, включаемого непосредственного в сеть переменного тока, превосходят обычные схемы по техническим характеристикам, надежности и размерам

Компания Fairchild анонсировала новую микросхему FL77944 – первую в семействе драйверов светодиодов, питающихся непосредственно от сети переменного тока (LED Direct AC Drive). Производителям твердотельных осветительных приборов микросхема сможет облегчить создание интеллектуальных и масштабируемых светодиодных осветительных устройств, которые будут компактнее, совершеннее и долговечнее продуктов, использующих импульсные источники питания.



Некоторые преимущества новой микросхемы FL7794

• Широкие возможности диммирования:

FL77944 реализует все базовые способы диммирования, необходимые для «умной» светотехнической продукции, в том числе, на основе фазового, аналогового и ШИМ регулирования. Последний вид диммирования также считается основным в беспроводном управлении освещением.

• Возможность масштабирования для более мощных приложений:

Важнейшей особенностью микросхемы FL77944 является ее масштабируемость для создания более мощных приложений, вплоть до 120 Вт, посредством параллельного включения нескольких приборов. Это уменьшает номенклатуру микросхем, кото-

рую производители вынуждены поддерживать на складах.

• Отказ от электролитических конденсаторов:

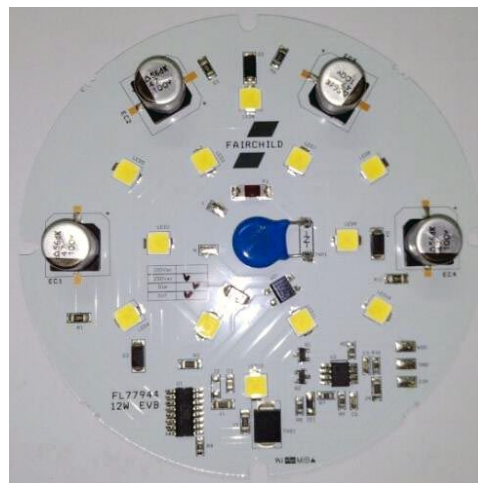
FL77944 может позволить исключить из схемы электролитические конденсаторы, трансформаторы и катушки индуктивности, что сократит как расходы на комплектующие элементы, так и общую сложность изделия по сравнению с конструкциями на основе импульсных блоков питания.

• Уменьшение размеров платы:

FL77944 позволяет разработчикам сделать свою конструкцию компактнее за счет размещения микросхемы контроллера на общей со светодиодами печатной плате, а также за счет исключения из схемы электролитических конденсаторов, трансформаторов и катушек индуктивности.

• Повышение надежности и долговечности:

Устройства, основанные на FL77944, должны быть надежнее и долговечнее аналоговых изделий, в которых используются импульсные источники питания, поскольку изначально содержат меньшее количество источников отказа. В частности, надежность должна повыситься за счет



Оценочная плата FEBFL77944.

исключения из схемы электролитических конденсаторов, которые являются типичным источником неисправностей в изделиях с импульсными источниками.

Доступность

Микросхемы FL77944, а также оценочные платы FEBFL77944 уже доступны для заказа.

Применение MOSFET в современных силовых импульсных устройствах

Внештатный сотрудник

Electronic Design

Несмотря на то, что нитрид-галлиевые транзисторы становятся все более популярным решением для силовых ключей, заслуженные MOSFET до сих пор можно эффективно использовать в современных приложениях.

С созданием нитрид-галлиевых (GaN) транзисторов многие производители полупроводников начали переоценивать роль обычных MOSFET. Из факта появления GaN устройств автоматически не следует, что обычные MOSFET устарели, однако перспектива повышения эффективности источников питания и уменьшения их размеров подогревает воображение разработчиков аналоговых устройств. В преддверии так называемой «нитрид-галлиевой революции» полезно разобраться, какие типы устройств имеются на сегодняшний день, и что вы можете с ними сделать.

До недавнего времени мир мощных транзисторов был грубо разделен на два типа: MOSFET и биполярные транзисторы. MOSFET остаются доминирующим типом транзисторов в силовых коммутационных схемах благодаря высокой скорости переключения и малому сопротивлению стока. Ежегодно продается порядка 40 млрд. MOSFET.

MOSFET проводят электрический ток в одном направлении (вернее, наиболее эффективно проводят его в одном направлении), а их способность быстро включаться и выключаться при изменении входного напряжения (напряжения на затворе) делает их полезными для формирования импульсов. Наиболее известные из мощных переключательных схем – это импульсные источники

питания, однако MOSFET также широко используются в импульсных электроприводах двигателей постоянного тока и звуковых усилителях класса D.

Биполярные транзисторы и IGBT

В отличие от мощных MOSFET, которые включаются и выключаются исключительно быстро и, в идеале, линейны, биполярные транзисторы порождают «мягкие фронты», больше напоминающие синусоидальные сигналы, чем импульсы. Они реагируют на изменения тока на своих входах, и могут использоваться для относительно медленных индуктивных нагрузок: электродвигателей, источников питания потребительских устройств и звуковых динамиков. Ежегодно используется от 7 до 8 млрд. мощных биполярных транзисторов.

Для того чтобы биполярные транзисторы вели себя подобно усилителям, необходимо дополнительно смягчать их переключательные свойства. Надо организовать им входное смещение таким образом, чтобы они всегда находились в линейной области и никогда не были полностью открыты или закрыты. Биполярные транзисторы вполне подходят для управления индуктивными нагрузками, однако, не имея такого низкого сопротивления, как MOSFET, они могут очень сильно нагреваться.

Третий тип, биполярный транзистор с изолированным затвором (insulated-gate bipolar transistor, IGBT), фактически представляет собой биполярный транзистор с встроенным драйвером затвора. Он переключается несколько быстрее, чем биполярные устрой-

йства, но не так быстро, как MOSFET. Особое преимущество IGBT – это их способность выдерживать большие напряжения (свыше 600 В) и токи, что делает их фаворитами для управления промышленными электроприводами в системах автоматизации производства (где они управляют конвейерными лентами и манипуляторами роботов), а также в автомобилях (для управления электроприводами люков и зеркал бокового обзора). Ежегодно продается от 1.5 до 2.5 млрд. IGBT.

Поведение транзисторов

Несмотря на доступность широчайшего выбора диапазонов рабочих напряжений и токов мощных транзисторов, выпускаемых в разнообразных корпусах и обеспеченных технической поддержкой производителей, каждому из трех видов транзисторов – биполярным, MOSFET и IGBT – присуще свое поведение, определяющее области их применения. Благодаря дешевизне в больших партиях (например, стоят от 12 до 15 центов за штуку), 100-вольтовые биполярные транзисторы широко используются для получения напряжений ± 40 В в усилителях мощности звукового диапазона. (В биполярные транзисторы для аудиоприложений некоторые производители встраивают цепи автоматического смещения).

Между тем, 600-вольтовые IGBT можно найти дома в электроприводах бытовой техники, подключенной к сети переменного тока 220 В, например, в стиральных машинах или сушилках. Основная область применения мощных MOSFET – безусловно, импульсные источники питания. В них транзисторы на напряжения 25, 30 или 40 В, называемые «низковольтные MOSFET», используются для получения питающих напряжений 5 или 12 В, необходимых компьютерам и телекоммуникационной аппаратуре.

Хотя и не всегда, инженеры склонны выбирать транзисторы с запасом по току и напряжению. Вы можете заметить, что в стиральной машине, которая подключается к сети 220 В, используются IGBT, рассчитанные на 600 или 650 В, а в силовых цепях плат серверных модулей, питающиеся от 5.0 В или 3.3 В, установлены MOSFET, допустимые напряжения которых начинаются с 30 В. И, наконец, на стереодинамики работают 100- и 200-вольтовые биполярные транзисторы.

Такой запас позволяет быть уверенным, что наши системы не останутся без источников питания. Кроме того, он защищает от резких выбросов напряжения и скачков тока. (Автомобильное оборудование особенно подвержено выбросам, и для того, чтобы справиться с бросками в 150 В, выбираются компоненты, рассчитанные на 400 В).

Убедить инженеров отказаться от чрезмерного запаса по предельным параметрам, в конечном счете, могут постоянное сглаживание, фильтрация и стабилизация на протяжении всей цепи прохождения питания. Такой подход затронул бы архитектуру вычислительных серверов, где такие производители, как, например, IBM и NTT DOCOMO выступают за распределительные сети 385 В постоянного тока для мегаваттных дата-центров и 48 В как промежуточное напряжение для стоек и шкафов. Это позволило бы разработчикам сузить границы предельных параметров мощных компонентов и, например, использовать меньшие по размерам и более дешевые 60-вольтовые компоненты в тех слотах, где раньше служили компоненты с допустимым напряжением 100 В. При этом инженеры должны обращать внимание на области безопасной работы (safe operating areas – SOA) тех транзисторов, которые они надеются использовать.

Области безопасной работы

Область безопасной работы определяется как множество значений тока и напряжения, в пределах которых можно ожидать, что устройство будет работать без повреждений.

Как правило, область безопасной работы представляется в виде графика в спецификации производителя. Ток в амперах отображается по оси Y. Максимальное напряжение сток-исток для MOSFET (или напряжение коллектор-эмиттер для биполярного транзистора) откладывается по оси X. Кривая обычно напоминает горнолыжный склон, где допустимый ток резко падает с увеличением напряжения.

Поскольку обычно MOSFET используются в импульсных схемах, некоторые производители транзисторов определяют область безопасной работы в зависимости от длительности импульсов (в миллисекундах). Если транзистор постоянно включен (проводит постоянный ток), то максимальный допустимый ток спадает быстрее, чем если ток пульсирует с

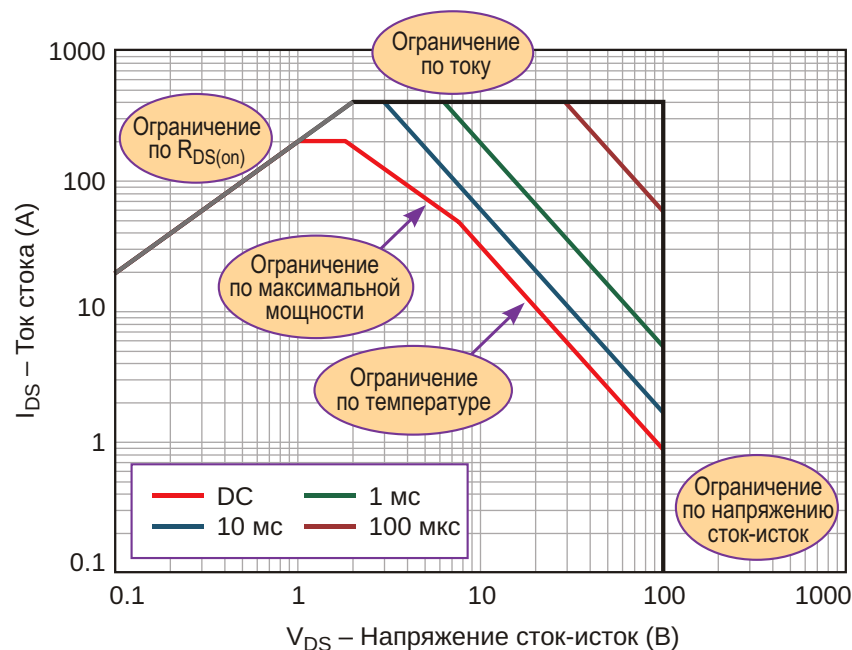


Рисунок 1. Область безопасной работы для напряжения и тока зависит от коэффициента заполнения управляющих импульсов.

интервалом 1 мс или 10 мс. Как видно из Рисунка 1, область безопасной работы будет наибольшей, когда транзистор переключается с периодом 100 мкс (что эквивалентно частоте 10 кГц). Таким образом, область безопасной работы любого транзистора зависит от коэффициента заполнения импульсов, то есть, от соотношения между временами включения и выключения.

Драйверы верхнего и нижнего плеча

При выборе транзисторов может оказаться желательным обратить внимание на способ включения MOSFET в схеме источнике питания. В частности, определить, подключена ли индуктивная или резистивная нагрузка между стоком MOSFET и положительной шиной питания (конфигурация, называемая «ключ нижнего плеча»), или же нагрузка подключена между истоком и землей («ключ верхнего плеча»).

Режимы работы транзисторов в верхнем и нижнем плече не всегда одинаковы. Когда драйвер верхнего плеча нагружен больше, чем драйвер нижнего плеча, вы озабочены тем, чтобы он не замкнулся на положительный источник питания. Аналогично, вы не захотите, чтобы драйвер нижнего плеча был

закорочен на землю. Таким образом, требования, предъявляемые к драйверам верхнего и нижнего плеча, различны.

В драйвере нижнего плеча вывод истока n-канального транзистора соединен с землей, а сток соединен с индуктивной нагрузкой, другой вывод которой подключен к положительному источнику питания. Любой положительный заряд затвора включает транзистор, открывая путь протекания тока через нагрузку. В схеме нижнего плеча пороговое напряжение на затворе равно уровню логической единицы для управляющей ключом 3-вольтовой КМОП или 5-вольтовой логики.

В конфигурации верхнего плеча сток MOSFET подключается к положительной шине питания, а исток подключается к нагрузке, противоположный вывод которой соединен с землей. При этом только для того, чтобы просто включить n-канальный транзистор, на его затворе должно быть напряжение, равное напряжению на нагрузке (почти равное напряжению питания), плюс пороговое напряжение затвора (3 В).

Каналы p- и n-типа

Простой ключ верхнего плеча можно сделать на p-канальных MOSFET. Использование отрицательного напряжения для откры-

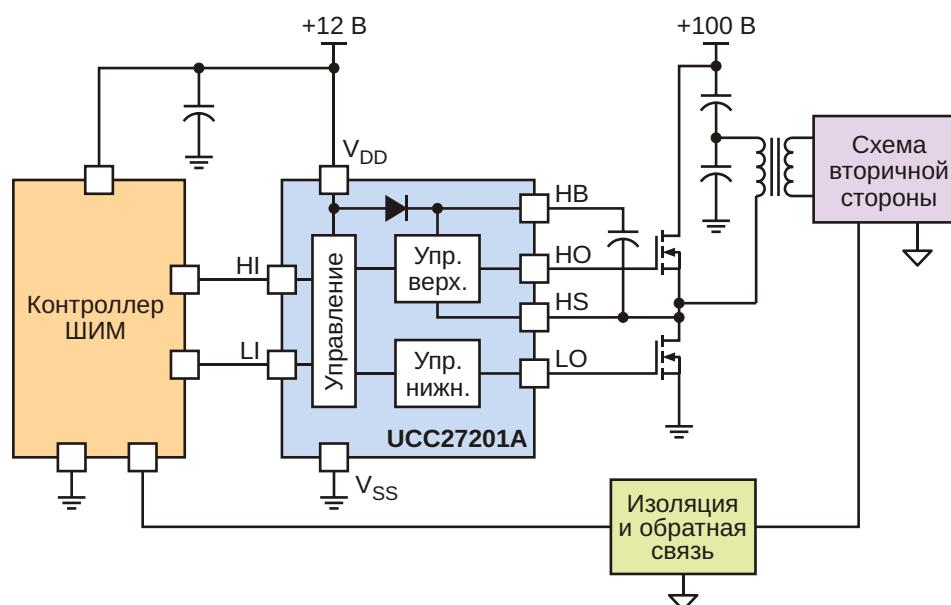


Рисунок 2. Разработчики могут выбрать микросхему драйвера затворов, управляющую MOSFET верхнего и нижнего плеча в двухтактной схеме. (Оба устройства n-канальные).

вания р-канального MOSFET меняет схему управления. А именно, чтобы дать транзистору «проводить ток», надо опустить управляющее напряжение ниже порога, а чтобы его выключить, надо подать на затвор напряжение шины питания.

Но р-канальные транзисторы сложны в изготовлении, и, соответственно, дороже обычных n-канальных приборов, а для их открывания может потребоваться отрицательное напряжение на затворе (или, по крайней мере, подключение затвора к земле). Это подходит для батарейного питания переносной аппаратуры, но неудобно для импульсных источников питания.

Одним из решений из решений может быть объединение n- и р-канального транзисторов в двухтактной конфигурации, где они проводят ток поочередно. Здесь стоки р-канального MOSFET верхнего плеча и n-канального MOSFET нижнего плеча соединены вместе, а их затворы управляются синхронно, в результате чего получается один сильноточный ключ. Разработчик должен контролировать процесс переключения, не допуская сквозных токов, которые могут возникать, если оба MOSFET включаются одновременно.

В качестве альтернативы не полностью согласованным р- и n-канальным MOSFET можно использовать микросхему драйвера затворов, которая управляет MOSFET верхнего и нижнего плеча в двухтактной схеме. (Оба устройства n-канальные). Оба транзистора могут включаться и выключаться одной микросхемой (Рисунок 2).

И последнее замечание. Низкое сопротивление сток-исток открытого транзистора ($R_{DS(on)}$) под нагрузкой не говорит о хороших переключательных характеристиках MOSFET, хотя обычно производители на первом месте указывают в спецификации именно низкое значение $R_{DS(on)}$. От величины сопротивления $R_{DS(on)}$ зависит эффективность полевого транзистора – чем оно меньше, тем меньше выделяется тепла. Однако при снижении сопротивления транзистора падает скорость его переключения. Это связано с тем, что для снижения $R_{DS(on)}$ приходится увеличивать размеры затвора, что увеличивает его емкость и затрудняет управление транзистором. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments UCC27201A](#)

Часть 2

О. Петраков, Москва

Теперь построим поведенческую модель полностью дифференциального ОУ с входом смещения V_{OCM} (Рисунок 11). Для этого

будем использовать блоки поведенческого моделирования EVALUЕ из библиотеки *AMB.olb* [3, 6]. В соответствии с Рисунком 4 блоки Е1, Е2 – регулируемый каскад, блок Е4 – схема выделения синфазного сигнала, блок Е3 – усилитель ошибки. Усилитель ошибки управляется сигналом с входа VOCM. Пове-

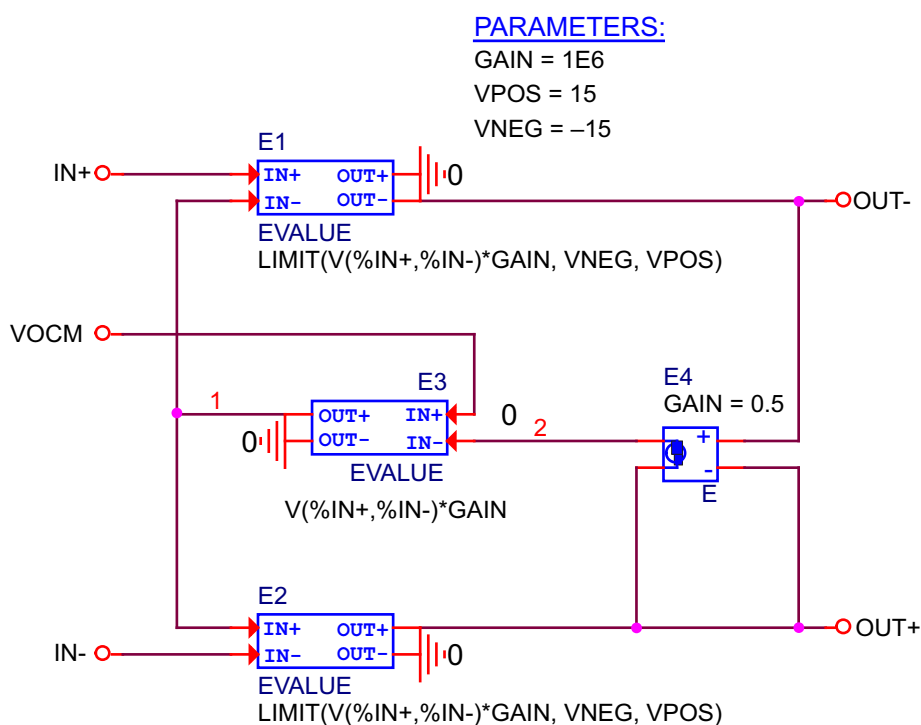


Рисунок 11. Поведенческая модель полностью дифференциального ОУ с входом смещения V_{OSM} .

денческие блоки E1 и E2, по аналогии с PSpice Template модели OPAMP (Рисунок 1), описываются выражением (1) на языке PSpice.

Для экстракции заготовки макромодели полностью дифференциального ОУ с входом смещения VOCM требуется сгенерировать NET-листинг (Листинг 3) в OrCAD Capture. (Даже если транслятор в PSpice NET-листинг выдаст сообщение об ошибке, надо продол-

жить трансляцию NET-листинга, она все равно состоится). Эту заготовку надо оформить в макромодель по правилам PSpice и создать условное графическое изображение, чтобы использовать ее в схемных проектах. Готовая PSpice макромодель полностью дифференциального ОУ с входом смещения VOCM представлена в Листинге 4. Модель получила название OPAMPD2.

Листинг 3.

```
* source ORCAD_166
E_E1      0 OUT- VALUE { LIMIT( V(IN+,1)*GAIN, VNEG, VPOS) }
E_E2      OUT+ 0 VALUE { LIMIT( V(1,IN-)*GAIN, VNEG, VPOS) }
E_E3      1 0 VALUE { V(VOCM,2)*GAIN }
E_E4      2 OUT+ OUT- OUT+ 0.5
.PARAM    vneg=-15 vpos=15 gain=1e6
```

Листинг 4.

```
*$
* Device type: Completely differential operational amplifier
* Device name: OPAMPD2
* Author: Petrakov Oleg pspicelib@narod.ru
* Date: 25 January 2016
.SUBCKT OPAMPD2 IN+ IN- OUT+ OUT- VOCM PARAMS: GAIN=1E6
VNEG=-15 VPOS=15
E1      0 OUT- VALUE { LIMIT( V(IN+,1)*GAIN, VNEG, VPOS) }
E2      OUT+ 0 VALUE { LIMIT( V(1,IN-)*GAIN, VNEG, VPOS) }
E3      1 0 VALUE { V(VOCM,2)*GAIN }
E4      2 OUT+ OUT- OUT+ 0.5
.ENDS
*$
```

На Рисунке 12 показана основная схема включения полностью дифференциального

ОУ [9]. В этой схеме мы будем тестировать модель OPAMPD2 с входом смещения

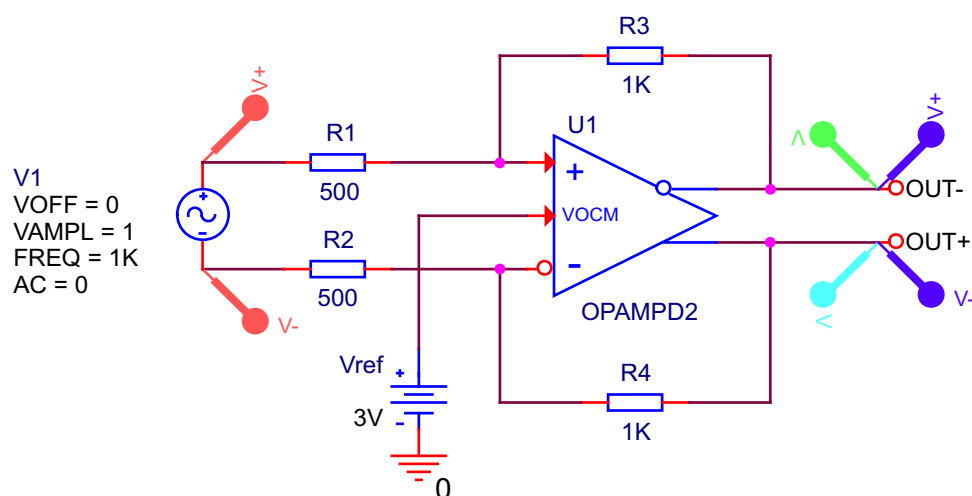


Рисунок 12. Основная схема включения полностью дифференциального ОУ с использованием модели OPAMPD2.

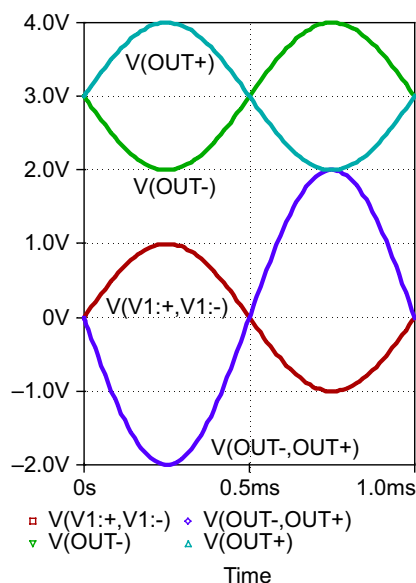


Рисунок 13. Результат моделирования основной схемы включения полностью дифференциального ОУ (Рисунок 12) с использованием модели OPAMPD2.

VOCM. К входу VOCM подключим источник опорного напряжения $V_{ref} = 3$ В. Результат моделирования (Рисунок 13) показывает, что работа схемы соответствует расчетному соотношению (2), подтверждая правильность работы модели OPAMPD2 для этого случая.

Для теоретического подтверждения справедливости выражения (2) для поведенческой модели OPAMPD2 воспользуемся системой компьютерной математики Maple с пакетом расширения .MSpice [13].

На Рисунке 14 представлена основная схема включения полностью дифференциального ОУ с входом смещения VOCM с использованием его линеаризованной поведенческой модели.

На основе NET-листинга, генерируемого OrCAD Capture, составим систему уравнений Кирхгофа для схемы (Рисунок 14) и решим их.

```
> restart:with(MSpice):
ESolve(`ORCAD_166-PSpiceFiles/SCHEMATIC1/SCHEMATIC1.net`);
```

Система Кирхгофа

$$\begin{aligned} \frac{V_{INN}}{R_2} - \frac{V_4}{R_1} + \frac{V_{INP}}{R_1} - \frac{V_3}{R_2} + \frac{V_{OUTN}}{R_3} - \frac{V_{INP}}{R_1} + \frac{V_{OUTP}}{R_4} - \frac{V_{INN}}{R_2} &= 0 \\ V_1 - (V_{ref} - V_2)GAIN &= 0 \\ V_2 - \frac{V_{OUTP}}{2} - \frac{V_{OUTN}}{2} &= 0 \\ V_{OUTN} - (V_{INP} - V_1)GAIN &= 0 \\ V_{OUTP} - (V_1 - V_{INN})GAIN &= 0 \end{aligned}$$

{V1,V2,V3,V4,VINN,VINP,VOUTN,VOUTP}

MSpice v9.24: pspicelib@narod.ru
Заданы источники: [Vref, Vbx]
Заданы узлы: {VOCM}
Получены решения:
V_NET:=[V1, V2, V3, V4, VINN, VINP, VOUTN, VOUTP]:

```
J_NET:=[JR1, JR2, JR3, JR4,
JVref, JVbx]:
```

Будем считать усиление GAIN равным бесконечности, тогда

```
> VOUTN:=collect(limit(VOUTN,
GAIN=infinity),Vref):
```

$$V_{OUTN}: V_{ref} \frac{V_{bx}(R_3 R_4)}{2(R_1 R_2)}$$

```
> VOUTP:=collect(limit(VOUTP,
GAIN=infinity),Vref):
```

$$V_{OUTP}: V_{ref} \frac{V_{bx}(R_3 R_4)}{2(R_1 R_2)}$$

Коэффициент передачи по напряжению при бесконечном усилении

```
> K:=simplify((VOUTN-VOUTP)/Vbx):
```

$$K: \frac{R_3 R_4}{R_1 R_2}$$

После подстановки выражения для K получим

```
> algsubs(-(R3+R4)=A,VOUTN):
algsubs((R1+R2)=B,%):
```

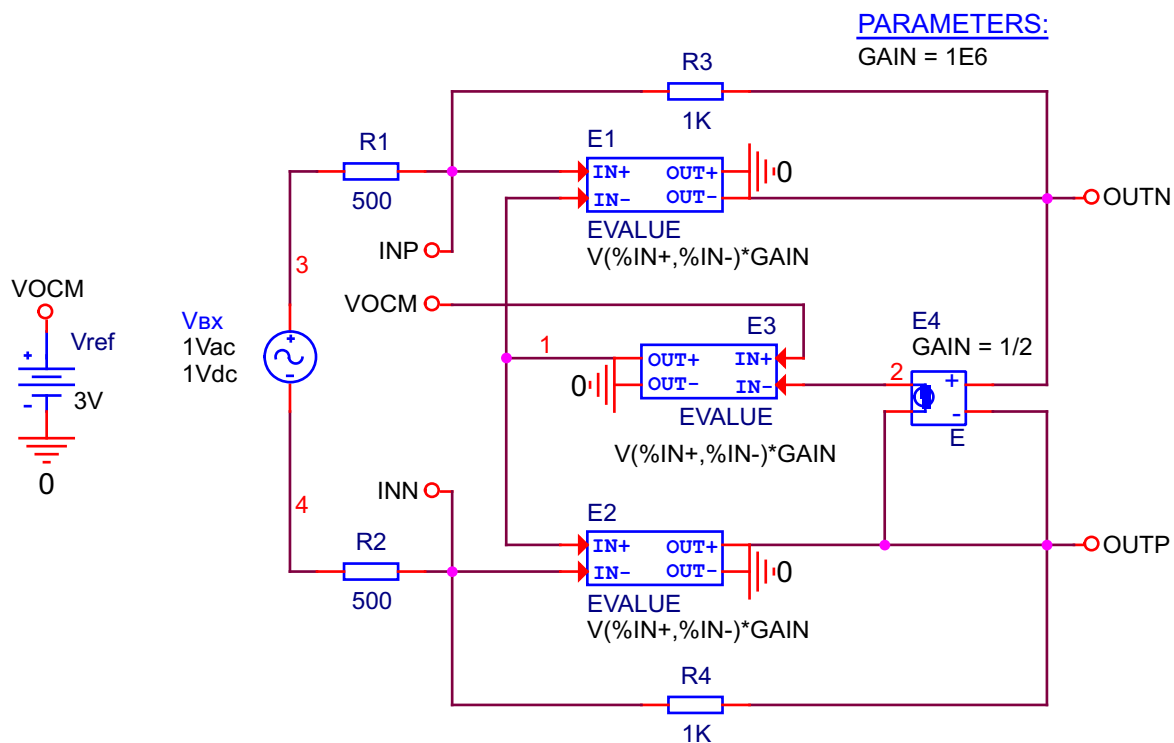


Рисунок 14. Основная схема включения полностью дифференциального ОУ с использованием линейаризированной поведенческой модели OPAMPD2.

$V_{OUTN} := \text{algsubs}(A/B = 'K', \%);$

$$V_{OUTN} = \frac{V_{bx}K}{2} V_{ref}$$

$> \text{algsubs}(- (R3+R4)=A, V_{OUTP}) :$
 $\text{algsubs}((R1+R2)=B, \%):$
 $V_{OUTP} := \text{algsubs}(A/B = 'K', \%);$

$$V_{OUTP} = \frac{V_{bx}K}{2} V_{ref}$$

$> 'V_{OUTN}-V_{OUTP}' := 'K' * V_{bx};$

$$V_{OUTN} - V_{OUTP} = V_{bx}K$$

Обычно $R2 = R1$, $R4 = R3$, тогда

$> R2 := R1; R4 := R3; K := K;$

$$K = \frac{R3}{R1}$$

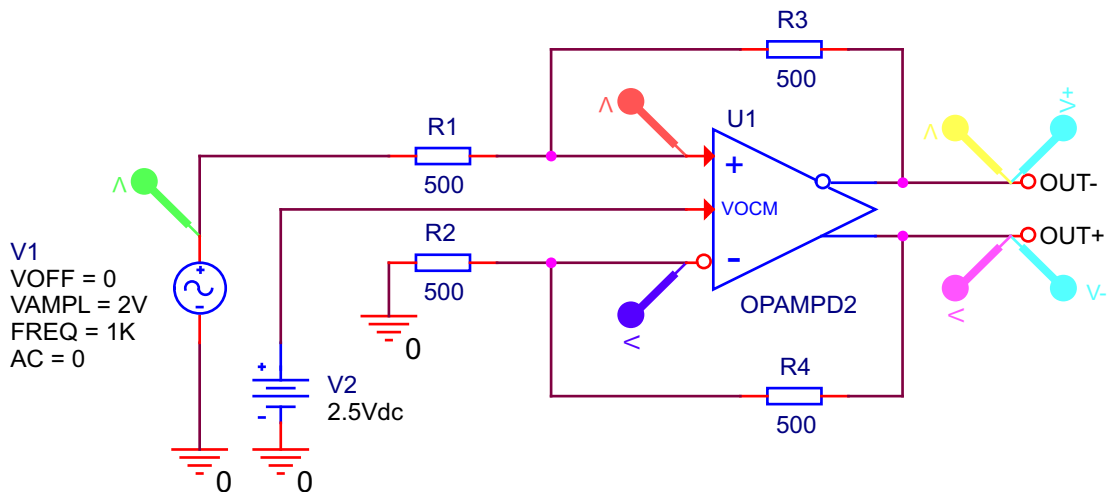


Рисунок 15. Драйвер АЦП на полностью дифференциальном ОУ с входом смещения VOCM.

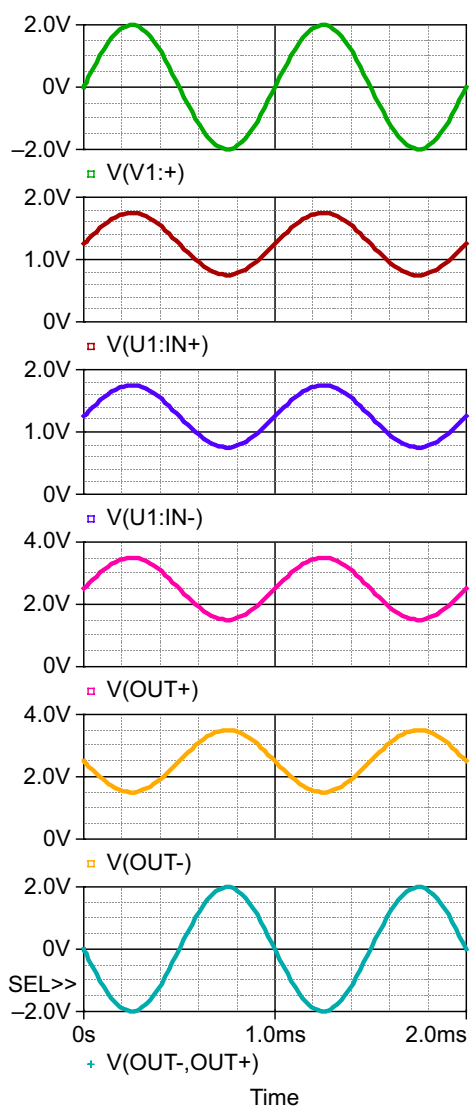


Рисунок 16. Результат моделирования драйвера АЦП (Рисунок 15) на полностью дифференциальном ОУ с входом смещения VOCM.

Эти результаты согласуются с [7] и результатами моделирования аналогичной схемы Рисунок 12, Рисунок 13.

Для тестирования работы входа VOCM макромодели полностью дифференциального ОУ OPAMPD2 промоделируем схему драйвера АЦП (Рисунок 15). В этой схеме не показаны элементы, используемые для компенсации и развязки по цепям питания. Она лишь демонстрирует базовый принцип применения полностью дифференциального ОУ для согласования несимметричных сигналов с дифференциальным входом АЦП. Результаты моделирования (Рисунок 16) показывают, что модель OPAMPD2 правильно выполняет свои функции в этой схеме [10, 7].

На Рисунке 17 представлена схема полностью дифференциального полосового фильтра Баттерворта второго порядка [12] с центральной частотой 10 кГц и шириной полосы ослабления по уровню 3 дБ 1 кГц. Коэффициент усиления на центральной частоте равен 20 дБ.

Резистор R6 = 1Т потребовалось ввести из-за того, что симулятор PSpice требует, чтобы в схеме не было узлов, не имеющих пути к земле по постоянному току. Путь к земле по постоянному току преграждают конденсаторы. Если резистор R6 убрать, то PSpice выдаст сообщение об ошибке и остановится.

ERROR(ORPSIM-15142): Node 1 is floating
ERROR(ORPSIM-15142): Node 2 is floating
ERROR(ORPSIM-15142): Node 3 is floating
ERROR(ORPSIM-15142): Node 4 is floating

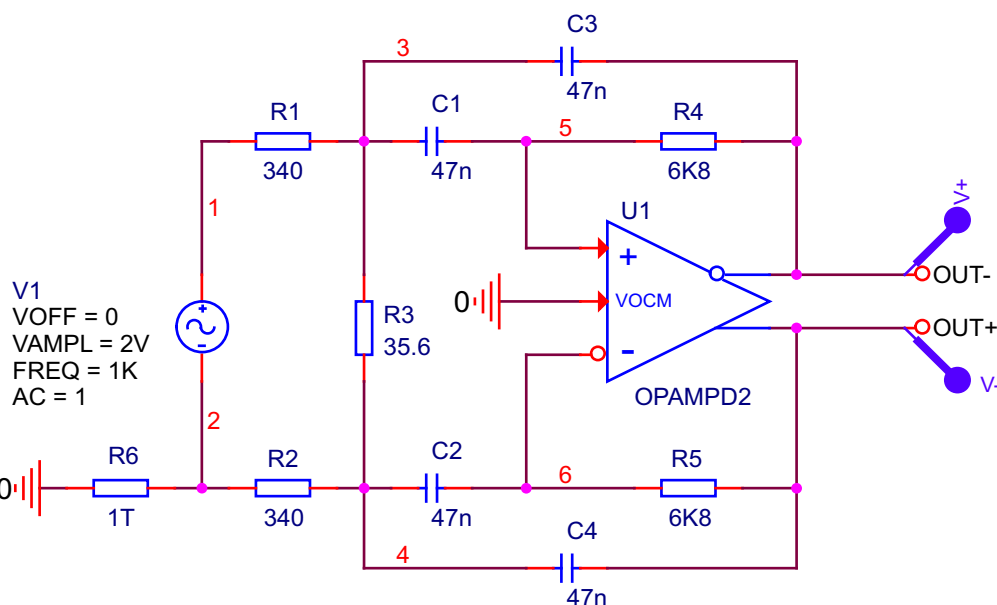


Рисунок 17. Полосовой фильтр Баттерворта второго порядка.

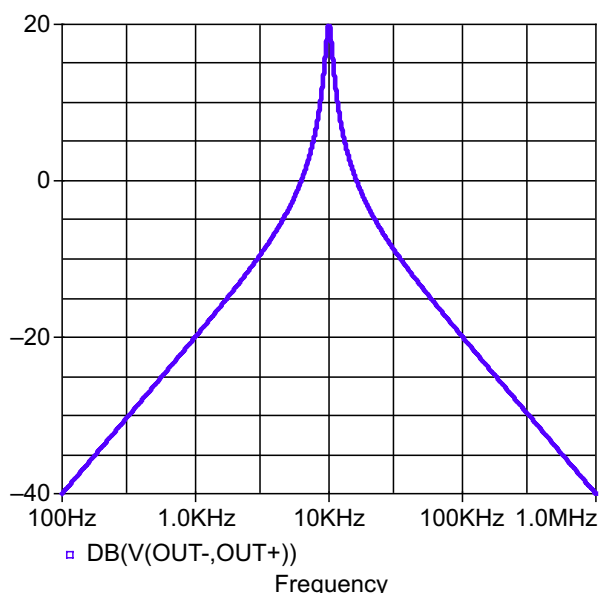


Рисунок 18. Результат моделирования частотной характеристики полосового фильтра Баттерворта второго порядка. (Усиление в децибелах).

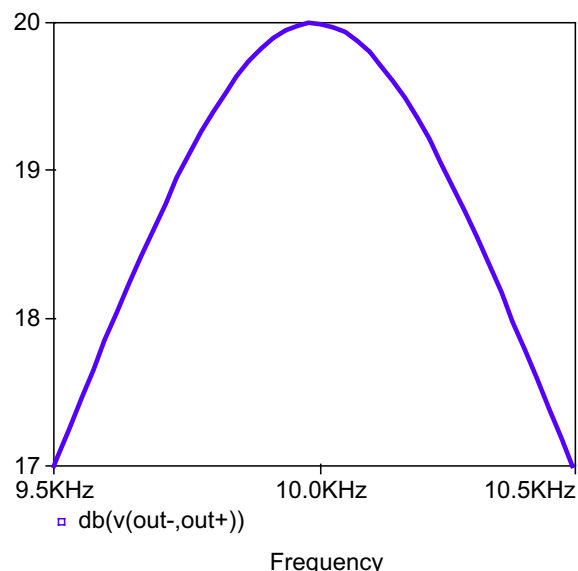


Рисунок 19. Измерение полосы пропускания полосового фильтра Баттерворта второго порядка (Усиление в децибелах, полоса по уровню 3 дБ – 1 кГц).

Результат моделирования фильтра с моделью полностью дифференциального ОУ OPAMPD2 (Рисунок 18, Рисунок 19) подтверждает заявленные в [12] характеристики фильтра, и, следовательно, работоспособность модели OPAMPD2 для этого случая.

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

1. Разархивировать файл с приложениями к статье в любое место на диске компьютера.
2. Скопировать папку *PSPICE166_Articles* с библиотеками в каталог *c:\Cadence*.
3. Скопировать текстовый файл *nom_user_Articles.lib* в папку *C:\Cadence\SPB_16.6\tools\pspice\library*. В этом файле должен содержаться следующий текст, с указанием путей к библиотечным файлам.

*** Library of user Oleg Petrakov devices: Analog and Digital**

*** ----- ARTICLES Potentiometer -----**

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\VC_POT.lib

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\VC_POTV.lib

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\Ohmmeter.lib

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\KR1182PM1.lib

*** ----- ARTICLES Fully Differential operational amplifiers -----**

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Operational_Amplifiers\OPAMPD1.lib

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Operational_Amplifiers\OPAMPD2.lib

.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Operational_Amplifiers\THS4120.lib

*** end of library file**

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

*** User Oleg Petrakov**

.lib "nom_user_Articles.lib"

*** end of library file**

5. Запустить проект OrCAD, содержащий новые библиотечные компоненты, и убедиться, что PSpice моделирование проис-

ходит. Для того чтобы проекты с примерами из каталога *DSN* моделировались, в именах каталогов (Путих) не должно быть русских букв. На этом все!

Примечание

Эти библиотеки можно подключить и к более старым версиям OrCAD, например, к популярной еще версии OrCAD v9.1. Библиотечные файлы с расширением *.LIB следует оставить без изменений, а вот файлы с расширением *.OLB, содержащие УГО компонентов, придется создать заново с помощью редактора OrCAD Capture v9.1 (В приложении к статье они уже есть). Все остальные действия по подключению библиотек к OrCAD аналогичны описанным выше. **РЛ**

Литература

1. Разевиг В. Д. Система проектирования OrCAD 9.2. СОЛОН. Москва 2001 г.
2. Архангельский А. Я. PSpice и Design Center. ч. 1. Схемотехническое моделирование. Модели элементов. Макромоделирование. М.: МИФИ, 1996 г.
3. Петраков О. М. Создание аналоговых PSPICE-моделей радиоэлементов. – М.: ИП РадиоСофт, 2004. – 208 с.: ил. – (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 8)
4. Хайнеман Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE. Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. 336 с.: ил.
5. Кеун Дж. OrCAD Pspice. Анализ электрических цепей (+DVD). – М.: ДМК Пресс СПб.: Питер, 2008. – 640 с.: ил.
6. Петраков О. М. Поведенческое моделирование в PSPICE. Журнал Схемотехника №3, №4 за 2003 г.
7. Операционные усилители для всех. Брюс Картер и Рон Манчини; пер. с англ. А. Н. Рабодзея. – М.: Додэка-XXI, 2011. – 544 с.: ил. – (Серия «Схемотехника»).
8. Bruce Carter and Thomas R. Brown. HANDBOOK OF OPERATIONAL AMPLIFIER APPLICATIONS. Application Report SBOA092A - October 2001
9. Волович Георгий. Полностью дифференциальные операционные усилители. Журнал «Современная электроника» № 5, 2008 г.
10. "Rules of the Road" for High-Speed Differential ADC Drivers. Analog Dialogue 43-05, May (2009), BJohn Ardizzoni, Jonathan Pearson
11. Гуменюк А.С., Бочаров Ю.И. Проектирование дифференциальных КМОП усилителей для АЦП. Журнал «Схемотехника», №12, 2006 г.
12. Применение топологии с многопетлевой обратной связью в полностью дифференциальных активных фильтрах с бесконечным коэффициентом усиления. Thomas Ruenl, Texas Instruments. Analog Application Journal, 1Q, 2009, Texas Instruments
13. Петраков О. М. MathSpice – аналитический PSpice движок для OrCAD и MicroCAP. Журнал «Современная электроника» №№ 6..12 (2009 г), №№ 1..5 (2010 г). Цикл статей 2009...2010 гг.

Загрузки

Исходные файлы проектов OrCAD v16.6, каталоги «PSPICE166_Articles», «OrCAD91_Articles»



Лазеры с «фазовой автоподстройкой» открывают путь к созданию терагерцовых сканеров

Nat Bowers

Electronic Specifier

Терагерцовое излучение – участок электромагнитного излучения между микроволнами и видимым светом – имеет многообещающие перспективы применения в области устройств безопасности и медицинской диагностики, однако такие устройства требуют разработки компактных, малопотребляющих и высококачественных терагерцовых лазеров

В статье, опубликованной журналом Nature Photonics, исследователи из Массачусетского технологического института и Сандийских национальных лабораторий описали новый способ создания терагерцовых лазеров, способный значительно снизить их размеры и потребляемую мощность, и в то же время позволить лазерам излучать более сжатые лучи, что является ключевым требованием для большинства практических применений.

Кроме того, эта работа представляет совершенно новый подход к конструкции лазера, который может иметь последствия также и для лазеров видимого света.

Созданное исследователями устройство представляет собой размещенный на одном чипе массив из 37 микролазеров. Низкое энергопотребление устройства объясняется тем, что излучения всех лазеров «подстроены по фазе», то есть, впадины и гребни их волн идеально выровнены. Устройство демонстрирует принципиально новый способ фазовой синхронизации массивов лазеров.

Описав в своей работе четыре ранее существовавших метода фазовой синхронизации, исследователи показали, что на микроуровне все они имеют недостатки. Некото-

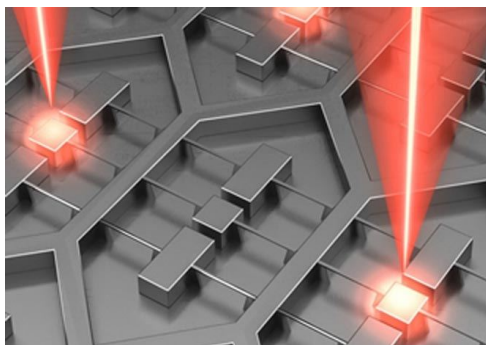
рые требуют настолько близкого размещения фотонных компонентов, что их было бы трудно изготовить. Другие методы требуют размещения дополнительных фотонных компонентов вне кристалла, которые при этом должны быть точно спозиционированы относительно лазеров. Новое же устройство, напротив, является монолитным, а это означает, что оно вытравливается полностью из цельного блока материала.



Профессор Цин Ху.

«Вся эта работа инспирирована технологией антенн, – говорит Цин Ху (Qing Hu), выдающийся профессор электротехники и информатики Массачусетского технологического института, возглавляющий группу исследователей.

– Люди, работающие у нас над лазерами, как правило, являются специалистами в области фотоники. А разработчики СВЧ техники на самом деле – другое сообщество, они имеют совершенно иной склад ума. Мы действительно были вдохновлены очень продуманными СВЧ-технологиями и достигли чего-то концептуально принципиально нового».



Продолжая работу

Лазерная матрица исследователей основывается на том же принципе, который лежит в основе широкополосного ТВ и радио. Электрический ток, проходящий через радиодантенну, создает электромагнитное поле, а электромагнитное поле индуцирует соответствующий ток в соседних антеннах. В матрице Ху и его коллег каждый лазер генерирует электромагнитное поле, индуцирующее ток в окружающих его лазерах, который в свою очередь синхронизирует фазу эмитируемого ими излучения.

Этот подход основан на том, что ранее рассматривалось как недостаток миниатюрных лазеров. Лазеры масштаба чипа были предметом активных исследований в течение многих десятилетий в связи с интересом к их потенциальному использованию для межчиповой связи внутри компьютеров, а также в экологических и биохимических датчиках. Однако по мере уменьшения размеров лазера его излучение становится все более рассеянным. «Это совсем не похоже на луч лазерной указки, – объясняет Ху. – Миниатюрный лазер излучает во все стороны, как крошечная антенна».

Если лазер масштаба чипа предназначен для излучения в одном направлении, то

любые излучения в боковых направлениях являются прямыми потерями и увеличивают потребление энергии. Но конструкция Ху и его коллег возвращает это уходящее в боковых направлениях излучение.

На самом деле, чем больше лазеров они добавляют в свою матрицу, тем больше эмитированного в боковом направлении излучения будет поймано и возвращено, и тем ниже будет порог мощности, при которой матрица начинает производить лазерный свет. А поскольку испускаемое в поперечном направлении излучение может распространяться на большие расстояния, преимущества, которые дает увеличение размеров матриц, становятся еще более очевидными.

«Я твердо убежден, что все физические явления имеют свои плюсы и минусы, – говорит Ху. – Вы просто не можете сказать однозначно, что такое-то и такое поведение является универсально хорошим или плохим».

Сжатие

Значительная часть энергии пойманного и бокового излучения переизлучается в направлении, перпендикулярном к матрице. Таким образом, выходящий из матрицы луч намного плотнее, чем излучаемый другими экспериментальными однокристалльными лазерами. А плотный луч имеет важное значение для большинства предполагаемых областей применения терагерцового излучения.

В системах безопасности, например, терагерцовое излучение может направляться на химический образец, который будет поглощать некоторые частоты сильнее, чем другие, производя характерный спектр поглощения. Чем плотнее луч, тем больше излучения достигает как образца, так и впоследствии детектора, что дает более четкий сигнал.

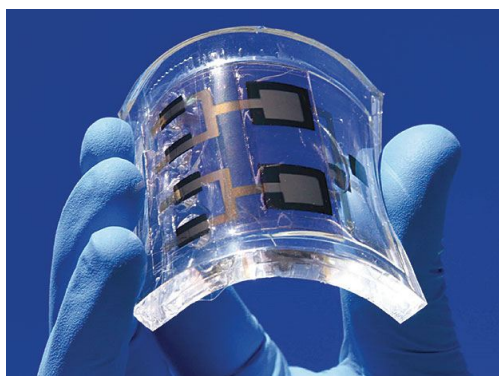
Соавторами статьи Ху являются Цзун-Ю Као (Tsung-Yu Kao) бывший аспирант Массачусетского института в области электротехники, ставший в настоящее время директором по технологиям LongWave Photonics – компании, продающей терагерцовые лазеры, и Джон Рено (John Reno) из Сандийских национальных лабораторий. **РЛ**

Химозлектроника: наноразмерные диоды и устройства, для работы которых нужна влага

Dexter Johnson

IEEE Spectrum

Микросхемы на основе кремния, предназначенные для датчиков в искусственной коже, которым требуется гибкость, или для носимой электроники, где схемы должны выдерживать воздействие нашего пота, не всегда справляются со своей задачей.



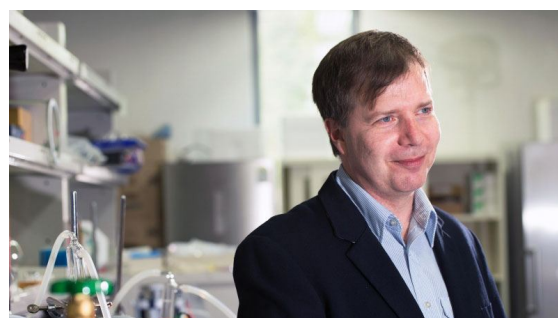
Недавно международная группа исследователей разработала способ изготовления гибких, не боящихся воды логических схем и датчиков, в которых не используются полупроводники. То, что сделали ученые, представляет собой золотые наночастицы, покрытые заряженными органическими молекулами. Созданную систему они назвали «химозлектронная схема».

Команда, в которую вошли ученые из Национального центра нанонауки и технологий в Пекине, Университета Северной Каролины в Чапел-Хилл, американской компании NuMat Technologies и Ульсанского Национального Университета Науки и Технологий (UNIST) в Южной Корее, описала химозлектронные компоненты в журнале *Nature Nanotechnology*.

Они создали химозлектронные устройства, покрывая наночастицы золота каким-либо из четырех типов органических моле-

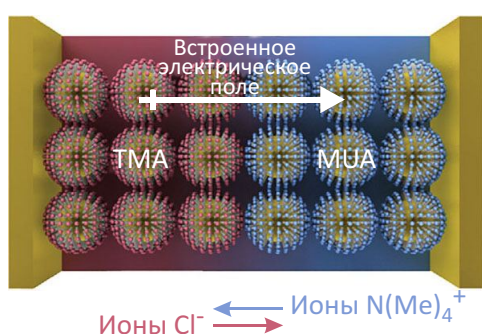
кул, называемых лигандами. Каждый лиганд дает свой, зависящий от заряда эффект, когда помещается в воду или влажную среду. Один растворяется, высвобождая положительный ион и оставив наночастицу, окруженную отрицательным зарядом. Другой дает противоположный эффект, делая наночастицу положительной и высвобождая отрицательный ион.

Объединение двух последних типов металлических наночастиц и противоположно заряженных лигандов создает химический состав, имитирующий полупроводниковый p-n переход. Они «упаковывают» группы положительно заряженных наночастиц с одной стороны и отрицательно заряженные частицы с другой. Ионы могут свободно перемещаться между ними, при этом положительные ионы притягиваются к отрицательным наночастицам, и наоборот. В результате получается устройство с встроенным дисбалансом заряда, что приводит к такому явлению, как межфазное напряжение. Межфазное напряжение создает внутри устройства предпосылки для односторонней транспортировки электронов, точно так же, как в обычном диоде.



Профессор Бартош Гжибовский. (Фото: UNIST).

«Вокруг лигандов имеются свободные противоионы, — объяснил руководивший исследованиями Бартош Гжибовский (Bartosz Grzybowski) из UNIST. — Ключевым моментом является то, что эти мобильные противоионы могут двигаться, когда приложено [электрическое] поле. Это, в свою очередь, устанавливает ионные градиенты, которые, в конечном счете, управляют потоком электронов через наночастицы».



Движение ионов между «упакованными» наночастицами золота создает электрическое поле так же, как в диоде.

Эта система могла бы стать основой идеальной технологии для носимых датчиков. Химозлектронные схемы имеют почти такие же скорости переключения, как у полимерной электроники, они могут обнаруживать мельчайшие химические изменения и преобразовывать эти изменения в электронный сигнал, потребляя очень мало энергии, И, наконец, они способны выполнять логические операции, и они очень гибкие. Но что на самом деле делает их настолько привлекательными — это

то, что химозлектронные схемы очень хорошо функционируют во влажных и соленых средах.

Комбинируя до четырех типов покрытых лигандами наночастиц, исследователи изготовили различные датчики для измерения влажности, газов и ионов металлов.

Для того, чтобы увидеть эти датчики и схемы в массовом применении, будет необходимо увеличить скорость их переключения, а также повысить надежность. Например, датчики, перенесенные из влажной среды в сухую, подвержены растрескиванию от обезвоживания.

«Эти схемы очень легко сделать. Вы просто получаете их из водного/спиртового раствора, — объясняет Гжибовский — Но приложения реального мира потребуют специальных струйных принтеров и лучших инженеров в области электротехники. Мы же простые химики».

Несмотря на эти проблемы, новая схема выглядит многообещающим решением не только для логических схем, используемых во влажных условиях, но и для нового подхода к созданию наноразмерных диодов и транзисторов.

«Поскольку градиенты противоионов существуют вокруг любой наночастицы, можно было бы подумать о построении диодов или транзисторов на основе отдельных наночастиц, — добавляет Гжибовский. — Кроме того, поскольку наночастицы реагируют также на свет, мы хотим для этого типа схем добавить возможность управления светом». **РЛ**

Прецизионный ограничитель на ОУ для защиты входов АЦП

Thomas Mosteller u Aaron Schultz, Linear Technology

Electronic Design

Простая схема на операционном усилителе может ограничивать пределы изменения напряжения на входе АЦП, обеспечивая защиту преобразователя от перегрузки входов и повреждений

Согласовать диапазон напряжений аналогового сигнала с входным диапазоном аналого-цифрового преобразователя (АЦП) может быть непросто. Превышение входного диапазона АЦП будет причиной неправильного измерения. А если сигналы на входах выйдут далеко за пределы напряжений шин питания, в АЦП могут потечь токи подложки, которые приведут к защелкиванию входов, или даже к разрушению микросхемы. Однако ограничение входных сигналов до более безопасных уровней сужает динамический диапазон и разрешение АЦП.

Эти проблемы позволяет решить простая схема ограничителя на операционных усили-

телях (ОУ), изображенная на Рисунке 1. Максимально допустимое входное напряжение приложено к неинвертирующему входу U_1 , а на инвертирующий вход через малосигнальный диод D1 подается напряжение обратной связи. Для задания порогового уровня ограничения может использоваться опорное напряжение АЦП. Когда входное напряжение ниже опорного, напряжение на выходе U_1 близко к положительной шине питания, и диод D1 закрыт, поэтому входной сигнал проходит без изменений.

Если напряжение на входе превысит напряжение ограничения, полярность выходного напряжения ОУ изменится, и через диод

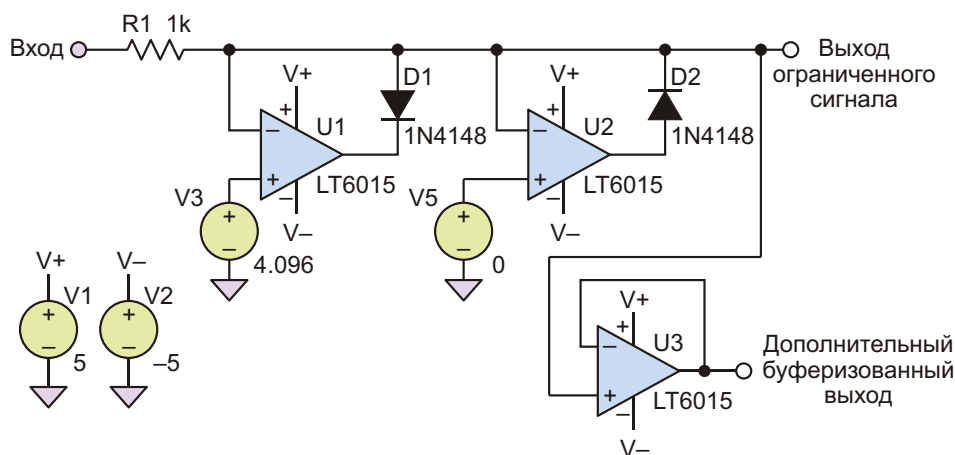


Рисунок 1. В схеме используется комплементарная пара операционных усилителей, ограничивающих диапазон изменения входного сигнала в пределах максимально допустимого положительного (U_1) и отрицательного (U_2) уровней.

D1 замкнется петля обратной связи. В результате усилитель эффективно превратится в повторитель напряжения ограничения с единичным усилением. Резистор R1 ограничивает выходной ток ОУ. Второй ОУ (U2) выполняет дополнительную функцию, не позволяя сигналу опуститься ниже уровня земли. Таким образом, в этом примере выходной сигнал ограничен диапазоном от 4.096 В до 0 В.

Эта схема, хоть и очень простая по концепции, предъявляет особые требования к операционным усилителям. Во-первых, в большинстве современных ОУ для защиты от больших дифференциальных напряжений на входах включены встречные диоды, которые могут стать быть причиной повреждения микросхемы или сдвигов в напряжении смещения нуля. Из-за этих диодов в рассматриваемой схеме выходной сигнал не сможет подняться выше уровня, отстоящего от напряжения положительной шины питания на величину прямого падения на диоде, и не сможет опуститься ниже напряжения на открытом диоде.

Чтобы понять, есть ли в данном операционном усилителе эти диоды, нужно провести определенную розыскную работу. В справочных данных на одни компоненты входные диоды показаны, на другие – нет, хотя на самом деле они могут быть. Надежным признаком наличия диодов является ограничение входного тока несколькими миллиамперами в разделе Абсолютные предельные значения (Absolute Maximum Ratings).

Кроме того, выход ОУ должен переходить из «неограниченного» в «ограниченное» состояние за минимально возможное время, чтобы обрезать быстро нарастающие сигналы, не допуская возникновения потенциально опасных выбросов. Помимо этого, операционный усилитель должен иметь rail-to-rail выходы и выход, чтобы он мог работать с напряжениями, близкими к напряжениям источников питания.

Этим целям служит семейство операционных усилителей LT6015, включающее в себя вдвоенную версию LT6016 и счетверенную LT6017. Поскольку диодов на входах нет, на них можно подавать очень большие дифференциальные напряжения, которые не будут накладывать ограничения на любые практические приложения, использующие АЦП. Используя высокие дифференциальные входные напряжения, можно создавать ограничители и другие нелинейные схемы. Более

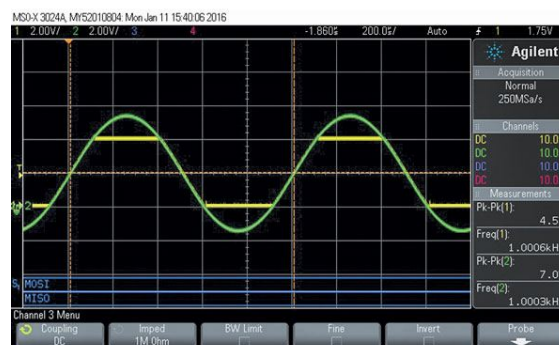


Рисунок 2. Схема с операционным усилителем LT6015 и 10-вольтовым биполярным источником питания ограничивает диапазоном 0 ... + 4 В синусоидальный сигнал с размахом 7 В пик-пик.

того, входное напряжение может быть на 80 В выше или на 25 В ниже напряжения шины V–, что позволяет безопасно подавать на входы сигналы, которые повредили бы другие микросхемы.

Еще одной уникальной особенностью LT6015 является ее способность работать при разности между V+ и V–, достигающей 60 В, что дает возможность использовать схему для ограничения напряжений, более высоких, чем напряжения питания подавляющего большинства ОУ. Скорость нарастания 0.75 В/мкс позволяет ограничивать достаточно быстро нарастающие сигналы. Низкое напряжение смещения с типовым значением менее 100 мкВ гарантирует, что уровень ограничения будет очень точным.

Рисунок 2 иллюстрирует работу микросхемы LT6015 при питании от источников ± 10 В, ограничивающей входной сигнал с размахом 7 В пик-пик и частотой 1 кГц диапазоном 0 ... + 4 В. Увидеть тонкости работы ограничителя здесь трудно, но увеличив масштаб, можно разглядеть на выходе небольшой выброс (Рисунок 3).

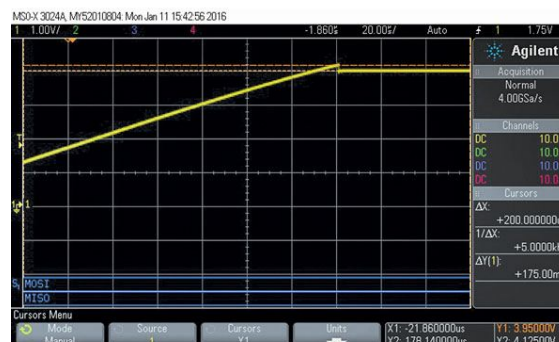


Рисунок 3. «Увеличенный масштаб» дает возможность увидеть небольшой выброс, происходящий при включении ограничения.

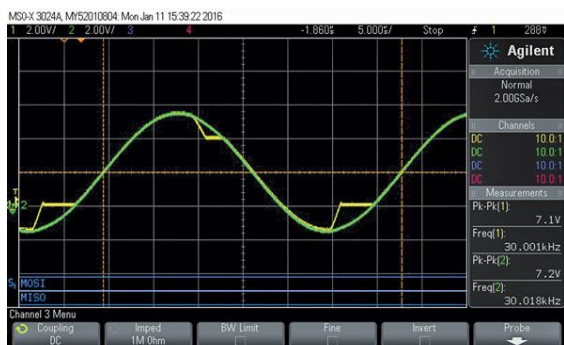


Рисунок 4. Скорость ограничения определяет полосу пропускания схемы. На осциллограмме хорошо видны последствия 10-микросекундного запаздывания.

Увеличение частоты входного сигнала до 30 кГц (Рисунок 4) отчетливо показывает, что срабатывание схемы происходит за время чуть меньшее, чем 10 мкс, ограничивая рабочую полосу частот до нескольких кГц. Скорость срабатывания схемы можно повысить путем приближения напряжений шин питания к пороговым уровням, что сузит диа-

пазон, в котором должно изменяться выходное напряжение в режиме ограничения. Поскольку размах выходного напряжения LT6105 очень близок к шинам питания, необходимый дополнительный запас по напряжениям источника очень невелик.

Еще одним ограничением схемы является то, что ее выходное сопротивление определяется резистором R1, сопротивление которого должно составлять хотя бы несколько сотен ом, чтобы ограничивать выходной ток ОУ. В связи с тем, что для некоторых АЦП требуются источники сигнала с низким выходным сопротивлением, может потребоваться буферный усилитель U3. Воспользовавшись счетверенной версией LT6017, все необходимые функции можно реализовать с помощью одной микросхемы. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT6015, LT6016, LT6017](#)

В аналоговом мире САПР не заменяют здравый смысл

Brandt Braswell

EE Times

Я знаю, что создатели программных средств конструирования достигли значительного прогресса. Пейзаж цифрового проектирования постоянно изменяется за счет использования изощренных программных инструментов. Задачи, на решение которых раньше требовались месяцы, теперь могут быть выполнены за считанные дни. Хотя эти инструменты по-прежнему не дают гарантий безошибочности результатов при некорректных исходных данных или неудачных моделях и допущениях, количество ошибок значительно уменьшилось, и теперь они стали исключением из правил, а не нормой.

Использование программ для расстановки компонентов и трассировки соединений также позволило упростить создание больших печатных плат для цифровых проектов. Достаточно запустить интерактивный скрипт для размещения и трассировки и выполнять по ходу его работы статический временной анализ, чтобы обеспечить требуемые времена установки и удержания для цифровых блоков.

Возможно ли такое для аналоговых проектов? Существуют ли эквивалентные инструменты для разработки и полной трассировки аналоговых блоков? На протяжении многих лет я наблюдал работу оптимизаторов и средств проектирования, призванных выполнять работу квалифицированных разработчиков аналоговых схем. Многие из этих инструментов достигли значительного совершенства, помогая конструкторам быстрее создавать современные решения. Тем не менее, я считаю, что заменить инженера-разработчика аналоговых схем сейчас невозможно, и будет невозможно еще какое-то время.



Брандт Брэсвелл (Brandt Braswell), известный специалист из компании NXP Semiconductor, обсуждает автоматические «оптимизаторы» для конструирования аналоговых схем и их недостатки.

Современное состояние этих инструментов таково, что заменить интуицию инженеров при проектировании сложных аналоговых блоков они не могут. Тем не менее, я считаю, что оптимизаторы применимы в разработке простых низкоуровневых аналоговых блоков, к которым предъявляется меньше требований и ограничений.

Когда дело доходит до сложных аналоговых устройств, «вы должны быть в состоянии двигаться вместе с электронами», как сказал мне однажды старший коллега при разборе проблем и ограничений проекта.

Часто соответствующее решение требует нетрадиционных топологий или нововведений. Это нельзя сделать с оптимизатором, поскольку его оптимизация основана на заданном наборе параметров и заданной топологии схемы. Для оптимального решения проблемы может потребоваться инновационное сочетание известных топологий, или, как я сказал бы, изобретение новых схем.

Компромиссы такого рода должны делаться закаленными инженерами, способными придумывать новые способы решения этих сложных проблем. Иногда для определения пригодности конкретной топологии просто требуется здравый смысл.

Я думаю, можно утверждать, что при хорошем выборе мощных инструментов, возможно добиться работоспособности используемой топологии. Но я не считаю, что результат такого решения будет приемлемым, поскольку площадь, занимаемая конструкцией и рассеиваемая ею мощность при новых технологиях стоят дорого. В конечном счете, эта процедура, дающая субоптимальные результаты, будет наталкиваться на сопротивление высших руководителей, как только они поймут, насколько высокой окажется цена столь прямолинейного подхода для окончательной конструкции и топологии.

Таким образом, я считаю, что опытный инженер-разработчик аналоговых схем пока надежнее. В то же время, среди разработчиков программного обеспечения есть новаторы, которые пытаются решить не слишком изолированные проблемы проектирования и компоновки аналоговой техники.

Более того, многие компании неустанно работают над улучшением инструментария для таких задач и уже добились в этом значительных успехов. Поэтому, лучший совет, который я могу вам дать: будьте старательными и творческими людьми, изучайте существующие альтернативные решения для аналоговых проектов, подобных вашим, и сохраняйте уверенность в том, что вы способны создавать компактные и малопотребляющие привлекательные решения, отвечающие предъявляемым требованиям.

Разработчики аналоговых схем всегда хотят реализовать свои проекты с большим запасом, и в некоторых случаях это допустимо. Однако, будьте осторожны с чрезмерным запасом по мощности и размерам – терпимость к риску должна быть частью вашего мышления. В конечном счете, искушенный аналоговый инженер должен ясно понимать риски и выгоды компромиссов при разработке аналоговых схем, чтобы выполнять требования к продукту без существенных накладных расходов.

Каким образом инструменты САПР изменили вашу стратегию проектирования?

Считаете ли вы, что они пригодны для разработки аналоговых схем? **РЛ**

23 июня 1912 года родился пионер компьютерной науки Алан Тьюринг

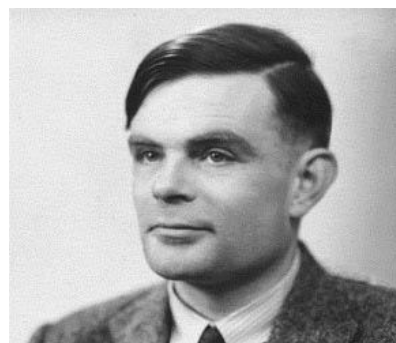
Jessica MacNeil

EDN

Алан Тьюринг (Alan Turing) был отцом компьютерной науки, а его машина Тьюринга заложила основы современных компьютеров.

Родившийся в Лондоне 23 июня 1912 года, математик и ученый с раннего возраста проявлял интерес к обоим предметам. Он изучал математику в Королевском колледже Кембриджа, а в 1938 году получил степень доктора философии в Принстонском университете.

Став математиком, Тьюринг посвятил себя изучению логики и вопросов разума и математики. Он заинтересовался «проблемой разрешения», сформулированной немецким ученым Давидом Гильбертом (David Hilbert) и касавшейся создания такого алгоритма, который, принимая на входе логическое утверждение первого порядка, определял бы, является ли оно универсально справедливым, выдавая ответы «да» или «нет». В его знаменитом труде «On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem» (О вычислимых числах применительно к проблеме разрешимости), опубликованном в 1936 году в Proceedings of the London Mathematical Society, были изложены понятия, ставшие основой современной информатики и заложившие идеи электронной цифровой вычислительной машины. Тьюринг задумал создать простую машину, подобную пишущей машинке, которая была бы способна считывать закодированные на ленте односимвольные инструкции и воспроизводить



логическое мышление человека. Эта идея воплотится в машину Тьюринга – модель компьютера общего назначения, доказавшую, что машина может выполнять любые математические вычисления, если только они могут быть представлены в виде алгоритма. Впервые машина работала с функциями, определяемыми хранящейся в памяти программой.

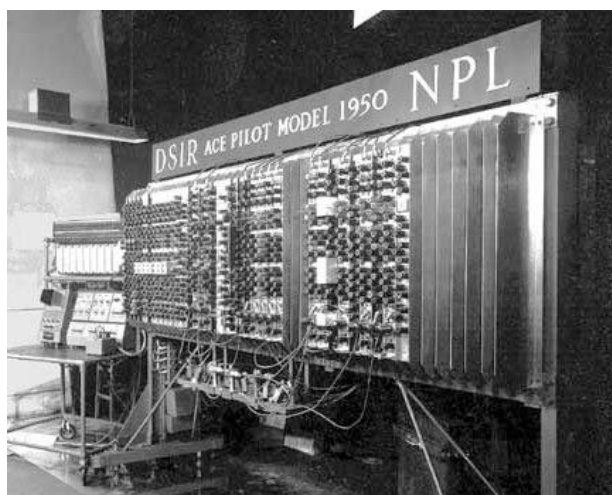
Во время Второй мировой войны Тьюринг возглавлял в Блетчли-парк отдел криптоанализа, ответственный за взлом кодов, используемых военно-морским флотом Германии. Его декодирующее устройство под названием «The Bombe», разработанное совместно с Гордоном Велчменом (Gordon Welchman), смогло расшифровать коды немецкой «Энигмы», что сыграло важнейшую роль в победе союзников. Примерно в то же время Тьюринг разработал метод кодирования и декодирования телефонных разговоров, внесший заметный вклад в систему SIGSALY компа-

нии Bell Labs, которая использовалась для защиты коммуникаций союзников.

После войны, работая в Национальной физической лаборатории Великобритании, он сконструировал компьютер ACE с запоминаемой программой (Automatic Computing Engine – Автоматическая вычислительная машина). Упрощенная модель, ACE Pilot Model, была построена в 1950 году и стала первым электронным компьютером. Это был самый быстрый компьютер в мире, работавший на частоте 1 МГц. В нем использовалась ртутная линия задержки, способная хранить 32 бита данных.

В 1948 году Тьюринг поступил в Университет Манчестера, где начал работу над программным обеспечением для компьютера Mark 1. В 1950 году он опубликовал работу «Computing machinery and intelligence» (Вычислительные машины и разум), в которой ввел понятие теста Тьюринга – стандарта для определения интеллекта у машины. Кроме того, Тьюринг проявлял интерес к математической биологии, в результате чего в 1952 году вышел его труд «The Chemical Basis of Morphogenesis» (Химические основы морфогенеза).

В 1952 году Тьюринг был привлечен к ответственности за гомосексуальную деятельность. После вынесения приговора он принял решение пройти курс химического лечения,



Компьютер ACE Pilot Model, построенный в Национальной физической лаборатории в 1950 году.

чтобы избежать тюрьмы и не лишиться допуска, позволявшего ему работать над важными государственными проектами. Спустя более 60 лет, в 2013 году, Тьюринг был амнистирован специальным королевским указом.

Блестящий математик умер 7 июня 1954 г. в возрасте 41 года от отравления цианидом. Хотя это было самоубийством, некоторые полагают, что он случайно вдохнул пары во время проводимого им химического эксперимента. **РЛ**

С этим регулятором скорости вращения вентилятора вы будете спать спокойно

Michael Whybray

EDN

Большинство настольных вентиляторов, с которыми мне приходилось иметь дело, имело три скорости: «Полная скорость», «Почти полная скорость» и «Стоп». Бесплезный набор, если вы просто хотите ощущать легкое движение воздуха, и к тому же слишком шумный, если вы пытаетесь заснуть (конечно же, в спальне, а не за рабочим столом). В используемых в них двигателях с короткозамкнутыми роторами для снижения тока имеются переключатели, коммутирующие две или более обмоток и, возможно, конденсатор. Но если при этом не снижать частоту напряжения на двигателе, стабильность момента и скорости будет очень невысокой. По той же причине плохой результат дает использование симистора для фазового управления напряжением, проявляющийся в очень высокой чувствительности скорости к моменту включения симистора и нагрузке вентилятора, а также в тенденции к останову.

Намного лучшую стабильность скорости можно получить путем снижения рабочей частоты относительно стандартных значений 50 Гц или 60 Гц. Основная проблема заключается в том, каким образом это можно сделать, не потратив денег больше, чем стоит сам вентилятор. Схема, изображенная на Рисунке 1, позволяет достичь нужного результата ценой нескольких долларов с помощью симистора, пропускающего через мотор лишь каждую третью полуволну переменного сетевого напряжения, как это показано на Рисунке 2.

Хотя получившееся напряжение не является постоянным синусоидальным, его основную частоту можно рассматривать как одну треть исходной частоты сети (60 мс на период вместо 20 мс), а его гладкие импульсы с регулярными промежутками и чередующейся полярностью, управляя двигателем, поддерживают оптимальное внутреннее

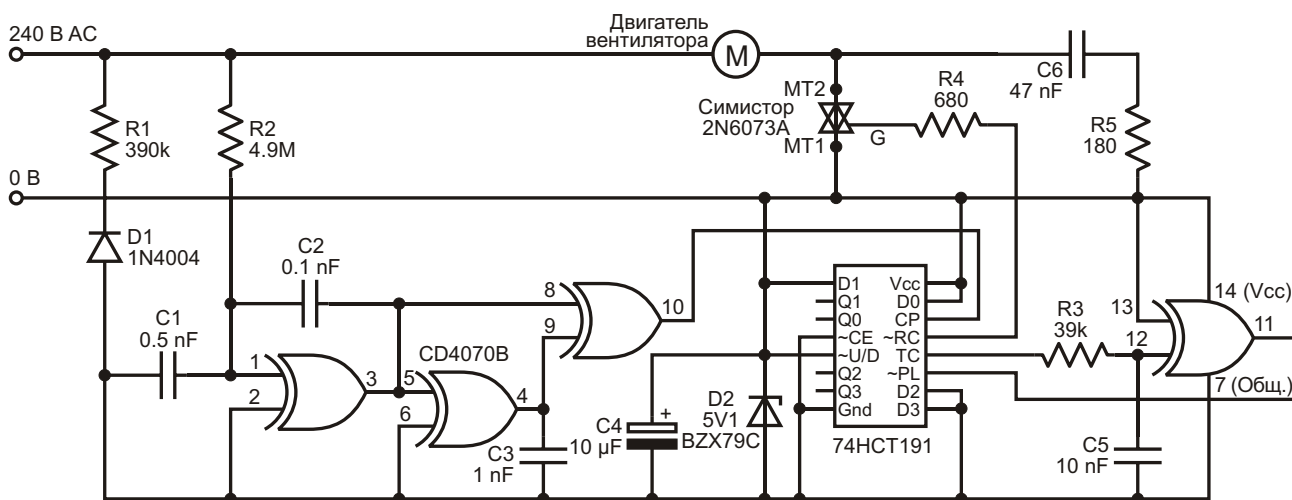


Рисунок 1. Контроллер управления скоростью мотора.

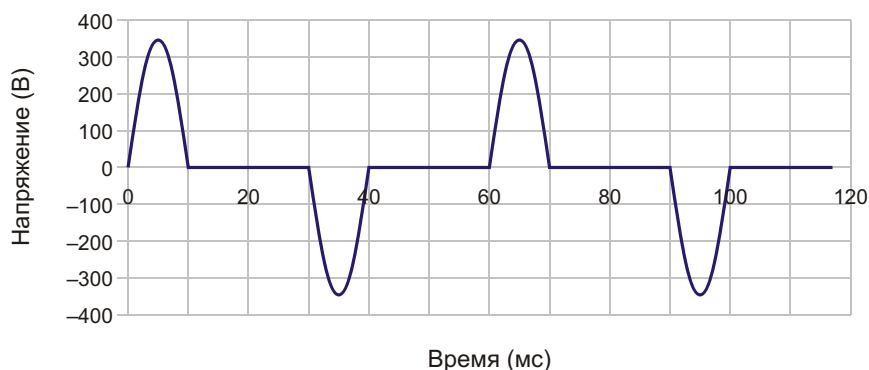


Рисунок 2. Каждый третий полупериод.

магнитное поле мотора, а следовательно, и ротора. В результате вентилятор работает с приятной низкой скоростью, стабильно и намного тише. Теперь зависимость от штатного управления скоростями вентилятора становится минимальной, поскольку доминирующее влияние на скорость имеет рабочая частота.

В схеме на Рисунке 1 R1, D1, D2 и C4 выпрямляют и сглаживают переменное напряжение сети 240 В, образуя слаботочный источник питания –5 В для двух стандартных логических микросхем: счетверенного элемента «исключающее ИЛИ» CD4070В и четырехразрядного счетчика 74НСТ191. Сетевое напряжение 240 В через резистор R2 поступает также на первый вентиль «исключающее ИЛИ» (включенный неинвертирующим буфером), который, используя встроенные цепи защиты входов, ограничивает его на уровнях –5.6 В и +0.6 В, что почти превращает вентиль в детектор пересечения нуля, формирующий прямоугольные тактовые импульсы с частотой сети. Элементы C1 и R2 фильтруют шумы сетевого напряжения и задерживают тактовый сигнал относительно волн входного напряжения на время порядка 0.4 мс. C2 добавляет вентилю динамический гистерезис 1 В, обеспечивающий чистое переключение и обрезающий всплески на шине сетевого напряжения и на шине –5 В, возникающие при переключении симистора.

Затем тактовый сигнал проходит через второй буферный каскад «исключающее ИЛИ», который вместе с конденсатором C3 задерживает его на время порядка 500 нс. Комбинация этого сигнала с исходным тактовым импульсом на входах третьего элемента «исключающее ИЛИ» образует на выходе

короткий положительный импульс при каждом переходе входного тактового сигнала из «1» в «0», в результате чего мы имеем импульс длительностью 0.4 мс после каждого пересечения нуля входным сетевым напряжением, то есть, каждые 10 мс. (Между прочим, достоинством освященных десятилетиями логических схем серии 4000 является то, что они позволяют вам допускать вольности, нагружая выход конденсатором, так как сопротивление канала транзистора ограничивает ток безопасным уровнем, если напряжение питания не превышает 10 В).

На тактовый вход (CP) двоичного счетчика 74НСТ191 поступают короткие импульсы положительной полярности. Счетчик работает в режиме вычитания, каждые 10 мс уменьшая на единицу число, записанное во входной регистр по сигналу параллельной загрузки (~PL). По достижении нуля уровень сигнала на выходе переноса (TC) становится высоким, и конденсатор C5 начинает заряжаться током, текущим через R3. Примерно через 0.3 мс, когда напряжение на конденсаторе вырастет до 2.5 В, выход последнего элемента «исключающее ИЛИ», включенного в данном случае инвертором и соединенного с входом ~PL, переключится в низкий уровень и загрузит число "0011" на входы D3...D0, а на выходе TC вновь немедленно установится «лог. 0». В результате счетчик проходит через состояния "0011", "0010", "0001", а затем, после кратковременного пребывания в "0000", опять возвращается в состояние "0011".

Таким образом, на выводе TC через 0.4 мс после каждого третьего пересечения нуля входным сетевым напряжением образуется положительный импульс длительностью

0.3 мс. На выходе сквозного переноса $\sim RC$ появляется инвертированный сигнал ТС (если быть точным – чуть более короткий), то есть, отрицательный импульс длительностью 0.3 мс, который через резистор R4 поступает на управляющий электрод и переключает симистор. Поскольку происходит это попеременно во время положительных и отрицательных полуволн сетевого напряжения с промежутками 30 мс, на нагрузке формируется сигнал, идеализированный вид которого показан на Рисунке 2. Благодаря управлению отрицательными импульсами напряжения и тока, симистор переключается только в квадрантах II и III, а квадрант IV, в котором симистору потребовался бы большой ток управления, исключается. (См. Материалы по теме – Datasheet ON Semiconductor 2N6073A). Задержка в 0.4 мс относительно точки пересечения нуля сетевым напряжением гарантирует, что к моменту, когда появляется импульс управления и открывается симистор, к индуктивной нагрузке мотора уже приложено напряжение, достаточное для того, чтобы ток симистора нарастал со скоростью, при которой успевал бы достичь значения удержания раньше, чем закончится управляющий импульс. Величиной 0.3 мс длительность импульса ограничена только для того, чтобы минимизировать мощность, потребляемую схемой управления, которая в целом не превышает 100 мВт.

Демпфирующая цепь R5, C6 предназначена для ограничения скорости нарастания помеховых импульсов (dV/dt), возникающих при коммутации индуктивной нагрузки и способных вызывать открытие симистора. Она нужна не для всех вентиляторов; например, мой прекрасно работает и без нее. В демпфирующей цепи используйте конденсатор, рассчитанный на работу при напряжении сети, а резистор лучше выбрать не пленочный, а объемный. Симистор должен иметь чувствительный вход управления, который мог бы переключаться микросхемами серии 74НСТ. Что касается остальных компонентов, они маломощны и не критичны к отклонениям номиналов. В теплоотводе симистор, как правило, не нуждается, поскольку ток вентилятора и коэффициент заполнения управляющих симистором импульсов достаточно малы, чтобы воздушного охлаждения было вполне достаточно. (Впрочем, сделайте собственные расчеты).

При испытаниях моего вентилятора, питающегося от номинального сетевого напряжения, в режимах «быстро» и «медленно» скорость составляла, соответственно, 31 и 26 об/с. С описанной выше схемой скорость упала до 12 об/с. Поскольку акустический шум, производимый вентилятором, пропорционален пятой степени скорости его вращения, совершенно очевидно, что потенциал снижения шума здесь весьма значителен. Остаточный шум обусловлен отчасти импульсным характером питания, и проявляется в виде урчания, а отчасти качеством подшипников вентилятора и его общей конструкцией в целом. Наконец, с помощью либо переключателя, либо паяльника, меняя двоичное число, записываемое в счетчик через входы данных, можно заставить ту же схему пропускать еще больше полуволн сетевого напряжения, понижая частоту до $1/5$, $1/7$..., $1/15$. (Четные значения не годятся, поскольку полуволны становятся односторонними, и мотор вращаться не может). При испытаниях мой вентилятор, хоть и работал на этих пониженных скоростях, но начинал раздражать своим урчанием, а движение воздуха делалось слишком медленным, отчего я решил остановиться на единственной скорости $1/3$. Впрочем, в других приложениях более низкие скорости могут оказаться полезными.

Если вы собираетесь не трогать вентилятор и разместить схему в отдельном корпусе с гнездами для сетевой вилки, для восстановления нормальной скорости вращения добавьте небольшой выключатель, накоротко замыкающий выводы симистора MT1 и MT2. (Просто записать в счетчик число "0001" вы не можете, так как при индуктивной нагрузке выходной ток пресекает ноль позже, чем сетевое напряжение, из-за чего тактовый импульс будет смещен на 0.3 мс, и схема работать не будет). Чтобы использовать схему в сети 120 В/60 Гц, достаточно просто уменьшить вдвое сопротивления резисторов R1 и R2.

Схема надежно работает даже тогда, когда резисторы R1 и R2 подключены не к входу сети, а к другой стороне мотора. Это означает, что схема становится двухвыводным черным ящиком, включаемым последовательно с вентилятором, что упрощает подключение и дает возможность использовать собственный выключатель вентилятора для полного прерывания питания. Сопротивле-

ние резистора R1 потребуется уменьшить до $\frac{2}{3}$ от первоначального значения, поскольку на источник питания –5 В теперь будут попадать лишь две из трех полуволн сетевого напряжения. Несмотря на то, что форма синусоиды, проходящей на R2, будет очень сильно искажена, схема продолжит правильно

считать циклы сетевого напряжения и формировать тактовые импульсы. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments 74HCT191](#)
2. [Datasheet Texas Instruments CD4070B](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor 2N6073A](#)

Сильноточный драйвер домашней линии электропитания

Ryan Metivier, Analog Devices

EDN

Сигналы домашних сетей, организованных на основе силовой электропроводки, очень похожи на сигналы цифровых абонентских линий xDSL тем, что в обоих случаях,

как правило, используется какая-либо разновидность цифровой модуляции OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing – ортогональное частотное разделение кана-

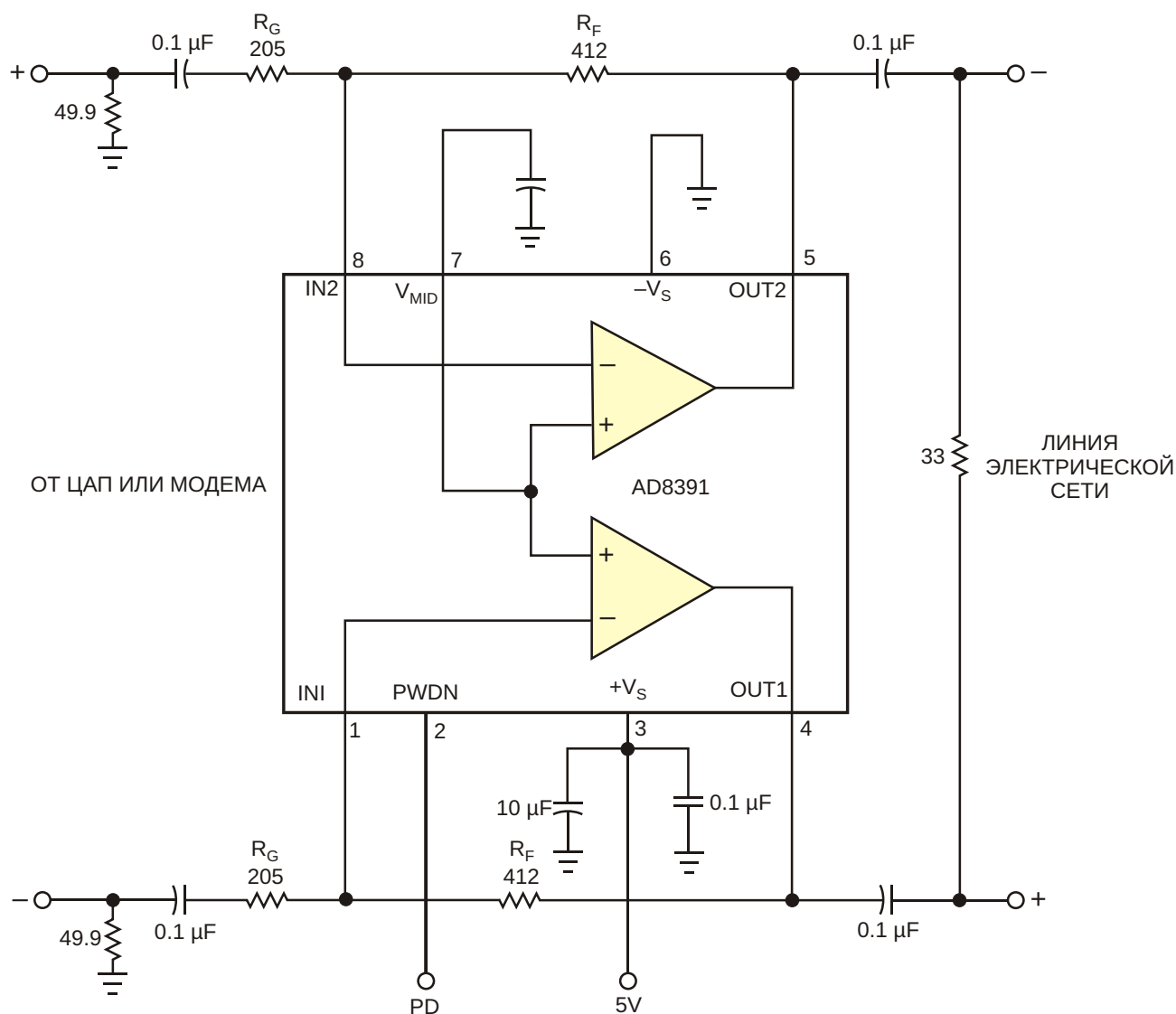


Рисунок 1. Используемая в драйвере xDSL технология токовой обратной связи позволяет создать эффективный драйвер линии электропитания.

лов). Для обоих приложений требуются большие выходные токи, широкая полоса пропускания и хорошая линейность. В этой статье описывается простая схема драйвера линии для высокоскоростной передачи сообщений по проводам домашней электросети, разработанная на основе микросхемы драйвера xDSL. На Рисунке 1 показан усилитель с токовой обратной связью AD8391, включенный в цепь отрицательной обратной связи для передачи широкополосных дискретных мультитоновых сигналов по линиям домашней проводки. Преимущество обратной связи по току заключается в том, что она допускает гибкое увеличение усиления, не ограниченное произведением коэффициента усиления на полосу пропускания. AD8391 имеет полосу пропускания 60 МГц, скорость нарастания 600 В/мкс и нагрузочную способность 250 мА, что идеально соответствует условиям решаемой задачи.

Схема на Рисунке 1 питается от источника 5 В, имеет коэффициент усиления напряжения, равный

$$2 \frac{R_F}{R_G},$$

и нагружена на сопротивление 33 Ом. Импеданс электросети может сильно различаться от дома к дому; нагрузка 33 Ом имитирует наихудший случай. К электрической сети драйвер подключается через трансформатор. Пиковая амплитуда выходного сигнала, подаваемого на дифференциальную линию сети (фаза и нейтраль), равна 2.8 В при отношении пикового значения к среднему 4 В/В. Резистор обратной связи R_F и резистор R_G , задающий коэффициент усиления, обеспечивают максимальную полосу пропускания и устойчивость схемы. Приемлемая для этого приложения полоса пропускания равна примерно 30 МГц. Следующая формула показывает зависимость полосы пропускания с замкнутой цепью обратной связи (f_C) от сопротивлений резисторов R_G и R_F для усилителей с обратной связью по току.

$$f_{CL} \frac{1}{2 C_p R_F \left(1 + \frac{R_{IN}}{R_F} \frac{R_{IN}}{R_G} \right)}.$$

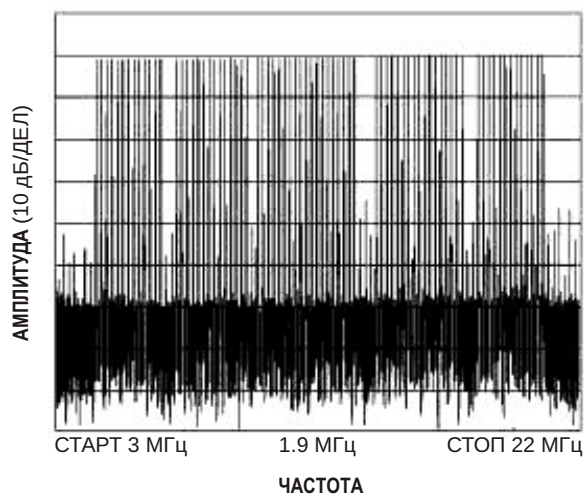


Рисунок 2. Выходной спектр драйвера линии электропитания (Рисунок 1) показывает, что в наихудшем случае искажения пустого тона равны –35 дБн.

В этой формуле:

C_p – внутренняя емкость, определяющая частоту среза трансимпедансной передаточной функции с разомкнутой обратной связью;

R_{IN} – входной импеданс инвертирующего вывода каждого усилителя.

(C_p и R_{IN} на Рисунке 1 не показаны).

Важно отметить, что в выражении доминирует R_F , и, таким образом, именно от этого резистора зависит полоса пропускания при замкнутой обратной связи. Входные резисторы 49.9 Ом служат для согласования схемы с источником сигнала. Сопротивления этих резисторов нужно подбирать для каждого приложения. Четыре конденсатора 0.1 мкФ

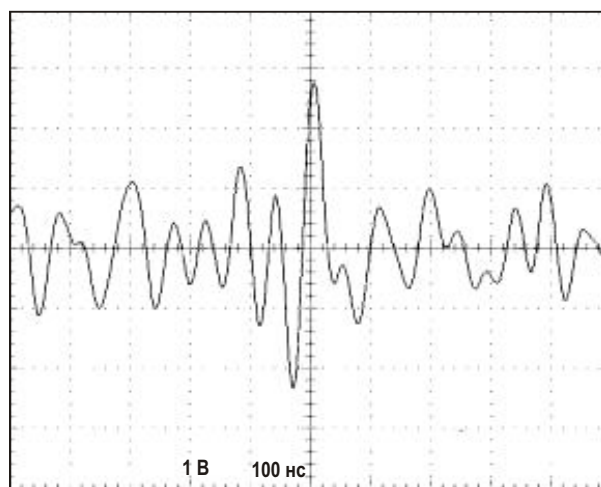


Рисунок 3. Характеристики драйвера линии электропитания во временной области.

обеспечивают емкостную связь входных и выходных линий по переменному току. Тестовый сигнал образован суммой 75 синусоид с псевдослучайным распределением фаз. Каждый тон тестового сигнала может иметь одну из четырех фаз, чтобы таким образом эмулировать сигнал с квадратурной фазовой манипуляцией (quadrature phase-shift keying – QPSK). Синусоиды располагаются ортогонально в пространстве от 4 до 21 МГц, оставляя пустыми радилюбительские диапазоны.

Рисунок 2 показывает, что в наихудшем случае искажения пустого тона равны –35 дБн. Этот спектр адекватно отражает поведение большинства реальных приложений, работающих на линии силовой электропроводки. Тот же выходной сигнал во временной области изображен на Рисунке 3. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8391](#)

настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование

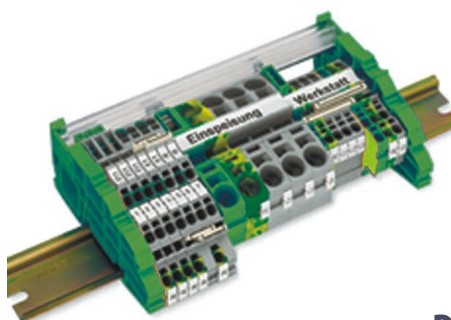


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции

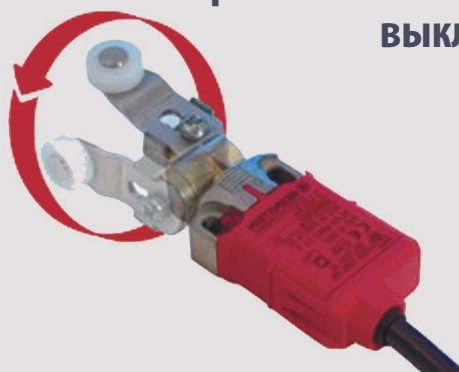


WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions



промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858



Оптимизация высоковольтных измерений с помощью адаптивного аттенюатора

Steven Galecki

Electronic Design

Эта схема автоматически ослабляет высокое напряжение до уровня, соответствующего входному диапазону АЦП и обеспечивающего наилучшую точность преобразования.

Всем знакома проблема измерения напряжений, превышающих рабочий диапазон входных напряжений АЦП, используемого в составе измерительной схемы. Одним из распространенных методов является использование делителя напряжения на основе цепочки резисторов, в которой соотношение сопротивлений резисторов подобрано таким образом, чтобы наибольшее из измеряемых напряжений масштабировалось до уровня, не превосходящего напряжения опорного источника АЦП. Этот подход обеспечивает фиксированное ослабление, однако, для слабых входных сигналов используется не весь динамический диапазон АЦП, что приводит к потере точности. Кроме того, непредусмотренные сигналы чрезмерно большого уровня могут повредить входные цепи АЦП, а также привести к искажению сигнала из-за изменений импеданса схемы.

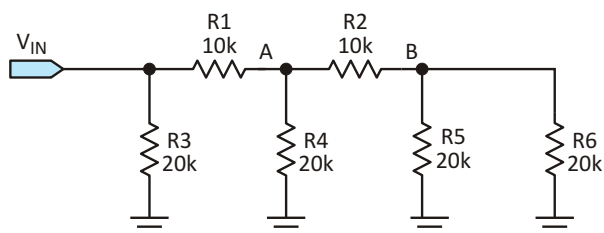


Рисунок 1. Основой схемы является матрица R-2R, позволяющая создать несколько точек ослабления сигнала.

Обсуждаемая здесь альтернативная схема для повышения точности измерений масштабирует входное напряжение, используя несколько делителей напряжения. Ее преимущество заключается в том, что источником сигнала для этой схемы является источник втекающего тока, питающий определенный диапазон импедансов (сопротивлений) нагрузки.

Делитель напряжения основан на матрице резисторов R-2R (Рисунок 1). На каждое последующее плечо делителя (или верхний вывод резистора 20 кОм) поступает половина напряжения предыдущего плеча. Напряжение в точке А вдвое меньше напряжения V_{IN} , а напряжение в точке В вдвое меньше, чем в точке А. Соответственно, ток в каждом последующем плече вдвое меньше, чем в предыдущем. Ток, текущий через резистор R5, равен половине тока резистора R4, который, в свою очередь, составляет половину тока R3, а ток через R3 равен половине тока, втекающего в матрицу R-2R. Входной импеданс схемы будет равен 10 кОм.

Напряжения в различных узлах схемы резистивного делителя (V_{IN} , А, В) могут быть выше напряжения опорного источника преобразователя данных. Вместо измерения напряжений в узлах эта схема измеряет токи, текущие через каждое плечо. Три операционных усилителя (ОУ), отражающих токи, теку-

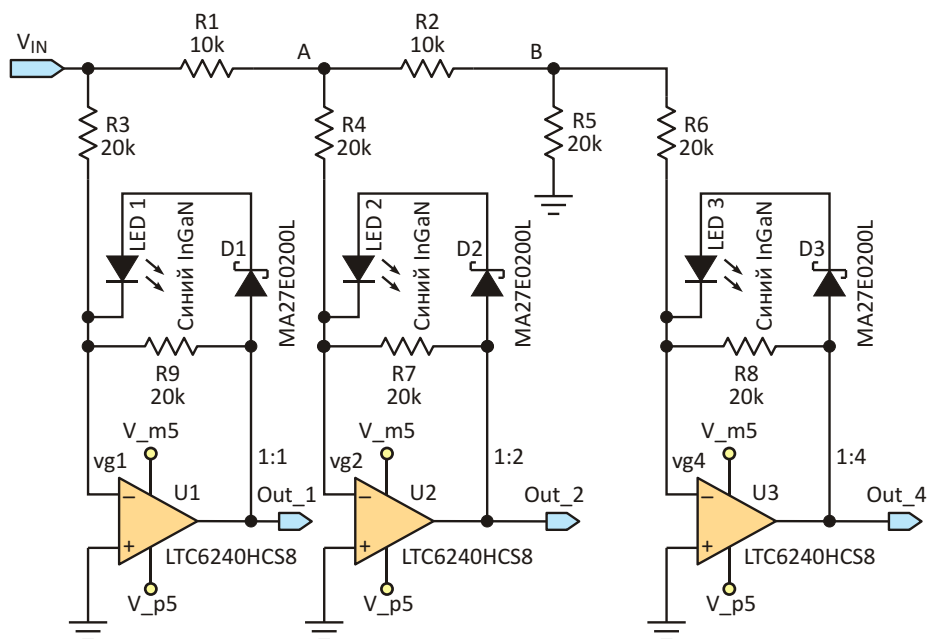


Рисунок 2. Операционные усилители используются для создания виртуальных земель, необходимых для того, чтобы в схеме могла работать матрица R-2R. Параллельно резисторам обратной связи каждого ОУ включены пары диодов, ограничивающие напряжения на этих резисторах.

щие через резисторы R3, R4 и R6 (Рисунок 2), используются для создания виртуальных земель резисторной цепочки.

U1 изменяет выходное напряжение Out_1 (и ток через R3 и резистор обратной связи R9) таким образом, чтобы напряжение на инвертирующем входе U1 было равно напряжению на неинвертирующем входе. Выходное напряжение усилителя U1 равно

$$\text{Out}_1 = V_{\text{IN}} \frac{R_9}{R_3}.$$

Для того, чтобы ограничить падение напряжения на резисторе обратной связи до уровня примерно 2 В, параллельно R9 включены два последовательных диода (синий светодиод и диод Шоттки).

Ток утечки влияет на напряжение, падающее на резисторе обратной связи, ухудшая точность схемы, однако у синих светодиодов этот ток очень мал. Низкая емкость диода Шоттки (порядка 2 пФ при напряжении 0 В) уменьшает емкостную нагрузку светодиода на цепь обратной связи. Аналогичные схемы используются и в остальных плечах схемы R-2R.

Затем выходное напряжение ОУ поступает на две схемы (Рисунок 3). Первая пред-

ставляет собой компаратор с порогом, равным V_{REF} . Состояние компаратора изменяется, когда выходное напряжение ОУ превышает V_{REF} , и его выход дает контроллеру информацию о необходимом коэффициенте усиления аналогового сигнала. Выходы ОУ также подключены к входам аналогового мультиплексора U5, состояние выхода которого определяется адресом подключенного канала, то есть, в конечном счете, компаратором с наибольшим входным сигналом, не превышающим V_{REF} (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Выход аналогового мультиплексора, управляемого компараторами

sat1 (Вход A0 микросхемы ADG604)	sat2 (Вход A1 микросхемы ADG604)	Выход ADG604
0	0	Out_1
1	0	—
0	1	Out_2
1	1	Out_4

Если уровень сигнала U1 таков, что его можно подавать на АЦП, напряжение не масштабируется (1:1), и младший значащий бит АЦП соответствует $\frac{1}{2} V_{\text{REF}}$. Если U1 входит в насыщение, тогда используется сигнал от

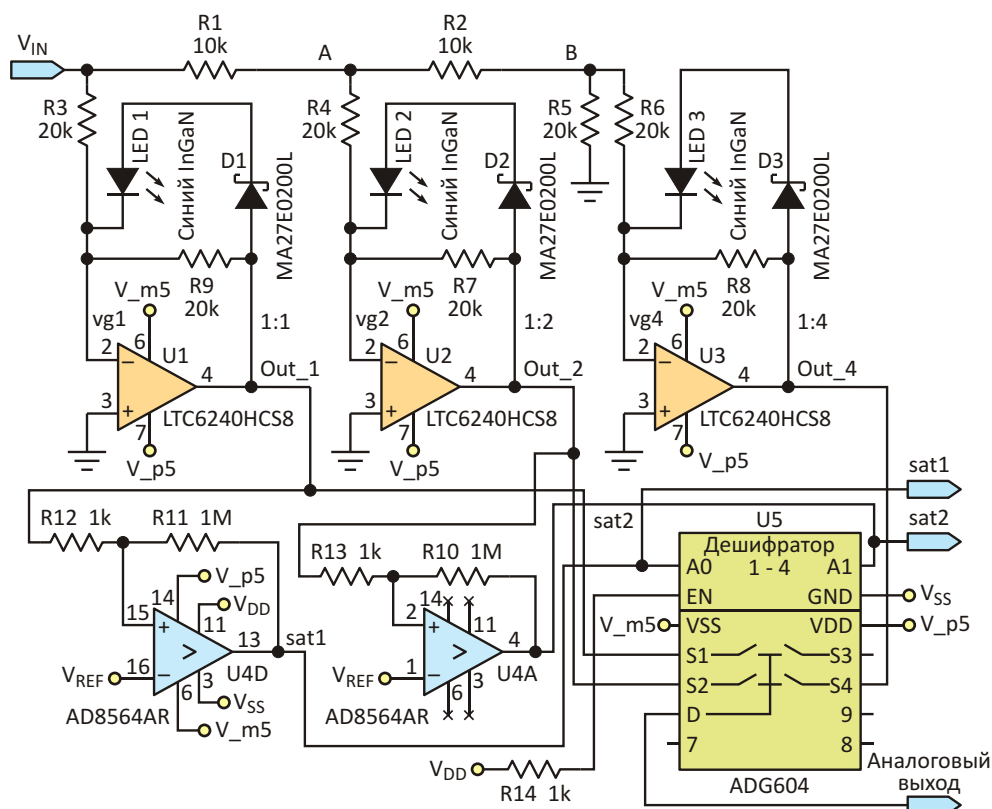


Рисунок 3. Полная схема на основе матрицы резисторов R-2R с операционными усилителями, переключающими компараторы, и аналоговым мультиплексором.

усилителя U2. Идущий к АЦП сигнал ослабляется в соотношении 2:1, и младший значащий бит АЦП соответствует V_{REF} , что достигается путем сдвига на один разряд влево слова данных АЦП. При насыщении U2 используется сигнал от усилителя U3. Сигнал, идущий к АЦП, ослабляется в соотношении 4:1, и младший значащий бит АЦП соответствует $2 \cdot V_{REF}$; в этом случае данные АЦП сдвигаются влево на два разряда.

Эта схема позволяет использовать всю точность АЦП при измерениях сигнала в любом диапазоне. Сигнал с уровнем 1.0 В может быть измерен с 10-битной точностью при использовании опорного напряжения

$V_{REF} = 1.25$ В (примерно 1.25 мВ/бит), и в то же время с помощью того же АЦП 4-вольтовый сигнал (примерно 5 мВ/бит) будет измеряться с такой же 10-битной четностью. Кроме того, она самостоятельно выбирает соответствующий коэффициент усиления сигнала до тех пор, пока схема измерений не перегружена большими сигналами. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC6240](#)
2. [Datasheet Panasonic MA27E200L](#)
3. [Datasheet Analog Devices ADG604](#)
4. [Datasheet Analog Devices AD8564AR](#)

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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

ОКО Мобайл 3G

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



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”

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

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>

Простой компактный источник отрицательного напряжения

Raymond Zheng, Linear Technology

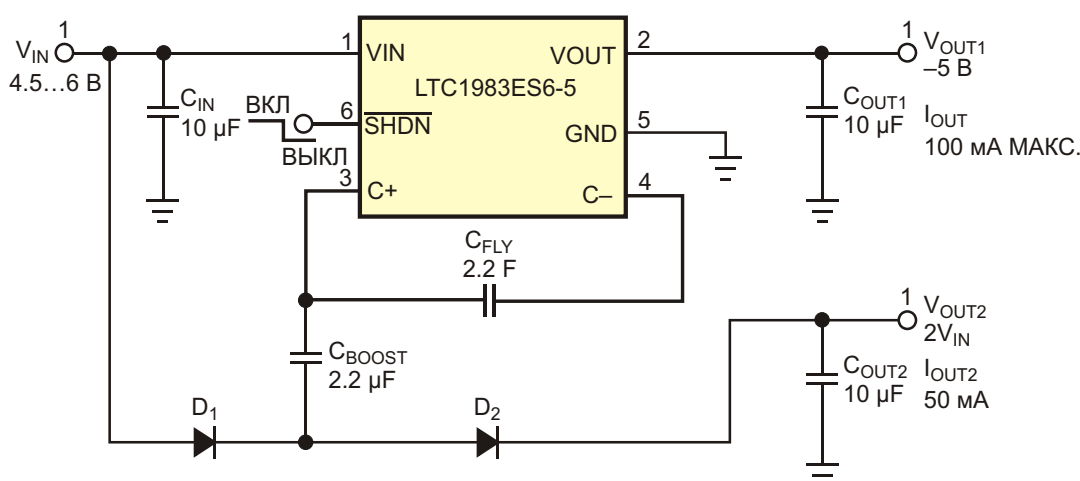
EDN

Потребность в источниках отрицательного напряжения растет вместе с ростом популярности приложений для портативных устройств. Однако схема преобразователя положительного напряжения в отрицательное может быть достаточно дорогой и относительно сложной, особенно, когда для питания устройства требуются напряжения обоих знаков. На Рисунке 1 показано простое и малозатратное решение, основанное на сочетании инвертора и удвоителя напряжения, использующих одну микросхему зарядового насоса. Из входного напряжения 5 ... 6 В схема вырабатывает стабилизированное напряжение –5 В и нестабилизированное

напряжение 10 В. Для этой схемы, в дополнение к микросхеме зарядового насоса в корпусе SOT-23, требуются лишь пять небольших керамических конденсаторов для поверхностного монтажа и два диода.

Входное напряжение 6 В безындуктивный DC/DC инвертор может преобразовать в стабилизированное напряжение –5 В ($\pm 5\%$) с максимальным током 100 мА, а удвоитель напряжения может отдавать 50 мА при напряжении 10.5 В $\pm 7\%$. Выходное напряжение инвертора стабилизируется при выполнении условия

$$(V_{IN} - 5) > (I_{OUT} R_{OUT}).$$



ПРИМЕЧАНИЯ:

C_{IN} , C_{OUT1} , C_{OUT2} : TAIYO YUDEN JMK316BJ106ML.

C_{FLY} : TAIYO YUDEN LMK212BJ225MG.

C_{BOOST} : TAIYO YUDEN EMK316BJ225ML.

Рисунок 1. В этой схеме объединены стабилизированный инвертор и удвоитель напряжения.

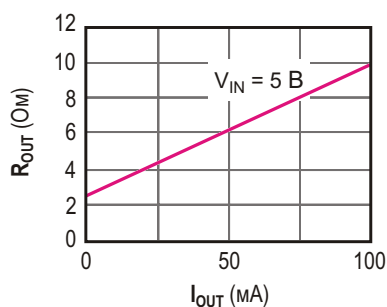


Рисунок 2. Зависимость R_{OUT} от I_{OUT} для схемы на Рисунке 1.

Значения сопротивления нагрузки R_{OUT} и тока I_{OUT} для $V_{IN} = 5$ вы можете определить с помощью графика на Рисунке 2. (Величины R_{OUT} и I_{OUT} для других напряжений V_{IN} можно найти в справочных данных на микросхему LTC1983). Если переменные не удовлетворяют условиям этого неравенства, микросхема находится в режиме разомкнутого контура регулирования и работает как инвертор с низким выходным импедансом, выходное напряжение которого равно

$$V_{OUT1} = -[V_{IN} - (I_{OUT} \cdot R_{OUT})].$$

Выходное напряжение удвоителя вы можете найти по формуле

$$V_{OUT2} = 2V_{IN} - 2V_D,$$

где V_D – прямое напряжение диодов.

На Рисунке 3 изображена зависимость КПД схемы от ее выходных токов, из которой видно, что КПД превышает 81%, а в пиках

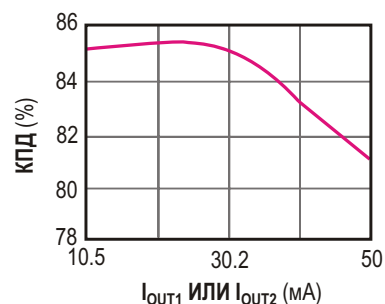


Рисунок 3. График зависимости КПД от токов нагрузки.

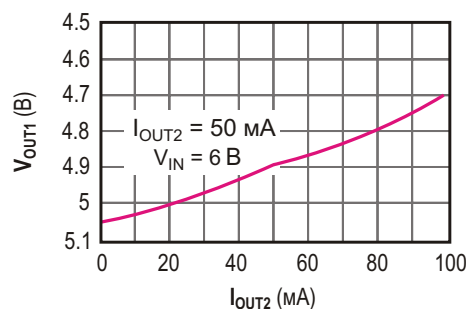


Рисунок 4. Зависимость изменения выходного напряжения от выходного тока.

достигает примерно 85%. Качество стабилизации инвертора иллюстрируется изображенной на Рисунке 4 зависимостью его выходного напряжения от тока нагрузки. В микросхему встроены цепи защиты от короткого замыкания и перегрева. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC1983ES6-5](#)

DC/DC преобразователь на основе полевого транзистора с р-п переходом работает при напряжении 300 мВ

Jim Williams

EDN

Свойство автосмещения полевых транзисторов с р-п переходом можно использовать для создания DC/DC преобразователей, работающих от солнечных батарей, термопар и однокаскадных топливных элементов, напряжение на каждом из которых не достигает и 600 мВ, а иногда составляет всего 300 мВ. На Рисунке 1 показаны сток-истоковые характеристики n-канального полевого транзистора при нулевом смещении, которые вы можете снять, соединив его затвор с истоком. Если между стоком и истоком приложить напряжение 100 мВ, через прибор потечет ток 10 мА, который вырастет до 30 мА при увеличении напряжения до 300 мВ. Используя способность полевого транзистора с р-п переходом проводить значительный ток при нулевом смещении, можно сделать самозапускающийся преобразователь, работающий при низких входных напряжениях.

При выходном напряжении 5 В схема может отдавать ток до 2 мА – вполне достаточный для питания многих микромощных приложений или для использования в качестве источника дополнительного смещения в более мощных импульсных регуляторах. При напряжении на входе, равном 300 мВ, схема запускается при токах нагрузки 300 мкА. Для тока нагрузки 2 мА потребуется входное напряжение 475 мВ.

На Рисунке 2 пара включенных параллельно транзисторов BF862 (Q_1) и трансформатор T_1 образуют генератор, в котором вторичная обмотка T_1 обеспечивает обратную связь на затвор Q_1 . При первом включении

питания напряжение затвора Q_1 остается равным нулю, и ток стока течет через первичную обмотку T_1 . При появлении отрицательного напряжения на затворе Q_1 транзистор закрывается, прерывая ток первичной обмотки T_1 . В свою очередь, исчезает напряжение на инвертирующей фазу вторичной обмотке T_1 , и начинаются устойчивые колебания. Хотя в справочных данных на BF862 внутренняя геометрия устройства не раскрывается, транзистор имеет низкое сопротивление открытого канала и невысокое пороговое напряжение затвора. Использование параллельного включения двух полевых транзисторов Q_1 обеспечивает малое напряжение насыщения, необходимое для работы при низких напряжениях источника питания.

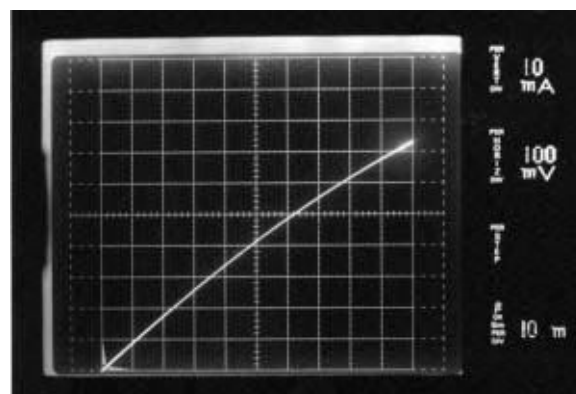
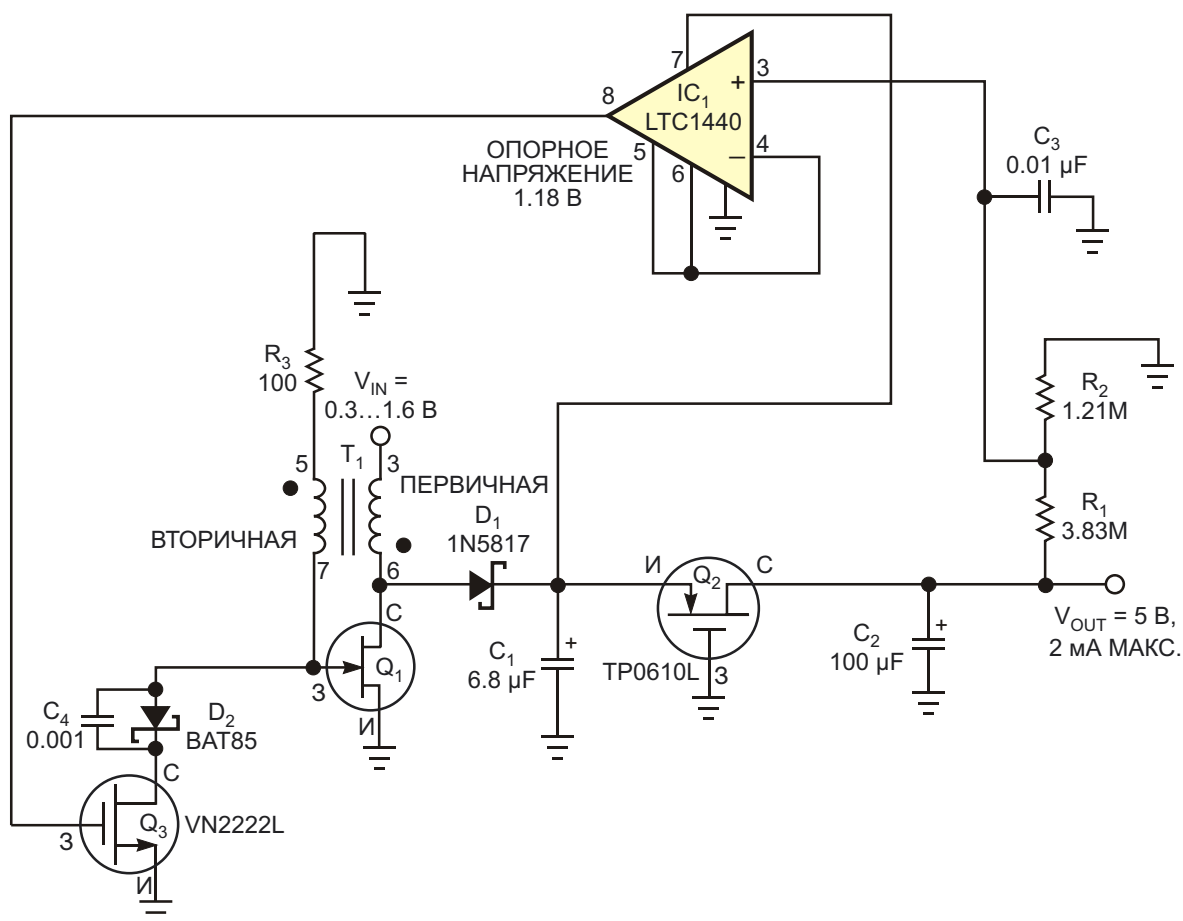


Рисунок 1. При 100 мВ между стоком и истоком (горизонтальная ось) ток стока достигает 10 мА (вертикальная ось), а при 300 мВ увеличивается до 30 мА.



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. R_1 и R_2 – МЕТАЛЛОПЛЕНОЧНЫЕ РЕЗИСТОРЫ С ДОПУСКОМ $\pm 1\%$.
2. T_1 ПОДКЛЮЧИТЕ СОГЛАСНО РИСУНКУ 5.
3. Q_1 – ДВА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ NXP BF862, ВКЛЮЧЕННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНО.

Рисунок 2. Пара соединенных параллельно полевых транзисторов с р-п переходом позволяет этому DC/DC преобразователю работать при напряжении источника питания всего 300 мВ.

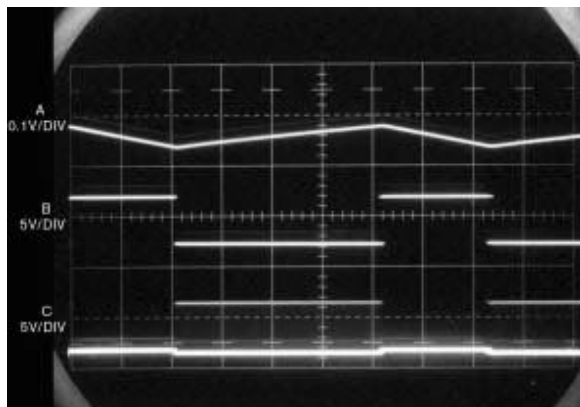
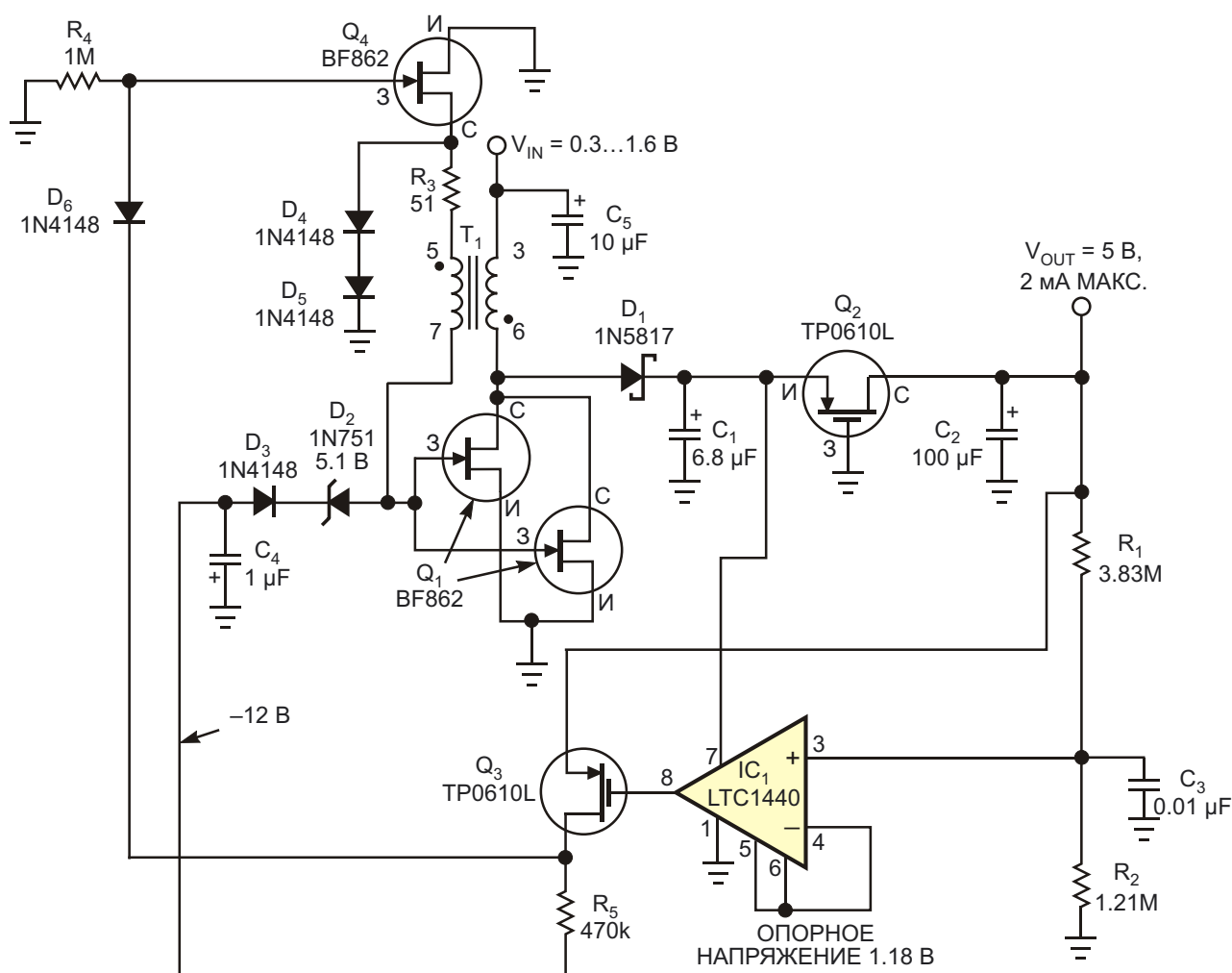


Рисунок 3. Выходное постоянное напряжение (канал А), выход компаратора IC_1 (канал В) и напряжение на стоке Q_1 (канал С) при скорости горизонтальной развертки 5 мс/дел.

Напряжение импульсов обратного хода на стоке транзистора Q_1 выпрямляется и фильтруется элементами D_1 и C_1 . Для создания условий запуска в схему добавлен р-канальный MOSFET Q_2 с напряжением открывания затвор-исток порядка 2 В, который в исходном состоянии изолирует выходную нагрузку от выпрямителя. При открытом транзисторе Q_2 выходное напряжение увеличивается до 5 В. Компаратор IC_1 (LTC1440), получающий питание от истока транзистора Q_2 , стабилизирует выходное напряжение, сравнивая напряжение внутреннего опорного источника с выборкой выходного напряжения. Выход компаратора через транзистор Q_3 управляет временем включения Q_1 , замыкая,



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. R_1 и R_2 – МЕТАЛЛОПЛЕНОЧНЫЕ РЕЗИСТОРЫ С ДОПУСКОМ $\pm 1\%$.
2. T_1 ПОДКЛЮЧИТЕ СОГЛАСНО РИСУНКУ 5.
3. Q_1 – ДВА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРА NXP BF862, ВКЛЮЧЕННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНО.
4. T_1 – COILTRONICS VP1-1400.

Рисунок 4. Добавление транзисторов Q_3 и Q_4 , а также самонастраивающегося генератора отрицательного смещения на элементах D_2 , D_3 и C_4 уменьшает потребляемый схемой ток с 25 мА до 1 мА.

таким образом, петлю регулирования выходного напряжения. На Рисунке 3 показаны пульсации напряжения на выходе источника питания (канал А, верхняя осциллограмма). Когда выходное напряжение падает, включается компаратор IC_1 (канал В, средняя осциллограмма) и разрешает работу генератора на транзисторе Q_1 . В результате импульсы обратного хода, возникающие на стоке Q_1 (канал С, нижняя осциллограмма), восстанавливают выходное напряжение.

Шунтовой регулятор на транзисторе Q_3 , необходимый для управления напряжением

затвора Q_1 , очень прост и эффективен, однако потребляет от источника питания ток 25 мА. Модифицировав схему, ток потребления можно снизить до 1 мА (Рисунок 4). Добавление ключа Q_4 последовательно с вторичной обмоткой трансформатора T_1 улучшает эффективность управления затвором Q_1 . Автонастройка напряжения на вторичной обмотке T_1 создает отрицательное закрывающее смещение для транзистора Q_4 . На Рисунке 5 показано, как должны быть подключены обмотки трансформатора T_1 . Выключаясь, транзистор Q_4 прерывает ток вторичной

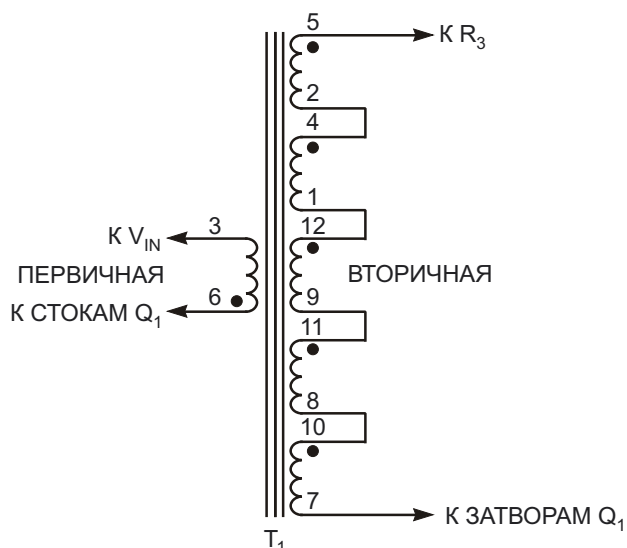


Рисунок 5. Трансформатор VP1-1400 фирмы Coiltronics, состоящий из шести независимых обмоток, которые можно включить более чем в 500 конфигурациях, в этом приложении одновременно выполняет функции элемента обратной связи и обратноходового трансформатора. Показана схема соединения обмоток.

обмотки T_1 , и напряжение на выводе 5 трансформатора становится положительным. При отсутствии диодов D_4 и D_5 пиковое напряжение могло бы достигать 15 В, в результате чего происходило бы нежелательное смещение Q_4 в обратном направлении. В нормальном режиме работы напряжение на выводе 5 отклоняется приблизительно на 0.8 В, что требует использования двух последовательных диодов для ограничения напряжения на безопасном уровне. Стабилитрон D_2 снижает нагрузку на источник напряжения смещения, облегчая запуск схемы при первом включении питания. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC1440](#)
2. [Datasheet NXP BF862](#)
3. [Datasheet Vishay TP0610L](#)
4. [Datasheet Vishay VN2222L](#)

Усилитель подавляет синфазное напряжение

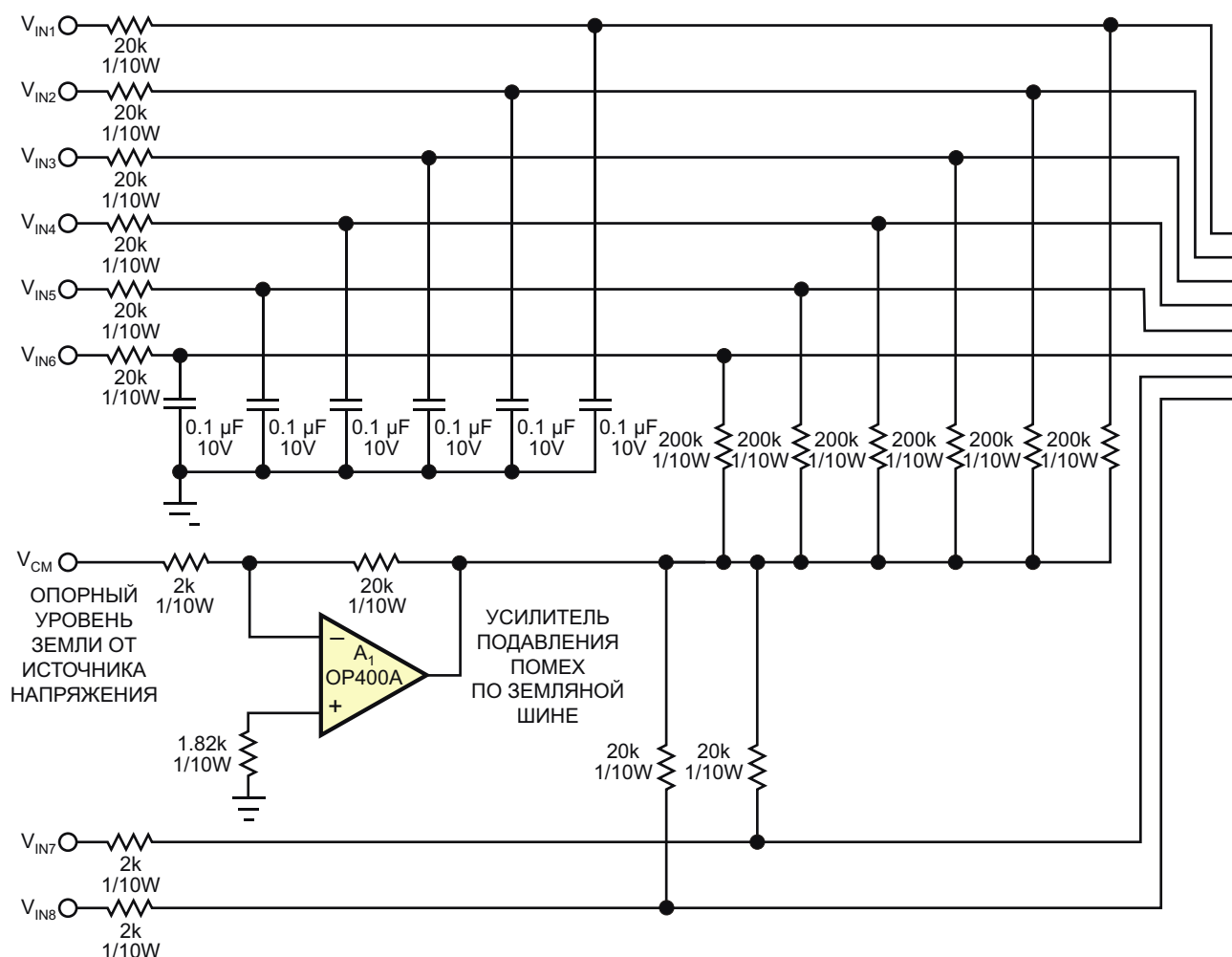
Stephen Woodward

EDN

С незапамятных времен, или, по крайней мере, со времени расцвета высокоточной электроники, основной головной болью разработчиков аналоговых схем были ошибки, порождаемые синфазным напряжением (common-mode-voltage – CMV), известным также как «страшная земляная петля». Несмотря на почти мистический страх, порождаемый в сердцах инженеров, ничего особенно загадочного в синфазном напряжении нет. Причина возникновения ошибок проста: опор-

ные уровни синфазных напряжений, то есть земля схемы, в различных местах, таких как датчики в одном корпусе и АЦП в другом, склонны различаться. Поэтому, когда вы разводите сигналы между удаленными схемами, различие в CMV проявляется как аддитивный шум и смещение, искажающие полезные сигналы.

Существует множество способов устранения ошибок CMV. Эти способы основаны, как правило, на лобовых подходах, типа исполь-



зования огромного количества меди в земляных межсоединениях, формирователей сигналов на основе полностью дифференциальных инструментальных усилителей и гальванической изоляции. Для каждого из них есть своя ниша, в зависимости от таких факторов, как серьезность проблемы CMV и количество сигнальных каналов, нуждающихся в удалении CMV. Одним из наиболее популярных и эффективных средств является дифференциальное усиление, при котором для удаления CMV из сигнала вы выполняете аналоговое вычитание. Недостаток этого метода заключается в том, что для каждого канала сигнала требуется отдельный усилитель. Схема на Рисунке 1 является вариацией на тему все той же идеи дифференциального усилителя, но в ней объединены два усилителя CMV с простыми пассивными парами резисторов и восьмиканальным мультиплексором, обеспечивающими подавление CMV в большом числе аналоговых каналов при минимальном количестве компонентов.

Несколько слов о том, как работает схема. Усилитель A_1 инвертирует и усиливает синфазное напряжение в -10 раз. Затем усиленное напряжение поступает на массив пассивных суммирующих цепочек – по одной на каждый входной сигнал. Каждая из этих цепочек с соотношением плеч $10:1$ объединяет напряжения входных и CMV сигналов с опорным напряжением -10 В.

$$V = \frac{10}{11}(V_I - V_{CM}) - \frac{1}{11}(10 - V_{CM})$$

$$\frac{10}{11}V_I - \frac{10}{11}(V_{CM} - V_{CM}) - \frac{10}{11}V_I.$$

Ослабление V_{CM} определяется в основном точностью отношений сопротивлений 20 - и 2 -килоомных резисторов. При точности 1% коэффициент подавления синфазного сигнала составит $100:1$, или 40 дБ, а при точности 0.1% – $1000:1$, или 60 дБ.

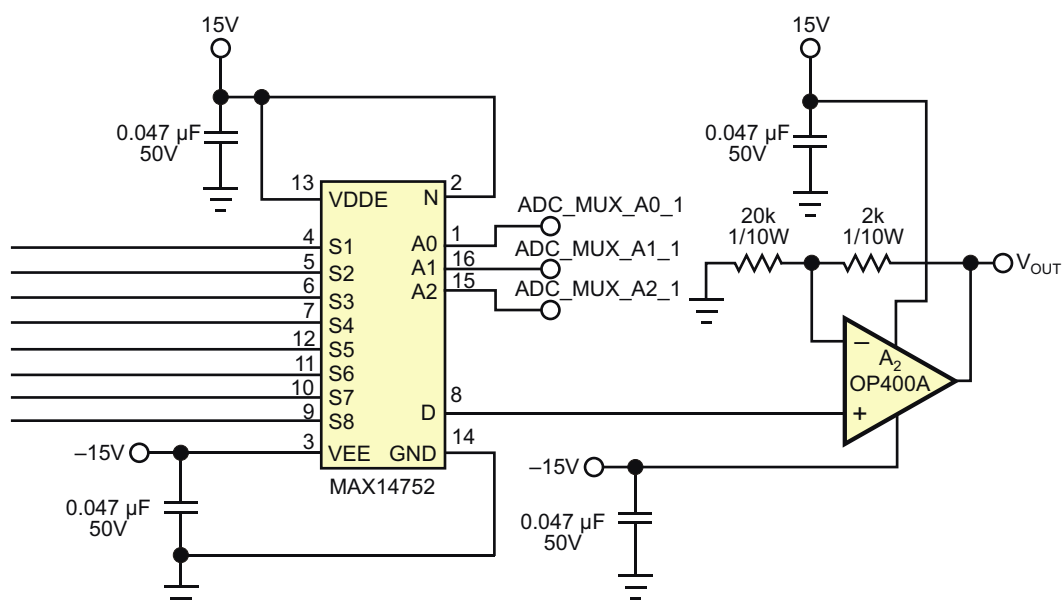


Рисунок 1. ОУ A_1 усиливает и инвертирует синфазное напряжение с коэффициентом 10 . Затем этот сигнал поступает на массив пассивных суммирующих цепей. Аналоговый мультиплексор выбирает требуемый входной сигнал, а ОУ A_2 компенсирует ослабление сигнала.

Затем аналоговый мультиплексор выбирает желаемый канал входного напряжения для усилителя A_2 , восстанавливающего исходный уровень сигнала путем умножения его на 11/10. Необязательные фильтрующие конденсаторы 0.1 мкФ обеспечивают небольшое ослабление низкочастотных шумов. Их емкости необходимо подбирать в соответствии с требуемой полосой пропускания

вашего приложения. Примерно 180 мкс (или около 88 Гц) в этой схеме может быть слишком медленно для одних приложений и слишком быстро для других. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices OP400](#)
2. [Datasheet Maxim MAX14752](#)

Формирователь для портативной импульсной вспышки

SK Kaul и IK Kaul

EDN

В семействе TTL отсутствуют быстродействующие ждущие мультивибраторы, а у ЭСЛ схем недостаточный размах сигнала и неудобные требования к напряжению питания, что побудило нас обратить внимание на логические элементы серии F, отличающиеся высокой крутизной фронтов и малым временем задержки распространения. Схема предназначена для реализации компактной высокоскоростной импульсной вспышки, используемой в гамма-астрономии при полевых испытаниях быстродействующих фотумножителей. Благодаря использованию лишь двух микросхем (Рисунок 1), удалось

минимизировать как размеры устройства, так и потребляемую им мощность.

Спад и нарастание нормально высокого напряжения на выходе элемента G4 микросхемы IC₂ происходят приблизительно за 2.5 нс, а длительность импульса, определяемая суммой задержек в трех логических элементах, составляет менее 10 нс. Эти импульсы идеально подходят для подключения к «земле» катода быстродействующего синего светодиода HLMP-CB15, анод которого соединен с шиной питания 5 В. Размах выходного напряжения вентиля почти равен 5 В – напряжению питания светодиода. Такой размах

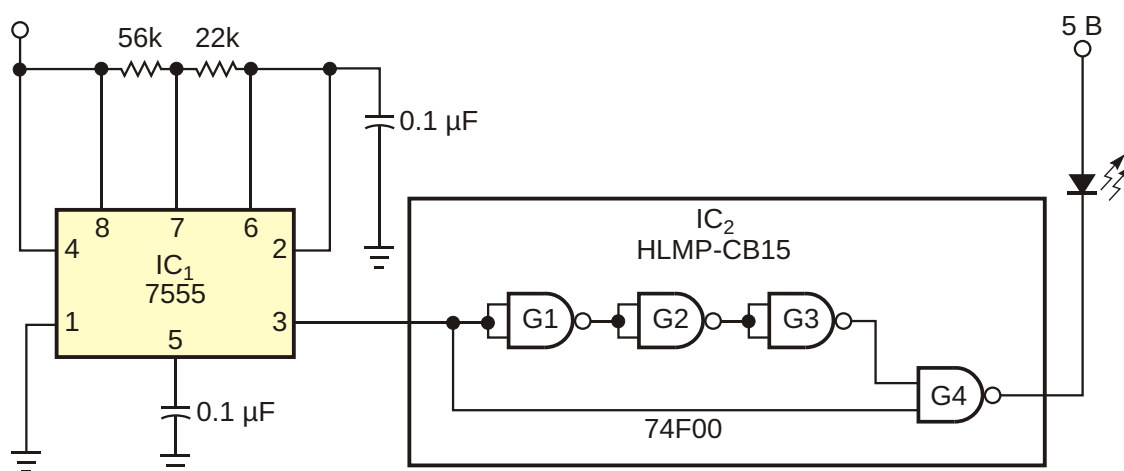


Рисунок 1. Эта схема формирует короткие вспышки синего светодиода.

обеспечивает оптимальную яркость вспышек светодиода, припаянного на краю небольшой полоски печатной платы. На другой стороне платы закреплены питающие схему аккумуляторы. При использовании КМОП версии таймера IC₁ схема потребляет ток меньше 4 мА. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet NXP ICM7555](#)
2. [Datasheet Texas Instruments SN74F00](#)
3. [Datasheet Avago Technologies HLMP-CB15](#)



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

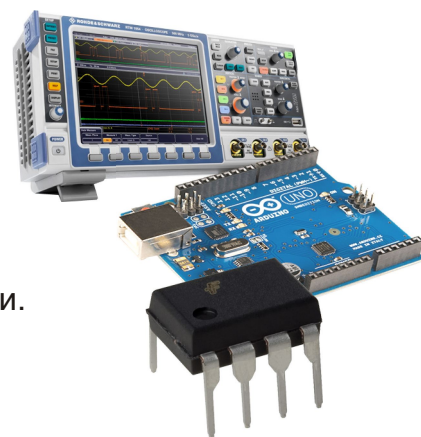


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru





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!