

ЖУРНАЛ ДЛЯ ТЕХ, КТО ИНТЕРЕСУЕТСЯ ЭЛЕКТРОНИКОЙ

WWW.RLOCSMAN.RU



App Store

Google play

РАДИОЛОЦМАН

НОЯБРЬ 2016 (66)



28 Источники питания
на пути
к цифровым
технологиям

36 Отведите тепло
от вашей
электроники

52 Увеличение быстродействия ЦАП
с широтно-импульсной модуляцией

64 Дифференциальный усилитель
измеряет высокие напряжения

40 Intel делает очередной шаг
в мир Arduino



РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

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

РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

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

РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman

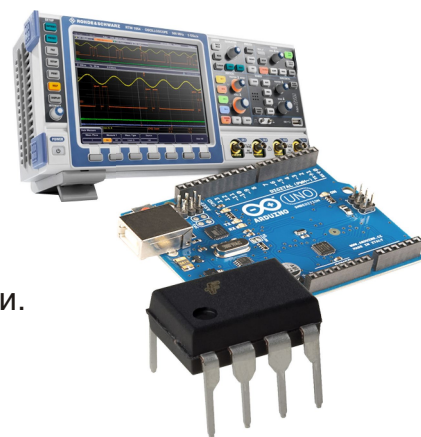


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

А. Гаврилюк
Д. Иоффе
В. Колесник
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 Linear Technology выпускает прецизионный источник опорного напряжения с выходным током до 200 мА
- 5 Exar представляет самые малопотребляющие в отрасли 4- и 7-портовые контроллеры концентраторов USB 2.0
- 6 Разворачиваясь к Интернету вещей, Qualcomm покупает NXP за \$47 млрд.
- 8 Новое поколение драйверов двигателей вентиляторов компании ON Semiconductor упрощает и ускоряет разработку оборудования
- 9 IDT представляет широкополосный поглощающий радиочастотный переключатель на базе технологии постоянного импеданса
- 10 Osram создала новое поколение ИК светодиодов для систем ночного вождения
- 11 Alpha and Omega Semiconductor выпускает новый сдвоенный MOSFET с самым низким сопротивлением между стоками
- 12 Универсальный 10-канальный измеритель температуры линеаризует сигналы датчиков с точностью до 0.1 °C
- 13 Diodes представляет новый низковольтный DC/DC драйвер светодиодов с выходной мощностью до 40 Вт
- 14 Intersil анонсировала первый в отрасли четырехканальный видеodeкодер с интерфейсом MIPI-CSI2 для автомобильных систем кругового обзора
- 15 Новые КМОП датчики изображения компании e2v получили самый миниатюрный в мире кадровый фотозатвор
- 16 Новые высокоточные АЦП Analog Devices сократят время разработки и испытаний продукции
- 17 New JRC представила малопотребляющий аналоговый препроцессор для электрохимических газоанализаторов
- 19 Linear Technology начала производство изолированных изоляторов интерфейса SPI для высокоскоростных преобразователей данных
- 20 УФ светодиоды RayVio открывают новую эру решений для здоровья и гигиены
- 21 Elmos предлагает новый драйвер шагового двигателя для автоматической регулировки фар
- 22 Высокоточная микросхема датчика относительной влажности и температуры компании ams расширит функциональность портативных устройств
- 23 Ультратонкий конфигурируемый 12-амперный микромодуль преобразователя можно устанавливать на обратной стороне печатной платы
- 24 Texas Instruments анонсировала первые в отрасли прецизионные ультра маломощные операционные усилители
- 25 Central Semiconductor расширяет диапазон напряжений своих MOSFET до 800 В
- 26 Crocus Technology анонсирует новые TMR датчики магнитного поля с большим динамическим диапазоном

Статьи

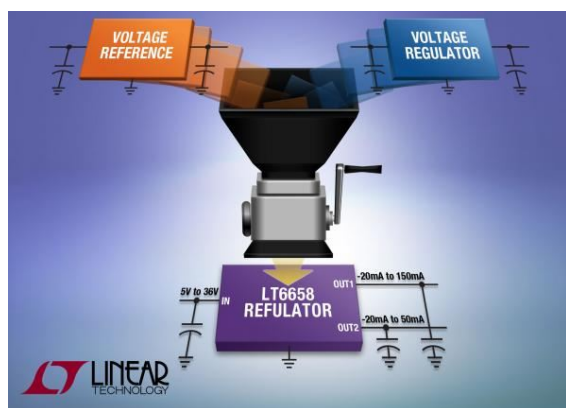
- 28 Источники питания на пути к цифровым технологиям
- 36 Тепловое проектирование: отведите тепло от вашей электроники
- 40 Intel делает очередной шаг в мир Arduino
- 43 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. MAX232: классическая микросхема живет с 1988 года
- 48 Джеймс Р. Биард, изобретатель инфракрасного арсенид галлиевого светодиода. Часть 1

Схемы

- 52 Увеличение быстродействия ЦАП с широтно-импульсной модуляцией
- 56 Высоковольтный усилитель для управления пьезоэлектрическими позиционерами
- 58 Преобразование несимметричного сигнала с помощью дифференциального АЦП семейства PuSAR
- 61 Простая схема управляет лазерным диодом и контролирует выходную мощность
- 64 Дифференциальный усилитель измеряет высокие напряжения
- 66 Неинвертирующая схема сдвига уровня на одном ОУ с однополярным питанием
- 68 Светодиодная цепочка управляется источником тока на основе токового зеркала
- 70 Недорогой эффективный индикатор разряда батареи
- 73 Супервизор сброса дожидается стабилизации напряжения питания
- 76 Повышающе-понижающий регулятор с фиксированным временем прямого хода преобразует положительное напряжение в отрицательное

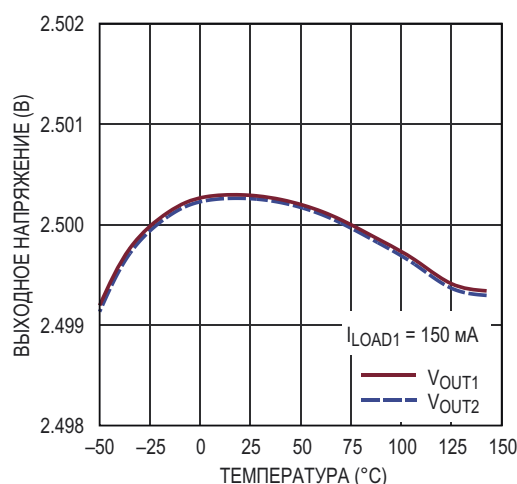
Linear Technology выпускает прецизионный источник опорного напряжения с выходным током до 200 мА

Linear Technology сообщает о выпуске прецизионного источника опорного напряжения с двумя высокоточными выходными буферными каскадами. Каждый выход микросхемы LT6658, основанной на ширине запрещенной зоны 2.5 В, можно независимо сконфигурировать на любое напряжение от 2.5 В до 6 В. Начальная точность напряжений на обоих выходах составляет 0.05% при температурном дрейфе 10 ppm/°C и низкочастотных шумах всего 1.5 ppm. Выходы устройства могут отдавать вытекающие токи до 50 мА и 150 мА, соответственно, и принимать втекающие токи до 20 мА. Типовая нестабильность выходного напряжения равна 0.1 ppm/мА при токе нагрузки до 150 мА. Для увеличения нагрузочной способности выходы буферов микросхемы можно соединять параллельно.

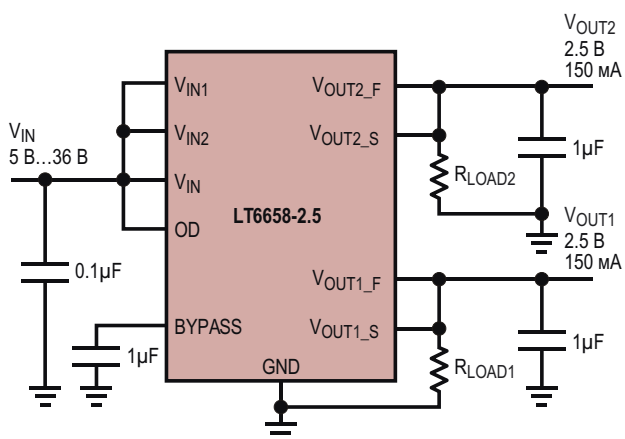


LT6658 идеально подходит для конфигураций, в которых один выход управляет опорным входом АЦП или ЦАП высокого разрешения, а другой обеспечивает питанием осталь-

ные устройства. Оба выхода отслеживают напряжение друг друга по температуре и току нагрузки, что позволяет использовать их в приложениях с логометрическими шинами питания. Микросхема имеет отличный уровень подавления пульсаций питания на выходах и сохраняет стабильность при емкости до 50 мкФ во всем диапазоне допустимых рабочих режимов. При такой нагрузочной способности LT6658 может одновременно выполнять функции опорного источника и стабилизатора напряжения. Возможны также варианты применения LT6658 в качестве формирователя опорного напряжения с виртуальной землей, или в качестве двух согласованных опорных источников, следящих за выходами друг друга.



Температурный дрейф напряжений обоих выходов микросхемы LT6658.



Типовая схема включения LT6658.

В настоящее время выпускается одна версия LT6658 с выходным напряжением 2.5 В. В первой половине 2017 года к ней добавятся приборы с напряжениями 1.2 В, 1.8 В, 3 В, 3.3 В и 5 В. Цены в лотах из 1000 микросхем начинаются от \$2.35 за штуку.

Сводка основных характеристик LT6658

- Отличные значения точности и дрейфа:
 - Группа А: начальная точность 0.05%, температурный дрейф 10 ppm/°C;
 - Группа В: начальная точность 0.1%, температурный дрейф 20 ppm/°C;
- Два выхода, отслеживающих напряжения друг друга;

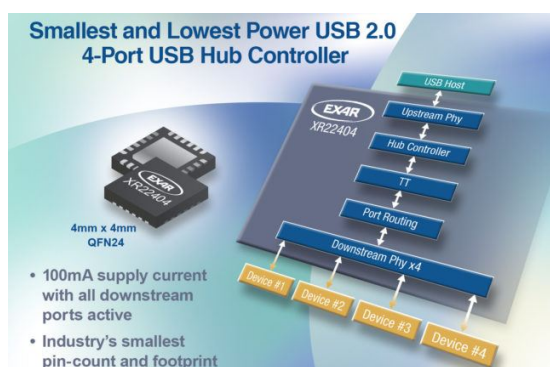
- Напряжение каждого выхода задается в диапазоне от 2.5 В до 6 В:
 - Выход 1: 150 мА вытекающий, 20 мА втекающий;
 - Выход 2: 50 мА вытекающий, 20 мА втекающий;
- Низкий уровень шумов: 1.5 ppm пик-пик (0.1 Гц ... 10 Гц)
- Широкий диапазон рабочих напряжений: до 36 В;
- Нестабильность выходного напряжения 0.1 ppm/мА;

- Коэффициент подавления пульсаций питания 96 дБ на частоте 10 кГц;
- Подключение выходов по схеме Кельвина;
- Защитное отключение при перегреве;
- Отдельные выводы питания для каждого выхода;
- Выходное напряжение 2.5 В:
 - В ближайшее время готовятся к выпуску: 1.2 В, 1.8 В, 3 В, 3.3 В и 5 В;
- Доступны в корпусах MSE16 с открытым теплоотводящим основанием.

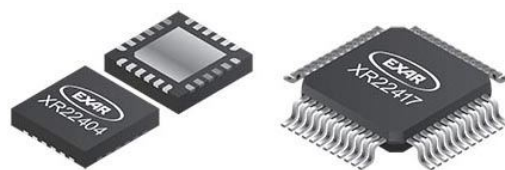
Exar представляет самые малопотребляющие в отрасли 4- и 7-портовые контроллеры концентраторов USB 2.0

- Низкий ток потребления при активности всех портов: 100 мА (четыре порта) и 167 мА (семь портов);
- Наименьшее в отрасли количество выводов и наименьшие размеры среди концентраторов USB 2.0 с семью и четырьмя портами

Компания Exar представила семейство самых энергоэффективных и малогабаритных в отрасли концентраторов USB 2.0. Микросхемы XR22404 и XR22417 разработаны для приложений, где первостепенное значение имеют потребляемая мощность и занимаемое на плате место, таких как док-станции, кассовые терминалы, расширители портов USB, контрольно-измерительное оборудование, средства автоматизации предприятий и другие промышленные системы.



XR22404 – это бюджетный четырехпортовый контроллер концентратора USB 2.0, который может быть сконфигурирован для поддержки версий 1.1 и 1.2 спецификации зарядки от USB аккумуляторов подключенных устройств. XR22404 работает от источника напряжения 3.3 В или 5 В, не нуждаясь во внешнем LDO стабилизаторе как при авто-



номном питании, так и при питании от системной шины. Выпускаемая в компактном 24-выводном корпусе QFN площадью 4 × 4 мм микросхема XR22404 на сегодняшнем рынке является самым миниатюрным четырехпортовым контроллером концентратора USB 2.0. Для приложений с менее жесткими ограничениями по объему предлагаются также приборы в 28-выводном корпусе SSOP.

В 7-портовом контроллере концентратора USB 2.0 XR22417 для получения максимальной пропускной способности используются трансляторы множественных транзакций (MTT). Как и четырехпортовое устройство семейства, XR22417 за счет оптимизированной конструкции, минимизирующей потребление мощности, размеры и стоимость, упрощает решение сложных проблем, стоящих перед разработчиками подключаемых устройств и интерфейсов. XR22417 выпускается в 64-выводном корпусе LQFP, а также в меньшем по размерам 48-выводном LQFP.

Микросхемы XR22404 и XR22417 совместимы со стандартными программными драй-

верами и для упрощения реализации снабжены светодиодными индикаторами. Оба контроллера подключаются к исходящим портам на высокой (480 Мбит/с) или полной (12 Мбит/с) скорости. Физический уровень интерфейса нисходящих портов поддерживается на высокой, полной и низкой (1.5 Мбит/с) скорости.

Цены и доступность

XR22404 и XR22417 выпускаются в «зеленых» корпусах, соответствующих требованиям директивы RoHS. Цены, установленные на одну микросхему в лотах из 1000 приборов, начинаются от \$0.89 (XR22404) и \$2.09 (XR22417). Доступны образцы и оценочные платы.

Разворачиваясь к Интернету вещей, Qualcomm покупает NXP за \$47 млрд.

James Morra

Electronic Design

После нескольких лет многочисленных попыток приспособить свои мобильные чипы к новым устройствам, компания Qualcomm ясно дала понять, что ее будущее лежит за пределами рынка смартфонов.



NXP зарабатывает миллиарды долларов на продаже чипов автопроизводителям и изготовителям промышленного оборудования для заводских цехов.

Производитель микросхем сообщил о заключении соглашения о покупке NXP Semiconductors за \$47 млрд., связав, таким образом, будущее компании с чипами для связи и компьютеризации таких повседневных устройств, как автомобили и термостаты. Это самая крупная сделка в истории полупроводниковой промышленности, беспрецедентная даже на фоне астрономических сумм, потраченных на другие приобретения, анон-

сированные в последние годы. Эта покупка даст Qualcomm немедленный доступ к широкому спектру технологий, лежащих за пределами ее обычной сферы деятельности. Компания NXP со штаб-квартирой в Нидерландах, зарабатывает миллиарды долларов, продавая чипы производителям автомобилей и промышленного оборудования для заводских цехов. Qualcomm в течение многих лет была сосредоточена на создании начинки для смартфонов.

Сделка также подчеркивает точку зрения Стива Молленкопфа (Steve Mollenkopf), исполнительного директора Qualcomm, который считает, что микросхемы для смартфонов приобретают все более и более важное значение для других отраслей промышленности. Производитель чипов из Сан-Диего уже запускает щупальца в робототехнику и автомобили, дорабатывая свои популярные процессоры Snapdragon.

В ходе телефонной конференции с аналитиками Молленкопф сказал, что сделка дает Qualcomm все жизненно важные органы, необходимые для Интернета вещей, то есть для подключения крошечных компьютеров внутри бытовых устройств к Интернету. Он добавил, что компания уже имеет опыт продажи процессоров и беспроводных чипов для телефонов.

Компания NXP является одним из крупнейших поставщиков микроконтроллеров — микроскопических квадратиков кремния, используемых повсеместно, от «дворников» автомобилей до принтеров, а также микросхем для ближней бесконтактной связи, которые обеспечивают мобильным телефонам и

браслетам возможность беспроводного взаимодействия с терминалами кредитных карт. Она также продает криптографические чипы, используемые внутри кредитных карт.

Одну из главных своих ставок Qualcomm делает на то, что рынок автомобильной электроники, подобно рынку смартфонов, будет постоянно расширяться. Компания не совсем новичок на этом рынке, она выпустила чипы, решающие задачи компьютерного зрения, оцифровки сигналов для приборной панели, а также подключения к сетям сотовой связи и другим автомобилям. Но в тени прибыльного бизнеса лицензирования Qualcomm это направление в последние годы казалось второстепенным.

Профиль компании NXP сильно отличается. Это крупнейший производитель автомобильных микросхем, поддерживающих технологии связи автомобилей со светофорами, обработки информации от камер, управления сенсорными экранами и автоматического предупреждения столкновений. Недавно NXP сообщила, что в третьем квартале 2016 года на своем автомобильном бизнесе она заработала \$853 млн. – порядка 40% всей выручки.



Стенд компании Qualcomm на Международной выставке потребительской электроники SES-2016 в Лас-Вегасе. Приобретение даст Qualcomm немедленный доступ к широкому спектру технологий, лежащих вне сферы ее опыта в области смартфонов.

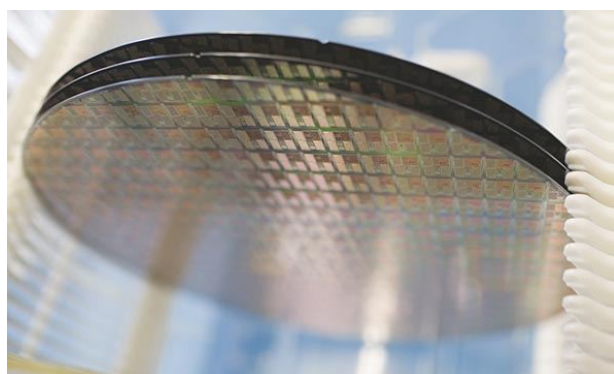
Приобретения в автомобильном бизнесе делают и другие компании. В июле Analog Devices потратила \$14.8 млрд. на приобретение Linear Technology и широкого спектра ее схем для электрического транспорта и промышленного оборудования. Японский микроконтроллерный гигант Renesas в попытке вернуться на вершину автомобильного рынка заплатил \$3.2 млрд за фирму Intersil,

которая выпускает микросхемы управления питанием.

Ричард Клеммер (Richard Clemmer), исполнительный директор NXP, уже принимал участие в подобной сделке. В прошлом году голландский производитель чипов за \$11.8 млрд. купил Freescale, чтобы расширить свое присутствие на рынках микроконтроллеров, сетевых микросхем и автомобильных систем безопасности. Но ожидавшегося появления более совершенных процессоров и систем машинного обучения, остро необходимых для автономных автомобилей, соглашение не принесло.

Это было одной из причин, по которой NXP согласилась на сделку с Qualcomm, объяснил Клеммер. «Нам надо увеличивать наши компьютерные мощности», – сказал он, добавив, что компания далеко не вчера пришла на рынок машинного обучения, в отличие от Qualcomm с ее системой Zeroth. Совместная работа может повысить шансы NXP в конкуренции как с Nvidia и Mobileye, имеющими фору в автономной технологии вождения, так и с новичками, подобными Intel.

Продажа чипов для смартфонов приносит Qualcomm миллиардные прибыли, однако рентабельность компании в последнее время начала буксовать. Рост себестоимости производства чипов постепенно сводил прибыли к минимуму по мере стагнации рынков персональных компьютеров и смартфонов. В попытке существенно сократить операционные издержки компания в 2015 году приступила к реструктуризации.



[3] NXP производит чипы. Опыт Qualcomm в этом бизнесе минимален. Как правило, для того, чтобы превратить свои проекты в реальные продукты, она платит специализированным фабрикам, а для компаний, готовых поставлять свои беспроводные чипы в смартфоны, лицензирует патенты.

Однако в течение многих лет Qualcomm избегала использования своих денежных накоплений для крупных приобретений, вместо этого поглощая более мелких коллег в отрасли беспроводной связи. В 2011 году она заплатила \$3.1 млрд, чтобы приобрести изготовителя Wi-Fi чипов Atheros Communications, а в 2015 году за \$2.5 млрд. купила Cambridge Silicon Radio, производителя микросхем беспроводной связи для автомобилей и бытовых приборов.

За обеими этими сделками стоял Молленкопф, занявший пост исполнительного директора в 2014 году. Имея в своем распоряжении более \$30 млрд. наличными, он был хорошо вооружен для амбициозных шагов.

Но последняя покупка порождает множество осложнений, в том числе, связанных с объединением двух больших коллективов. В Qualcomm, согласно ее последнему годовому отчету, работает около 33,000 человек, в то время как NXP для производства и продажи десятков тысяч наименований продукции держит порядка 45,000 сотрудников.

Сделка также может коренным образом изменить имидж Qualcomm. Компания будет вынуждена бороться с собственной фаблесс-моделью, в рамках которой она платит другим компаниям за производство своих

мобильных чипов и лицензирует производство и патенты для беспроводных микросхем. В то же время, NXP владеет четырнадцатью фабриками по изготовлению чипов в США, Азии и Европе. Не ясно, как Qualcomm совместит эти различные бизнес-модели.

Mollenkopf сказал, что руководящий состав NXP сохранит свои обязанности на заводах, чтобы смягчать последствия любых возникающих проблем. Он также подчеркнул, что Qualcomm не совсем новичок в производстве. Некоторые ноу-хау она приобрела с помощью компании, созданной совместно с японской TDK для выпуска новых типов беспроводных фильтров.

Кроме того, Qualcomm станет чем-то вроде матрешки для других сложных корпоративных сделок. NXP до сих пор переваривает сделку по приобретению Freescale и передаче ее бизнеса стандартных продуктов – дискретных полупроводниковых приборов и мощных транзисторов – китайским инвесторам. Реструктуризация Qualcomm началась с 2015 года.

О намерениях Qualcomm впервые стало известно в сентябре 2016 года, когда Wall Street Journal сообщил, что компании ведут переговоры. Завершение сделки ожидается к концу 2017 года.

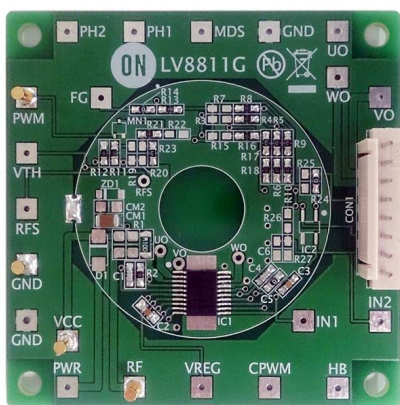
Новое поколение драйверов двигателей вентиляторов компании ON Semiconductor упростит и ускорит разработку оборудования

Не требующие программного управления драйверы повышают эффективность систем с электродвигателями и уменьшают акустические шумы благодаря использованию 180-градусных синусоидальных напряжений

ON Semiconductor представила три новых устройства, предназначенных для управления трехфазными бесщеточными двигателями 180-градусными синусоидальными напряжениями. Разработанные для использования в вентиляторах охлаждения бытовых приборов, таких, как холодильники, игровые консоли и компьютерное оборудование, микросхемы LV8811, LV8813 и LV8814 рассчитаны на напряжения питания в диапазонах от 3.6 до 16 В, от 6 до 16 В и от 3.6 до 16 В, соответственно.

Эти высокоинтегрированные автономные драйверы упрощают создание схем управле-





Оценочная плата LV8814JGEVB полно-
волнового драйвера трехфазного бесще-
точного двигателя с ШИМ управлением.

ния электродвигателями, так как не требуют затрат времени на разработку программного обеспечения. Кроме того, эти устройства, снижая акустические шумы и вибрацию, обеспечивают энергоэффективное управление двигателями. Для их управления может быть

достаточно единственного датчика Холла, что уменьшает стоимость систем. Скорость двигателя может задаваться широтно-модулированным импульсным сигналом или постоянным напряжением. Помимо этого предусмотрена возможность простой регулировки угла опережения.

В приборы LV8811, LV8813 и LV8814 встроены цепи защиты от перегрузки по току, повышенного или пониженного напряжения, а также от перегрева. Кроме того, в них есть защита от остановки ротора и механизмы самовосстановления. Устойчивость работы обеспечивается функциями плавного старта и выключения.

Корпуса и цены

Микросхемы LV8811/LV8813/LV8814 выпускаются в корпусах TSSOP-20J/SSOP-20, отвечающих требованиям директивы RoHS; в партиях из 2000 приборов каждая из них стоит, соответственно \$0.938 (LV8811/LV8813) и \$0.785 (LV8814).

IDT представляет широкополосный поглощающий радиочастотный переключатель на базе технологии постоянного импеданса

Работающий в диапазоне от 30 до 8000 МГц высоколинейный переключатель с низкими вносимыми потерями предназначен для множества беспроводных и радиочастотных приложений

Integrated Device Technology (IDT) представила новый широкополосный поглощающий однополюсный переключатель на одно направление (SPST), разработанный для широкого спектра беспроводных и радиочастотных приложений. В рабочем диапазоне частот от 30 до 8000 МГц высоколинейный 50-омный переключатель F2910 с низкими

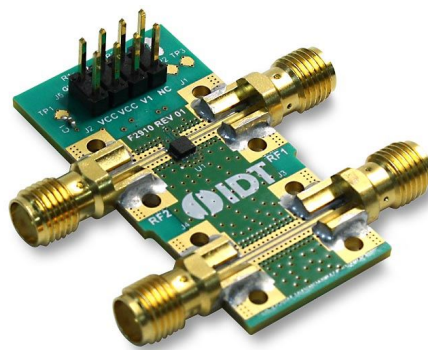
вносимыми потерями обеспечивает исключительные радиочастотные характеристики. Прибор идеально подходит для базовых станций 4G/LTE-Advanced, портативных беспроводных устройств, двухточечной связи, инфраструктуры общественной безопасности, а также для контрольно-измерительного оборудования.

В F2910 реализована разработанная IDT абсолютно новая технология K|Z|, гарантирующая практическое постоянство импеданса в процессе коммутации и повышающая надежность при горячем переключении. Устройство имеет отличные характеристики линейности и изоляции и обеспечивает 50-омное согласование выходного порта в режиме изоляции. Для питания F2910 требуется одно напряжение, а совместимость по входам управления с логикой 3.3 В или 1.8 В упрощает конструкцию системы.



Основные особенности F2910

- Диапазон частот: 30 ... 8000 МГц;
- Радиочастотные характеристики на частоте 4 ГГц:
 - Вносимые потери: 0.67 дБ,
 - Изоляция: 41 дБ
 - Возвратные потери: 20 дБ,
 - Входная точка пересечения интермодуляции третьего порядка: 65 дБм,
 - Входная точка пересечения интермодуляции второго порядка: 118 дБм,
 - Точка децибельной компрессии: +35 дБм;
- Напряжение питания: 2.70 В ... 5.50 В;
- Время переключения: 265 нс;
- Интерфейс управления: 1.8 В или 3.3 В;



Оценочная плата F2910EVBI высоконадежного поглощающего SPST переключателя.

- Диапазон рабочих температур: –55 °С ... +105 °С;
- Совместимость по выводам с устройствами конкурентов.

Osram создала новое поколение ИК светодиодов для систем ночного вождения

Osram Opto Semiconductors предлагает исключительно компактный ИК светодиод высокой мощности Synios для автомобильных приложений

Новый инфракрасный светодиод компании Osram Opto Semiconductors позволит уменьшить размеры устройств подсветки в системах помощи водителю, основанных на видеокамерах. По сравнению с использовавшимся до настоящего времени светодиодом Platinum Dragon, новый прибор Synios SFH 4770S A01 имеет увеличенный на 25% оптический выход и примерно в десять раз меньшую площадь корпуса.

Свой первый инфракрасный (ИК) светодиод SFH 4770S семейства Synios, предназначенный для потребительского рынка, Osram представила лишь в конце 2015 года. Теперь этот прибор может также использоваться в системах автоэлектроники. Основными областями применения этих ИК светодиодов с длиной волны излучения 850 нм станут устройства ИК подсветки автомобильных видеокамер контроля окружающей обстановки. Такая подсветка используется в системах ночного вождения и защиты пешеходов, работающих с изображениями, выдаваемыми камерой. Инфракрасное освещение пространства перед автомобилем позволяет транспортному средству надежно идентифицировать объекты даже в темноте или в пло-

хих погодных условиях. В отличие от систем помощи, основанных на лазерах и излучающих пульсирующий свет, упомянутые выше системы, как правило, используют источники постоянного света.

Высокая эффективность

Теперь в этих приложениях SFH 4770S A01 заменит хорошо зарекомендовавшие себя приборы семейства Dragon. В списке основных требований к светодиодам такого назначения на первом месте находится высокий оптический выход в режиме непрерывного излучения. Оптический выход нового ИК светодиода достигает почти 1200 мВт при токе 1 А, что почти на четверть ярче, чем, например, у светодиода предыдущего поколения Platinum Dragon SFH 4235. «На сегодня SFH 4770S A01 имеет наивысшую эффективность и лучшее соотношение цены и оптического выхода на рынке устройств автомобильной электроники», – сказал д-р Вальтер Ротмунд (Walter Rothmund), начальник отдела маркетинга инфракрасной автоэлектроники компании Osram Opto Semiconductors. Как и его предшественник, SFH 4770S A01 содержит высокоэффективный

кристалл с двумя светоизлучающими р-п переходами, изготовленный по технологии наностека. Типовое прямое напряжение прибора составляет 3.2 В.

Меньшая стоимость системы

Так же, как и светодиод Dragon SFH 4235, Synios представляет собой излучатель Ламберта, идеально подходящий для систем с отражателями. Однако корпус Synios имеет размеры 2.75 2.0 0.6 мм, то есть, существенно меньшие; он занимает примерно одну десятую площади светодиода Dragon. При этом теплопроводность корпуса не изменилась и типовое значение его теплового сопротивления по-прежнему равно 6 (К/Вт). Соответственно, это позволит разработчикам с той же системой отвода тепла создавать устройства меньшего размера. Благодаря более высокому оптическому выходу для получения того же уровня яркости потре-

буется меньшее число компонентов, что, в свою очередь, еще больше снизит стоимость системы.

Параметр	Synios SFH 4770S A01	Platinum Dragon SFH 4235
Длина волны	850 нм	850 нм
Половинный угол	±60°	±60°
Оптический выход	700 мВт (тип.) при 1.5 А; 1140 мВт (тип.) при 1 А	950 мВт (тип.) при 1 А
Угловая плотность мощности излучения	530 мВт/ср (тип.) при 1.5 А; 350 мВт/ср (тип.) при 1 А	320 мВт/ср (тип.)
Прямое напряжение	3.35 В (тип.) при 1.5 А; 3.2 В (тип.) при 1 А	3.0 В (тип.)
Прямой ток	1.5 А макс.	1 А макс.
Габариты	2.75 2.0 0.6 мм	6.0 11 1.8 мм
Тепловое сопротивление	6 К/Вт (тип.); 9 К/Вт (макс.)	6 К/Вт (тип.); 9 К/Вт (макс.)
Диапазон рабочих температур	−40 ... +125 °C	−40 ... +125 °C

Alpha and Omega Semiconductor выпускает новый сдвоенный MOSFET с самым низким сопротивлением между стоками

Alpha and Omega Semiconductor объявила о выпуске сдвоенного n-канального 12-вольтового MOSFET с объединенными стоками, сопротивление между которыми в открытом состоянии имеет рекордно низкое значение 2.15 мОм при напряжении затворов 4.5 В. В новом транзисторе АОС3860 еще больше улучшено сопротивление между истоками – исключительно важный параметр, позволяющий производителям смартфонов заряжать аккумуляторы быстрее за счет увеличения зарядного тока.

Необходимость в ускоренном заряде связана как с увеличением емкости аккумуляторов, так и с более интенсивным использованием смартфонов, работающих с данными начиная от электронной почты и веб-страниц до потокового видео. Из-за большей нагрузки и сокращения периодов ожидания время заряда становится важнейшей характеристикой новых смартфонов. Рынку требуется увеличение мощности зарядных устройств с традиционных 5 Вт до 15-25 Вт за счет роста либо выходного напряжения, либо выходного тока. Для аккумуляторных батарей это всегда означает увеличение тока заряда. Критически важ-

ной частью схемы зарядного устройства аккумулятора является MOSFET, который должен обеспечить надежную защиту при минимуме потерь мощности и минимальном перегреве. АОС3860 пополнил семейство AlphaDFN хорошо зарекомендовавших себя устройств защиты аккумуляторов, заняв в нем место самого компактного прибора с наименьшим сопротивлением между истоками (RSS). Типовое значение RSS составляет 2.15 мОм при затвора 4.5 В и 2.25 мОм при 3.8 В. Размер чипа уменьшен до 3.05 1.77 мм.

Основные характеристики устройства

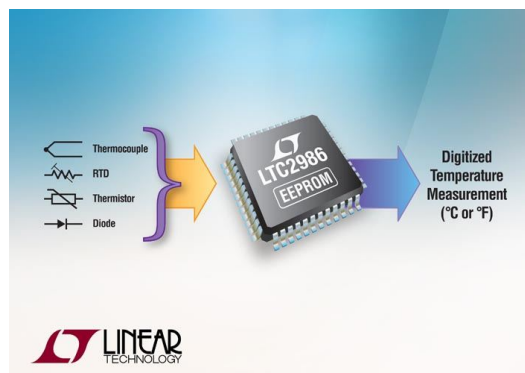
Прибор	V _{SS} (В)	V _{GS} (В)	R _{SS(ON)} макс. (мОм) при V _{GS} (В)		R _{SS(ON)} тип. (мОм) при V _{GS} (В)	
			4.5	3.8	4.5	3.8
АОС3860	12	8	2.7	2.85	2.15	2.25

Цена и доступность

АОС3860 доступны для приобретения в промышленных объемах со сроком поставки 12-14 недель. Цена одного прибора составляет \$0.60 в партии из 1000 штук.

Универсальный 10-канальный измеритель температуры линеаризует сигналы датчиков с точностью до 0.1 °C

Linear Technology представляет высококачественную микросхему цифрового измерителя температуры, которая напрямую оцифровывает любые комбинации сигналов термодпар, термометров сопротивления, термисторов и внешних диодов с точностью 0.1 °C и разрешением 0.001 °C. LTC2986, созданная на основе отмеченных наградами микросхем LTC2983 и LTC2984, имеет три новых режима работы и число аналоговых входов, сокращенное с 20 каналов до 10. Новые режимы работы обеспечивают лучшую поддержку внешних резисторов защиты от перенапряжений, совместно используемых различными типами датчиков, получающих питание от аналоговых выходов, а также взаимодействие с сенсорами, не относящимися к измерению температуры, например, датчиков давления и других параметров, имеющих потенциальные выходы.



Низкие уровни шумов и малые напряжения смещения буферизованных АЦП дополняются высоким уровнем характеристик аналогового интерфейса микросхемы, имеющего все необходимое для возбуждения и контроля цепей каждого датчика. Измерения выполняются под управлением цифрового процессора, в памяти которого хранятся алгоритмы и параметры линеаризации для всех типов датчиков. Устройство с высокой точностью измеряет абсолютные микровольтовые уровни сигналов термодпар и логометрические сопротивления термометров сопротивления и термисторов, выполняя их линеаризацию и вывод в °C или °F. Десять аналоговых входов позволяют подключать до девяти термодпар, четырех термометров сопротивле-

ния, четырех термисторов и/или десяти диодов. Интерфейс SPI работает практически с любой цифровой системой, а комплекс программной поддержки с выпадающими меню позволяет легко настроить LTC2986.

Простая, но функциональная микросхема LTC2986 может работать с широким спектром температурных датчиков, включая термодпары типов B, E, J, K, N, S, R и T, 2-, 3- и 4-проводные термометры сопротивления, термисторы номиналом от 2.25 кОм до 30 кОм, а также термочувствительные диоды. Для работы с датчиками, сигналы которых привязаны к уровню земли, LTC2986 не требуются усилители, источники отрицательного напряжения или схемы сдвига уровня. Сигналы одновременно оцифровываются тремя 24-разрядными сигма-дельта АЦП высокой точности с использованием внутреннего опорного напряжения с температурной стабильностью 15 ppm/°C. Автоматическая компенсация холодного спая термодпары выполняется при помощи внешнего датчика любого типа. Алгоритмы линеаризации типовых датчиков хранятся в постоянной памяти микросхемы, в которую на этапе производства также могут быть записаны параметры и коэффициенты для нестандартных датчиков. Встроенная EEPROM (LTC2986-1) используется для хранения данных пользовательских настроек и нестандартных датчиков, исключая любое программирование микросхемы или датчика основным процессором. Двойные программируемые источники тока возбуждения допускают реверс тока и регулировки его величины для улучшения точности и снижения шумов. Изменение полярности тока обеспечивает высокую точность измерения сопротивлений за счет компенсации термоэлектрических эффектов в резистивных датчиках. Система обнаружения неисправностей, в зависимости от типа используемых датчиков, подает сигналы о коротких замыканиях, обрывах цепи, чрезмерно высокой или низкой температуре и выходе напряжения за пределы измерений АЦП.

LTC2986 поставляется в коммерческом, промышленном и автомобильном исполнении, поддерживающих работу в температурных диапазонах от 0 °C до 70 °C, от -40 °C

до 85 °С и от –40 °С до 125 °С, соответственно. В настоящий момент LTC2986 предлагается в корпусе LQFP-48 размером 7 мм 7 мм, совместимом по выводам с микросхемами LTC2983 и LTC2983. Цены для партий из 1000 приборов начинаются от \$16.56 за штуку.

Сводка основных особенностей LTC2986

- Прямая дискретизация сигналов термометров сопротивления, термопар, термисторов и диодов;
- Однополярное питание от 2.85 В до 5.25 В;
- 10 гибко настраиваемых выходов позволяют использовать датчики различных типов;
- Автоматическая компенсация холодного спая термопар;
- Стандартные и программируемые пользователем коэффициенты линейаризации термопар, термометров сопротивления и термисторов;

- Настраиваемые 2-, 3- и 4-проводные конфигурации термометров сопротивления;
- Не требует отрицательного напряжения питания для измерения отрицательных напряжений на термопарах;
- Встроенная EEPROM для хранения конфигурации каналов и пользовательских коэффициентов (LTC2986-1);
- Автоматическое обнаружение перегрева, короткого замыкания и неисправностей;
- Буферизованные входы обеспечивают внешнюю защиту и прямой интерфейс с резистивными датчиками;
- Одновременное подавление частот 50 Гц и 60 Гц;
- Содержит источник опорного напряжения с температурной стабильностью 15 ppm/°С;
- 48-выводный корпус LQFP размером 7 мм 7 мм;
- Программно и по выводу совместима с LTC2983/LTC2984.

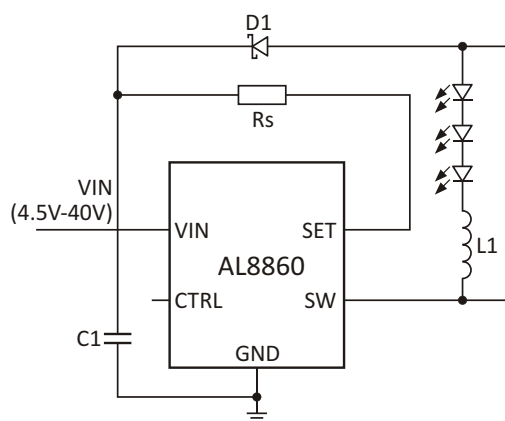
Diodes представляет новый низковольтный DC/DC драйвер светодиодов с выходной мощностью до 40 Вт

Компания Diodes представила понижающий DC/DC преобразователь AL8860, работающий в гистерезисном режиме и предназначенный для эффективного управления светодиодной цепочкой при напряжении питания, превосходящем напряжение на светодиодах. Микросхема с интегрированным силовым MOSFET предоставляет дешевое решение для низковольтных промышленных и автомобильных светодиодных осветительных приложений, включая световые указатели и системы подсветки, а также для ретрофитных ламп, заменяющих низковольтные галогенные источники света.



AL8860 работает при входных напряжениях от 4.5 В до 40 В. Микросхема в корпусе TSOT25 рассчитана на максимальный выходной ток 1 А, а корпус MSOP8-EP со сниженным тепловым сопротивлением позволяет увеличить ток до 1.5 А. В зависимости от напряжения питания и внешних компонентов, преобразователь способен отдавать в нагрузку мощность до 40 Вт.

В дополнение к 40-вольтовому NDMOS силовому ключу с сопротивлением 0.2 Ом в



Типовая схема включения AL8860.

устройство встроена схема измерения тока верхнего плеча, позволяющая с помощью одного внешнего резистора устанавливать номинальный средний выходной ток. Для глубокой регулировки яркости (от 0% до 100%) постоянным напряжением или сигналом ШИМ предусмотрен управляющий вход CTRL. Этот же вывод используется для управления процедурой мягкого старта,

время выполнения которой устанавливается внешним конденсатором. Если же на вход CTRL подать напряжение, не превышающее 0.2 В, устройство перейдет в энергосберегающий режим останова.

Надежность работы системы обеспечивается встроенными в AL8860 цепями защиты от короткого замыкания и обрыва цепочки светодиодов, а также от перегрева кристалла.

Intersil анонсировала первый в отрасли четырехканальный видеodeкодер с интерфейсом MIPI-CSI2 для автомобильных систем кругового обзора

Высокоинтегрированный видеodeкодер ISL79985 формирует круговое изображение превосходного качества для современных систем помощи водителю

Intersil объявила о выходе первого в отрасли аналогового видеodeкодера с выходным интерфейсом MIPI-CSI2, поддерживающего последнее поколение СнК и процессоров приложений, используемых в автомобильных системах кругового обзора. ISL79985 – это новейший член лидирующего на рынке семейства видеodeкодеров Intersil, способный заменить до девяти дискретных компонентов и сократить площадь печатной платы. Благодаря своим превосходным характеристикам этот четырехканальный аналоговый декодер может формировать видео с зоной кругового обзора в 360° для обнаружения объектов вокруг автомобиля и помощи водителю при движении задним ходом и парковке.



Устанавливая современные системы помощи водителю (ADAS) в качестве стандартного и дополнительного оборудования, автопроизводители в основном руководствуются необходимостью повышения безопасности всех легковых пассажирских автомобилей. В большинстве новых моделей сейчас

устанавливаются стандартные камеры заднего вида, а ADAS предлагается в качестве опции, включающей систему камер кругового обзора для помощи при парковке и просмотре слепой зоны. Национальное управление безопасностью движения на трассах (NHTSA) считает, что камеры заднего вида могут уменьшить число происшествий при движении задним ходом более чем на 50%. Соответственно, растет проникновение автомобильных датчиков изображения в транспортные средства, и по оценкам исследовательской компании ABI Research, к 2020 году их поставки достигнут 197 млн.

В семейство ISL7998x также вошла новая микросхема ISL79986, поддерживающая интерфейс построчной передачи стандарта BT.656. Новые видеodeкодеры обеспечивают водителей детальным видео высокого качества, позволяющим наблюдать объекты вокруг всего автомобиля. Монитор системы кругового обзора обрабатывает видео с четырех камер и совмещает четыре изображения в общий вид сверху, как если бы камера располагалась непосредственно над автомобилем. Монитор помогает водителям визуально оценивать положение транспортного средства относительно окружающих объектов, упрощая маневрирование и парковку.

В ISL79985 и ISL79986 объединены четыре аналоговых видеodeкодера с 10-разрядными АЦП для поддержки CVBS входов с четырех камер одновременно. Интерфейс MIPI-CSI2 микросхемы ISL79985 снижает уровень электромагнитных излучений в сис-

теме, сокращает количество выводов по сравнению с традиционным параллельным интерфейсом и упрощает подключение к новейшим СнК и процессорам ADAS. В состав обоих декодеров включена запатентованная Intersil система автоматической подстройки контраста (ACA), улучшающая качество изображения благодаря быстрой адаптации к изменяющимся условиям освещения. ACA может автоматически увеличивать или уменьшать уровни яркости и контрастности, оптимизируя изображение для достижения лучшей видимости и повышения уровня безопасности в условиях плохой освещенности или солнечных бликов.

Ключевые особенности и характеристики микросхем ISL79985 и ISL79986

- Объединяют четыре аналоговых видеodeкодера NTSC/PAL/SECAM и четыре 10-разрядных АЦП с дифференциальными, псевдодифференциальными и несимметричными входами;
- Адаптивный гребенчатый фильтр 4Н для разделения каналов яркости и цвета и линия задержки PAL для корректировки фазовых искажений сигнала цветности;
- Программное управление выбором аналогового входа для комбинаций несимметричных сигналов CVBS с дифференциальными CVBS;
- Содержит программируемые узлы диагностики замыканий на аккумулятор и массу для каждого из дифференциальных входных каналов;
- ISL79985 имеет выходной интерфейс MIPI-CSI2 со стандартным идентификатором виртуального канала MIPI (VCI);
- ISL79986 поддерживает 108-мегагерцовый формат интерфейса построчной передачи стандарта ITU-R BT.656 с вре-

менным мультиплексированием для вывода данных четырех каналов по одной 8-разрядной шине;

- Встроенная схема ФАПЧ для генерации высокочастотных выходных сигналов с использованием дешевого кварцевого резонатора 27 МГц;
- Система синхронизации, усовершенствованная для обработки нестандартных и слабых сигналов;
- Фирменный процессор автоматической подстройки контрастности (ACA) динамически оптимизирует уровни яркости и контрастности;
- Соответствуют второму классу стандарта AEC-Q100 (работа в диапазоне температур от -40°C до 105°C).

Для управления шинами питания видеodeкодера, памяти, СнК или ПЛИС в устройствах кругового обзора приложений ADAS ISL79985 и ISL79986 могут использоваться в сочетании со сдвоенным LDO стабилизатором ISL78302 или с двухканальными синхронными понижающими регуляторами ISL78322/ISL78228.

Цены и доступность

Микросхемы ISL79985 с выходом MIPI-CSI2 выпускаются в 48-выводных корпусах QFN размером 7 мм × 7 мм. Одна микросхема в партиях из 1000 штук стоит \$6.00. Отладочная плата ISL79985-EVAL поставляется с инструкцией пользователя, схемой и встроенным ПО.

ISL79986 с выходом BT.656 предлагаются в 48-выводных корпусах QFN размером 7 мм × 7 мм и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$5.00 за штуку. Отладочная плата ISL79986-EVAL также поставляется с руководством пользователя, схемой и прошивкой.

Новые КМОП датчики изображения компании e2v получили самый миниатюрный в мире кадровый фотозатвор

Компания e2v запустила в серийное производство новаторские КМОП датчики изображения семейства Emerald. В новом семействе продуктов использованы пиксели с кадровым затвором размером 2.8 мкм – самые миниатюрные среди приборов, доступных сегодня на рынке. Благодаря мень-

шим оптическим форматам и более высокому разрешению, новые датчики позволят потребителям повысить характеристики и снизить цену своих устройств.

В датчиках изображения нового поколения значительно снижена неравномерность темнового сигнала (DSNU), которая теперь

стала в десять раз меньше, чем у любых других конкурирующих КМОП продуктов. Это улучшает характеристики камер при высоких температурах и позволяет увеличить время экспозиции при низких уровнях освещенности в таких приложениях, как микроскопия, камеры наружного наблюдения, системы контроля скорости и управления дорожным движением.



Семейство Emerald состоит из впервые выпущенной 16-мегапиксельной матрицы (4096 × 4096 пикселей), 12-мегапиксельной (4096 × 3072) и 8-мегапиксельной матрицы (4096 × 2160). Столь высокие значения разрешения достигнуты впервые в мире, а однодюймовый оптический формат совместим с компактными объективами, имеющими резьбовое крепление стандарта C-mount. Эти инновации делают новые датчики идеальными устройствами для широкого круга промышленных приложений.

Все приборы семейства Emerald имеют одинаковые пиксели, общие алгоритмы обработки и форматы данных, а также однотипные керамические корпуса LGA, что упрощает их интеграцию в систему и снижает производителям камер затраты на разработку. В



новые продукты интегрирован ряд специальных функций, включая режим широкого динамического диапазона (HDR), 8/10/12-битные АЦП, универсальные высокоскоростные выходы (60 кадров в секунду при разрешении 10 бит и общем разрешении 16 Мп) и много удобных режимов энергосбережения. Эти впечатляющие характеристики являются результатом тесного сотрудничества e2v со своими клиентами, позволившего предусмотреть их будущие потребности и удовлетворить запросы рынка систем машинного зрения.

Гарет Пауэлл (Gareth Powell), менеджер компании e2v по маркетингу профессиональных устройств визуализации, сказал: «В наших новых датчиках Emerald использован усовершенствованный технологический КМОП процесс и новая малозумящая конструкция пиксела с кадровым затвором и настраиваемыми электрооптическими характеристиками, соответствующими запросам индустрии машинного зрения. Квантовый выход датчиков превышает 65%, полная емкость пиксела более 7000 e⁻ (электронов) и типовой уровень временного шума 4 e⁻. Кроме того, в новом малозумящем режиме типовой уровень шумов снижен до величины порядка 2 e⁻».

Новые высокоточные АЦП Analog Devices сократят время разработки и испытаний продукции

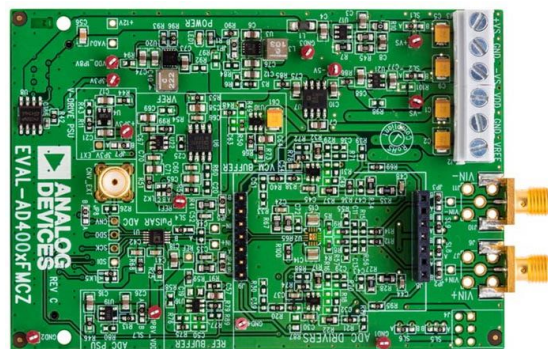
Analog Devices объявила о выпуске нового поколения высокоточных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) последовательных приближений с уникальным сочетанием высоких метрологических характеристик, низкого энергопотребления, небольших размеров и простоты использования. Микросхемы позволят продлить время автономной работы в полевых условиях переносных кон-

трольно-измерительных приборов при одновременном повышении точности и повторяемости измерений. Новые устройства дадут возможность уменьшить размеры измерительных приборов, размещать их ближе к датчикам и увеличить число каналов сбора данных в единице объема. Измерительный прибор с такими характеристиками повысит эффективность полевых испытаний и снизит



затраты, связанные с периодом аттестации нового продукта.

Благодаря отличным характеристикам и простоте использования 18-разрядных АЦП AD4003 и 16-разрядных AD4000 с быстродействием 2 Мвыб/с, оптимизация параметров систем сбора данных потребует от разработчиков значительно меньших усилий и затрат времени без сложных и зачастую противоречивых технических компромиссов. Такие функции, как режим высокого входного импеданса и режим компрессии сигнала облегчают задачи проектирования входных каскадов АЦП и упрощают выбор усилителя. Режим высокого входного сопротивления позволяет использовать малопотребляющие прецизионные



Оценочная плата для 16-/18-битных высокоточных АЦП AD4000/AD4003.

онные усилители для непосредственного управления АЦП и снижает мощность, потребляемую сигнальной цепью. Кроме того, интегрированная защита от перенапряжений сокращает число необходимых внешних компонентов, а компрессия входного диапазона позволяет питать входной каскад и АЦП от одной общей шины, что упрощает управление питанием. Такая комбинация без ущерба для технических характеристик обеспечивает повышенную плотность каналов при одновременном снижении мощности, потребляемой на уровне системы.

В серию AD400x входят 20-, 18- и 16-разрядные АЦП последовательных приближений с быстродействием от 500 квыб/с до 2 Мвыб/с.

Цены и доступность

АЦП	Разрешение	Частота выборки	Отношение сигнал/шум	Интегральная нелинейность	Цена за шт. (для партий из 1000 ЦАП)	Корпуса	Производство
AD4003	18 бит	2 Мвыб/с	100.5 дБ	±0.5 LSB	\$19.85	MSOP 10 выводов 3 4.9 мм,	Серийное
AD4000	16 бит	2 Мвыб/с	93 дБ	±0.2 LSB	\$12.75	LFCSOP 10 выводов 3 3 мм	Серийное

New JRC представила малопотребляющий аналоговый препроцессор для электрохимических газоанализаторов

Компания New JRC начала производство новых аналоговых препроцессоров NJU9101 для электрохимических газоанализаторов. Выпускаемые в миниатюрном корпусе устройства отличаются высокими техническими характеристиками и малым потреблением мощности.

Общее описание

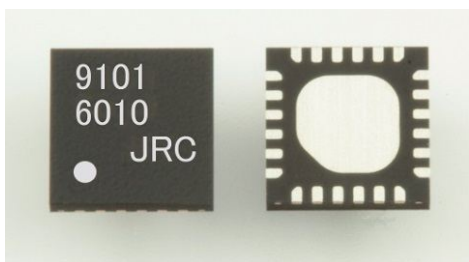
От современных газоанализаторов требуются портативность и длительное время авто-

номной работы, чем обуславливается постепенное снижение их размеров и потребляемой мощности.

В одной микросхеме NJU9101 интегрированы малопотребляющие операционные усилители, АЦП и схемы обработки сигналов. Это дает возможность уменьшить размеры устройства и снизить энергопотребление.

В операционных усилителях, встроенных в NJU9101, использованы технологические решения New JRC, обеспечивающие микрос-

хеме не только высокую точность и низкий уровень шумов, но также и малое потребление. Кроме того, была переработана конструкция встроенного АЦП, в результате чего снизилось его энергопотребление.



NJU9101 выполняет компенсацию множества параметров, в том числе коэффициента усиления, напряжения смещения и температурного дрейфа. Такой набор функций упрощает регистрацию управляющим микроконтроллером данных с различных датчиков газа. Кроме того, они дают возможность сократить цикл разработки конечных устройств и расширить продуктовую линейку.

Особенности

1. Средний рабочий ток около 5.0 мкА

В дополнение к низкому энергопотреблению встроенных операционных усилителей и АЦП, каждый функциональный блок может периодически включаться и выключаться. При этом в режиме ожидания потребляемый ток снижается до 0.5 мкА, существенно сокращая средний расход энергии. Эти функции могут увеличить время работы оборудования, питающегося от аккумуляторов.

2. Высокая устойчивость к радиочастотным помехам

Встроенные операционные усилители изготовлены на основе передовой технологии компании New JRC, обеспечивающей высокую устойчивость к радиочастотным помехам. Даже при одновременной работе газоанализатора и приемопередат-

чика аналоговый препроцессор не будет подвержен влиянию помех от радиоволн передатчика, что исключает возникновение ошибок при работе препроцессора.

3. Многочисленные встроенные функции для эффективного определения состава газа

Используя 3-битную адресацию, устройство с помощью единственного датчика может обнаруживать до семи различных типов газов. Детектор обнаружения обрыва позволяет в любое время отслеживать состояние соединения с датчиком.

Устройство может быть подключено к внешней EEPROM. Программа, хранящаяся в памяти, будет автоматически запускаться при включении аналогового препроцессора. Эта функция очень удобна.

Оценочный комплект

Для оценки возможностей аналогового препроцессора New JRC предлагает отладочный комплект, состоящий из платы и прикладного ПО.

В комплект входят графический интерфейс пользователя, кабель USB и отладочная плата для подключения различных датчиков.

Особенности и характеристики

- Низкий ток потребления:
 - 5.0 мкА в рабочем режиме (среднее значение по результатам моделирования),
 - 0.5 мкА в режиме ожидания (по результатам измерений);
- Высокая устойчивость к радиочастотным помехам;
- Обнаруживает до 7 видов газов;
- Встроенные цепи компенсации усиления, напряжения смещения и температурного дрейфа;



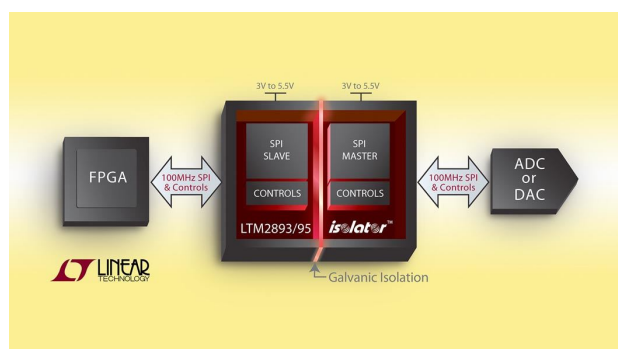
- Встроенная функция обнаружения отключения датчика;
- Возможность гибкой настройки входных цепей в соответствии с различными требованиями конкретных приложений;
- Программа инициализации может автоматически загружаться из внешнего EEPROM;
- Корпус EQFN-24-LE (4 4 мм).

Применение

- Детекторы газов
- Модули датчиков газов
- Токоизмерительные системы
- Системы с малым потреблением энергии
- Системы с датчиками на фотоэлектрических диодах
- Портативное оборудование

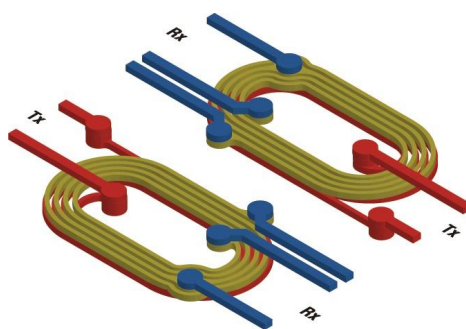
Linear Technology начала производство изолированных изоляторов интерфейса SPI для высокоскоростных преобразователей данных

Linear Technology представила микромодули изоляторов интерфейса SPI, оптимизированные для совместного использования с большим собственным семейством высокоэффективных преобразователей данных. Устройства LTM2893 и LTM2895 поддерживают обмен по SPI на частотах синхронизации до 100 МГц, что более чем вдвое превышает быстродействие существующих цифровых изоляторов и дает возможность, не внося дополнительных задержек, использовать преобразователи данных с большим разрешением и быстродействием. Быстродействующий интерфейс, гальваническая изоляция 6000 В с.к.з и дополнительные высокоскоростные сигналы управления позволяют включать микромодули LTM2893 и LTM2895 без каких-либо внешних компонентов, создавая простые решения для обмена с изолированными преобразователями данных.



LTM2893 (только для чтения) и LTM2893-1 (чтение/запись) разработаны специально для изоляции выпускаемых Linear Technology АЦП последовательных приближений общего назначения, включая семейство LTC2378 20-, 18- и 16-битных одноканальных АЦП, и

восьмиканальные 18- и 16-битные АЦП серии LTC2348 с быстродействием 200 Квыб/с на канал. Дополнительные высокоскоростные управляющие сигналы обеспечивают поддержку параллельных или каскадных конфигураций, а также аналоговых мультиплексоров и усилителей с программируемым усилением. Конфигурируемая длина слова SPI дает возможность оптимизировать пропускную способность для работы с конкретным типом АЦП. Аддитивный джиттер выходных сигналов LTM2893 и LTM2893-1, составляющий лишь 30 пс с.к.з, вносит минимальный вклад в ухудшение отношения сигнал/шум.



LTM2895 созданы для изоляции ЦАП общего назначения компании Linear Technology, включая семейство однополярных приборов LTC2641 или небуферизованные 16-, 14- и 12-битные ЦАП с выходом по напряжению семейства LTC2642. Каналы изоляции дополнительных высокоскоростных сигналов управления обеспечивают поддержку двухканальных ЦАП, двух ЦАП, или же информационный обмен между двумя хост-устройствами (например, обмен ПЛИС с изолированной ПЛИС с передачей данных в стра-

ничном режиме), в то время как конфигурируемая длина слова SPI упрощает оптимизацию производительности ЦАП. Низкий джиттер цепи прохождения сигналов, равный всего 30 пс с.к.з., также позволяет использовать модуль для управления ЦАП с асинхронным входом загрузки.

Микромодули LTM2893, LTC2893-1 и LTM2895, содержащие все необходимые интегральные схемы и пассивные компоненты, выпускаются в низкопрофильных корпусах BGA для поверхностного монтажа с размерами 15 6.25 2.06 мм, отвечающих предписаниям директивы RoHS. Приборы поставляются в коммерческом, промышленном и автомобильном исполнениях для работы в диапазонах температур 0 °C ... 70 °C, -40 °C ... 85 °C и -40 °C ... 125 °C, соответственно. LTM2893 и LTM2893-1 уже выпускаются в промышленных объемах, а LTM2895 поступят в продажу в конце текущего года. Цены, установленные для партий из 1000 устройств, начинаются от \$8.95 за штуку. LTM2893, LTM2893-1 и LTM2895 дополнили семейство

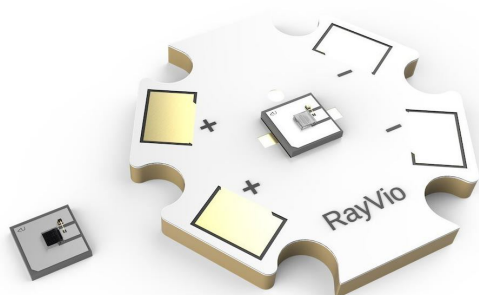
микромодульных изоляторов интерфейсов RS485, RS232, USB, CAN, I²C и GPIO.

Сводка основных характеристик LTM2893, LTM2893-1 и LTM2895

- Изолированный интерфейс: 6000 В с.к.з. в течение 60 с;
- Совместимость с интерфейсом SPI с тактовой частотой до 100 МГц;
- Конфигурируемая длина слова SPI: от 8 до 32 бит;
- Поддержка конфигураций с несколькими преобразователями данных;
- Низкий джиттер сигналов Start (LTM2893) и $\overline{\text{LOAD}}$ (LTM2895);
- Три изолированных сигнала для управления или мультиплексирования входов;
- Напряжение питания от 3 В до 5.5 В;
- Высокая устойчивость к синфазным помехам: более 50 кВ/мкс;
- Не требуются внешние компоненты;
- Корпус BGA 15 6.25 2.06 мм.

УФ светодиоды RayVio открывают новую эру решений для здоровья и гигиены

Компания RayVio объявила о начале серийного производства ультрафиолетовых (УФ) светодиодов средней мощности серии XE, излучающих 6 мВт из сверхкомпактного корпуса типоразмера 3535. Приборы с длиной волны излучения 280 и 310 нм предназначены для крупносерийных потребительских устройств ультрафиолетовой дезинфекции и терапии.



Светодиоды серии XE дебютировали в первом в мире портативном стерилизаторе для детских бутылочек Ellie – краудфандинго-

вом проекте, только что запущенном на сайте Indiegogo.

Приборы серии XE являются самыми миниатюрными среди коммерчески доступных УФ светодиодов и могут быть легко встроены в широкий спектр потребительских изделий – от зубных щеток и стерилизаторов



Ellie – первый в мире портативный стерилизатор для детских бутылочек на основе УФ светодиодов серии XE компании RayVio.

детских бутылочек до увлажнителей воздуха и холодильников. Благодаря большой выходной оптической мощности приборов серии ХЕ, более чем в два раза превосходящей мощность УФ светодиодов аналогичных размеров, можно снизить расход энергии батарей и сократить количество излучателей практически в любом решении.

В отличие от традиционных УФ излучателей – массивных, хрупких и содержащих ртуть, – приборы серии ХЕ представляют собой компактные источники, более безопасные, чем обычные устройства.

Коротко о серии RayVio ХЕ

Длина волны (тип.)	280 нм, 310 нм
Выходная мощность	1 ... 6 мВт
Ток (макс.)	50 мА
Срок службы (тип.)	1,500 ч
Конструктивные варианты	Излучатель типоразмера 3535, излучатель на плате Star Board

В версии излучателя прибор серии ХЕ представляет собой компонент поверхност-

ного монтажа размером 3.5 3.5 мм, пригодный для установки на плату стандартными промышленными автоматическими манипуляторами. В варианте Star Board излучатель установлен на печатную плату с металлическим основанием, упрощающую макетирование и улучшающую тепловые характеристики прибора.

Ультрафиолетовый свет с длиной волны 280 нм, излучаемый светодиодами серии ХЕ, защищает от микробов в воде, воздухе и на поверхности. Излучатели с длиной волны 310 нм предназначены для лечения кожных заболеваний, включая псориаз, экзему, рахит и желтуху.

В настоящее время в портфеле ультрафиолетовых светодиодов компании RayVio имеются приборы серий ХЕ и ХР. Устройства серии ХР являются самыми мощными УФ светодиодами в отрасли и выпускаются в стандартных корпусах типоразмера 6565, которые также можно монтировать на платы Star Board. Серия ХР предназначена для приложений, требующих повышенной оптической мощности – до 60 мВт на излучатель.

Elmos предлагает новый драйвер шагового двигателя для автоматической регулировки фар

E523.32: определение положения без внешнего датчика, интерфейс LIN

Elmos выпустила новую микросхему драйвера биполярного шагового двигателя с синусоидальной модуляцией тока двигателя. Адресация осуществляется через интерфейс LIN1.3 или LIN2.x. Сетевой адрес микросхемы E523.32 на шине LIN может быть назначен постоянным, или определяться автоматически с использованием автоадресации в соответствии со спецификацией SNPD LIN. Микросхема не требует программирования и, поддерживая функцию plug & play, имеет широкий спектр вариантов конфигурирования. Конфигурации конкретных приложений хранятся во встроенном EEPROM.

Микросхема разрабатывалась специально для использования в транспортных средствах. Прибор может найти применение в регуляторах положения фар, адаптивных фарах, в активных заслонках решетки радиатора и в устройствах управления клапанами подачи охлаждающей жидкости. Кроме того, благодаря широкому температурному диапа-

зону от –40 °С до + 165 °С, устройство может использоваться в драйверах исполнительных механизмов, размещаемых в моторном отсеке автомобиля. Диапазон входных напряжений микросхемы – от 5.5 В до 42 В.



Микросхема без датчика может запоминать конечное положение шагового двигателя. Эта функция, известная как «обнаружение останова», за много лет миллионы раз доказала свою эффективность. Она опреде-

ляет механическое конечное положение двигателя и останавливает его, чтобы свести к минимуму уровень шума во время инициализации, а при механических дефектах – для их диагностирования и предотвращения дальнейшей перегрузки. Специальный алгоритм коррекции минимизирует последствия искажений информации о положении, возникающие в случае блокировки вала.

Микросхема формирует синусоидальный ток двигателя с программируемым пиковым значением до 800 мА на фазу. Это токовое управление поддерживает крутящий момент двигателя постоянным, независимо от фактического значения напряжения питания, что делает возможным исключительно надежное управление крутящим моментом даже очень низкоомных шаговых двигателей.

Формирование точных профилей синусоидального тока с 8-битным разрешением возможно в трех различных диапазонах: 300 мА, 600 мА и 800 мА, даже при низких токах двигателя. Этим обеспечивается очень низкий уро-

вень шума и мягкая работа двигателя в любых условиях.

Различные параметры конфигурации в части скорости спада, крутизны фронта и т. д. поддерживают как оптимизацию характеристик системы, так и широкие возможности диагностики.

Помимо E523.32 впускается микросхема E523.30 со свободно программируемым микроконтроллером и флэш-памятью, а для массового производства – E523.38 с масочным ПЗУ. Такое разнообразие версий дает возможность программно адаптировать устройство под различные протоколы LIN, формировать токи несинусоидальной формы и реализовывать нестандартные режимы работы. Также возможно управление через интерфейс ШИМ. Кроме того, микросхема пригодна для управления двигателями постоянного тока, а количество подключенных внешних датчиков может достигать трех.

Микросхема поставляется в корпусе QFN32L6.

Высокоточная микросхема датчика относительной влажности и температуры компании **ams** расширит функциональность портативных устройств

ENS210 позволит улучшить характеристики портативных устройств и «умных» домашних приборов, добавив к ним новые полезные функции

Компания **ams** приступила к производству однокристалльных датчиков ENS210, обеспечивающих исключительно точные прекалиброванные измерения относительной влажности и окружающей температуры.



Информацию о температуре, измеренной в диапазоне от 0 °C до 70 °C, ENS210 представляет на цифровом выходе в градусах Кельвина с точностью ± 0.2 °C. На этот же

выход выводятся результаты измерений относительной влажности с максимальной погрешностью $\pm 3.5\%$. Датчик поставляется потребителям полностью откалиброванным и не нуждается в подстройке на этапе производства. Оцифрованные данные поступают на выход интерфейса I²C, не требуя обработки сигналов процессором приложений или микроконтроллером хост-устройства.

Пластиковые корпуса с размерами 2 2 0.75 мм, в которых выпускаются ENS210, достаточно малы для того, чтобы свободно разместиться в смартфонах и носимых устройствах, включая фитнес-браслеты.

Потребляя лишь 40 нА в режиме покоя и 7.1 мкА в активном режиме (при темпе выборки 1 Гц), ENS210 очень экономно расходует энергию батареи карманного или портативного устройства. Датчик может работать в широком диапазоне входных напряжений от

1.71 В до 3.6 В. Это означает, что в системах с двойным питанием 1.8 В/3.3 В дополнительные регуляторы для сдвига уровня напряжения не потребуются.

В носимых устройствах предоставляемые ENS210 данные об относительной влажности и температуре можно использовать для повышения точности и надежности измерений параметров физической активности, результаты которых сильно зависят от условий окружающей среды. Датчик может использоваться также для добавления сложных функций автоматизации или улучшения характеристик термостатов и таких домашних интернет-устройств, как кондиционеры и системы очистки воздуха, холодильники, сушилки для белья, СВЧ печи, кухонные вытяжки и метеостанции.

Кроме того, устройство может использоваться совместно с микросхемами газовых датчиков CCS811 или CCS801, измеряющих

концентрации летучих органических соединений, чтобы создать законченное решение для контроля качества воздуха в помещении. Стремясь помочь конечным изготовителям быстрее интегрировать датчик состояния окружающей среды в свои изделия, ams предлагает прикладное ПО и отладочные платы.



Оценочная плата для датчика ENS210.

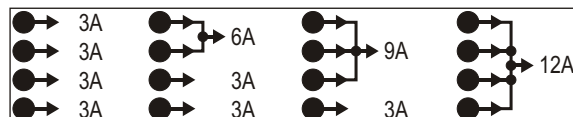
ENS210 выпускается в промышленных объемах. При заказе 100 устройств один датчик будет стоить \$1.9.

Оценочную плату для микросхемы ENS210 можно приобрести в онлайн магазине ICdirect компании ams.

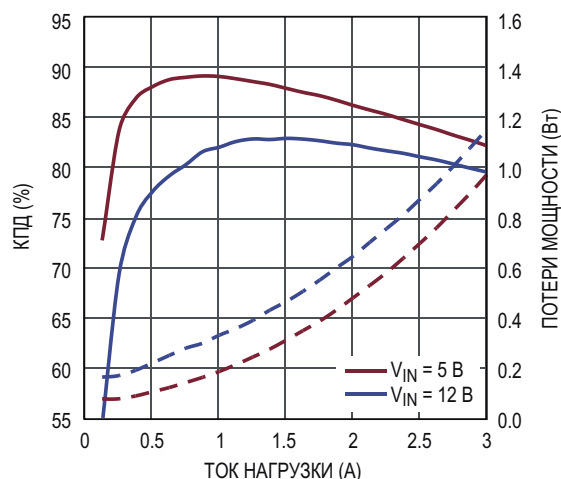
Ультратонкий конфигурируемый 12-амперный микромодуль преобразователя можно устанавливать на обратной стороне печатной платы

Linear Technology представляет силовой микромодуль (μ Module) четырехканальный понижающего преобразователя LTM4643 в ультратонком корпусе LGA с размерами 9 15 1.82 мм. Объединением каналов устройство можно сконфигурировать как одноканальный (12 А), двухканальный (6 А и 6 А или 9 А и 3 А) или четырехканальный (по 3 А каждый) стабилизатор. Такая гибкость позволяет разработчикам систем использовать один простой и компактный стабилизатор μ Module в приложениях с различными требованиями к напряжению и токам нагрузки. Ультратонкий корпус высотой 1.82 мм дает возможность

устанавливать LTM4643 на обратной стороне печатной платы, освобождая пространство на верхней стороне для таких компонентов, как память и разъемы. LTM4643 может использоваться в устройствах с ограничениями по высоте, например, для установки на обратной стороне печатной платы в приложениях PCIe и там, где стабилизатор должен размещаться под общим радиатором или охлаждаемой плитой, отводящими тепло от ПЛИС, графических процессоров, специализированных микросхем и процессоров высокой мощности в таких приложениях, как встраиваемые системы, накопители данных, устройства медицинской визуализации и промышленное оборудование.



Для стабилизации четырех выходных напряжений, независимо регулируемых от 0.6 В до 3.3 В, требуются лишь восемь внешних керамических конденсаторов (типоразмера 1206 или меньше) и четыре резистора

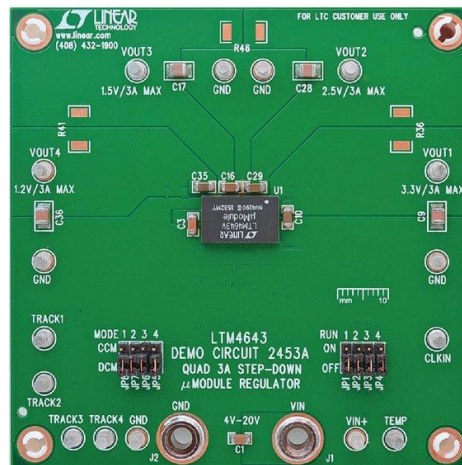


Зависимость КПД и потерь мощности от тока нагрузки при выходном напряжении 1.5 В (для каждого канала).

обратной связи (типоразмера 0603). Отдельные выводы позволяют подключать четыре канала к различным шинам питания с напряжениями от 4 В до 20 В или к общей шине.

Четыре канала переключаются со смещением по фазе на 90°, чтобы минимизировать входные пульсации уставленной по умолчанию частоты коммутации 1.2 МГц или частоты внешней синхронизации от 850 кГц до 1.5 МГц. При добавления внешнего источника смещения с напряжением более 4 В входное напряжение LTM4643 можно понизить до 2.375 В. В стабилизатор встроены цепи защиты от превышения входного напряжения, перегрузки по току и перегрева.

LTM4643 рассчитаны на работу в диапазоне внутренних температур от -40°C до 125°C . Регуляторы LTM4643 поставляются со склада компании по ценам, начинающимся от \$19.90 за штуку для партий из 1000 приборов.



Демонстрационная схема DC2453A с микромодулем LTM4643.

Сводка основных характеристик LTM4643

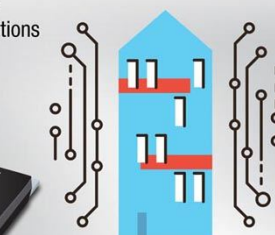
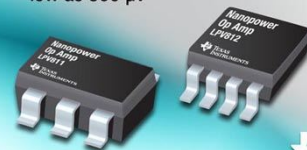
- Конфигурируемый массив выходов;
- Входные напряжения от 4 до 20 В (от 2.375 до 20 В с внешним смещением);
- Выходные напряжения от 0.6 до 3.3 В;
- Общая нестабильность выходного напряжения по нагрузке не хуже $\pm 1.5\%$;
- Корпус LGA9 15 1.82 мм.

Texas Instruments анонсировала первые в отрасли прецизионные ультра маломощные операционные усилители

Texas Instruments (TI) объявила о выпуске первых в отрасли прецизионных ультра маломощных операционных усилителей (ОУ). Собственный ток потребления микросхем LPV811 и LPV812 – двух приборов новой серии из четырех микромощных ОУ – составляет лишь 320 нА. При потребляемой мощности на 60% меньшей, чем у конкурирующих устройств, и напряжении смещения всего 300 мкВ новое семейство ОУ продлит время автономной работы батарей и датчиков в таких приложениях, как системы автоматизации зданий, узлы проводных и беспроводных сенсоров и носимые устройства.

Industry's first precision nanopower operational amplifiers

- Extends battery and sensor life for building automation applications
- Consumes quiescent current as low as 320 nA
- Offset voltage as low as 300 μV



TEXAS INSTRUMENTS

Ключевые особенности и преимущества микросхем семейства LPV811

• Низкое энергопотребление:

Потребляя наименьший в отрасли ток покоя, эти микромощные операционные усилители позволяют создавать более энергоэффективные системы с токовой петлей 4-20 мА, продлить время автономной работы и снизить затраты на замену батарей.

• Высокая точность:

При напряжении смещения всего 300 мкВ и сверхнизком потреблении тока LPV811 и LPV812 помогут в обнаружении низких концентраций газов в окружающей среде, продлят срок службы двухвыводных электрохимических датчиков и сохраняют их чувствительность.

• Работа при низких напряжениях:

Усилители общего назначения LPV801 и LPV802 и прецизионные усилители LPV811 и LPV812 могут работать от одного источника питания с напряжением всего 1.6 В, сохраняя постоянство параметров при сильно разряженных батареях.

• Высокая устойчивость к электромагнитным помехам:

Коэффициент подавления входных помех более 80 дБ в диапазоне частот от 500 МГц до 1 ГГц снижает требования к внешним компонентам фильтрации, ускоряет разработку чувствительных к помехам приложений и позволяет быстро сертифицировать системы на соответствие стандартам международных организаций.

Кроме того, усилители LPV811 могут использоваться для управления АЦП последовательных приближений ADS7042, вместе с которым они образуют законченную ультра маломощную подсистему обработки аналоговых входных сигналов.

Инструменты и средства поддержки

С помощью типовой конструкции маломощного датчика угарного газа TIDA-00756, работающего от дисковой батарейки более 10 лет, потребители увидят, как операционный усилитель LPV811 и мультистандартный беспроводной микроконтроллер SimpleLink CC2650 снижают потребление энергии и повышают чувствительность до 1000 частей на миллион. Помимо этого, разработчикам предоставлен полный набор ресурсов онлайн поддержки, включая библиотеку TI Designs и SPICE модели.



TIDA-00756 – типовая конструкция малопотребляющего детектора угарного газа, работающего от дисковой батарейки в течение 10 лет.

Корпуса, доступность и цены

Доступные типы корпусов и цены новых ультра маломощных операционных усилителей перечислены в таблице ниже.

Прибор	Корпус	Цена за шт. в партиях из 1000 ОУ	Тип ОУ
LPV801	5SOT-23	\$0.44	Одиночный общего назначения
LPV802	8VSSOP	\$0.70	Сдвоенный общего назначения
LPV811	5SOT-23	\$0.68	Одиночный прецизионный
LPV812	8VSSOP	\$0.95	Сдвоенный прецизионный

Семейство LPV811 стало последним пополнением портфеля инновационных операционных усилителей TI с лучшим в отрасли сочетанием потребляемой мощности, эффективности и точности.

Central Semiconductor расширяет диапазон напряжений своих MOSFET до 800 В

Central Semiconductor представила свой новейший энергоэффективный высоковольтный MOSFET семейства UltraMOS, разра-

ботанный для минимизации потерь проводимости и увеличения плотности мощности. 800-вольтовый MOSFET CDM2206-800LR в



корпусе TO-220 рассчитан на максимальный ток 6 А. Ключом к высокой энергоэффективности этого устройства являются низкие значения сопротивления открытого канала (0.8 Ом) и общего заряда затвора (24.3 нК). По этим характеристикам новый транзистор превосходит любые MOSFET с аналогичными предельными параметрами.

800-вольтовые MOSFET идеально подходят для источников питания и силовых инверторов, а в паре с выпускаемыми Central выпрямительными диодами семейства HyperFast обеспечивают непревзойденное быстродействие при компенсации сдвига фазы в приложениях коррекции коэффициента мощности. Устройства UltraMOS выпускаются как в стандартных для отрасли, так и в заказных корпусах.

CDM2206-800LR упаковываются в пеналы или пакеты и в партиях из 2000 транзисторов продаются по цене \$0.74 за штуку. Единичные образцы можно заказать непосредственно у Central Semiconductor. В дополнение к 800-вольтовым устройствам, Central предлагает транзисторы UltraMOS с допустимыми напряжениями 600 В и 700 В.

Crocus Technology анонсирует новые TMR датчики магнитного поля с большим динамическим диапазоном

Бесконтактный датчик магнитного поля СТ219 с высокой чувствительностью и большим динамическим диапазоном революционизирует системы, основанные на таких устаревших технологиях, как датчики Холла и трансформаторы тока

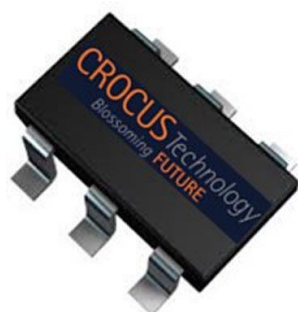
Crocus Technology анонсировала доступность нового датчика магнитного поля СТ219. Основанные на самой совершенной в отрасли технологии, использующей эффект туннельного магнитосопротивления (TMR), СТ219 делают устаревшими прежние технологии, благодаря бесконтактному характеру измерений, высокой точности и большому динамическому диапазону при использовании в замкнутом контуре регулирования. СТ219 могли бы повысить безопасность работы с силовыми системами, значительно уменьшить размеры и вес, заменив громоздкие трансформаторы, и дать толчок развитию зеленых технологий. Кроме того, СТ219

могут с высокой точностью измерять линейные перемещения в таких областях, как зубоизмерительное оборудование, сервоприводы систем управления движением, принтеры, автомобили и роботы.

Ключевые преимущества

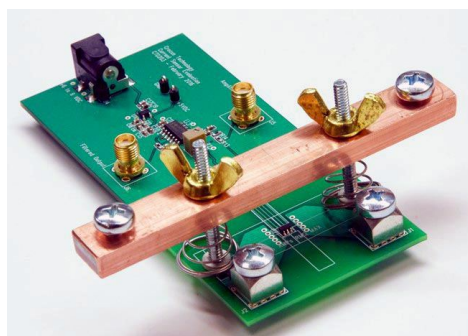
- Бесконтактное измерение тока, включая дифференциальные измерения;
- Бесконтактное измерение линейного положения;
- Большой динамический диапазон;
- Ошибка линейности ниже 0.5% от полной шкалы;
- Высокая чувствительность: ~80 мВ/Тл;
- Небольшие размеры: корпус JEDEC SOT-26;
- Высокая температурная стабильность в диапазоне от -40 до 125 °С.

«Универсальный бесконтактный датчик поля СТ219 коренным образом изменит такие приложения, как интеллектуальные счетчики, распределители питания, устройства управления двигателями, умные быто-



вые приборы и продукты для Интернета вещей, – сказал Зак Дейри (Zack Deiri), директор по продажам и маркетингу компании Crocus Technology. – Независимо от того, измеряете ли вы токи или линейные перемещения, СТ219 позволяет создавать компактные, энергосберегающие, точные и воспроизводимые твердотельные конструкции, необходимые как для существующих систем, так и для вновь разрабатываемых приложений Интернета вещей, средств промышленной автоматизации и продуктов, основанных на зеленых технологиях».

СТ219 выпускаются серийно в корпусе JEDEC SOT-26 и поставляются упакованными в ленту на бобирах. Образцы продукции



Демонстрационная плата датчика тока CTD203.

можно заказать в любой стране мира у авторизованных дистрибьюторов Future Electronics, Mouser, Comtech и Weikeng International.

Источники питания на пути к цифровым технологиям

Steve Taranovich

EDN

Цифровое управление расположенным на плате источником питания повышает его КПД, снижает совокупную стоимость и расширяет возможности системы контроля. Приведенные ниже сведения, взятые из Белой книги, опубликованной компанией Ericsson, являются очень актуальными для Цифрового Питания.

Цифровые технологии в преобразовании энергии

Понятие «цифровое питание» (digital power) в последние годы привлекло к себе пристальное внимание и получило поддержку как поставщиков полупроводников, так и производителей источников питания. В связи с этим возникает необходимость разъяснить концепцию «цифрового питания», изучить и сравнить преимущества и компромиссы цифровых технологий с аналоговыми подходами, обсудить некоторые направления стандартизации, а также получить представление о его возможностях.

Цифровое питание определяется и реализуется различными поставщиками по-разному, более того, до сих пор не существует сколько-нибудь успешных крупномасштабных проектов, использующих цифровые подходы. В результате вокруг цифрового питания возникла атмосфера неопределенности и некоторой путаницы. Эффективна ли она по стоимости? Каковы ее характеристики в сравнении с обычными аналоговыми подходами? Надежна ли она? Не усложняет ли она

процессы проектирования и внедрения? Требуются ли разработчики со специальными навыками? Насколько она «стандартизирована» и не возникнут ли проблемы со вторыми поставщиками?

Необходимо более комплексное определение процесса, обеспечивающего цифровую реализацию блоков и систем на основе цифрового питания. Самое главное, ответить на перечисленные вопросы так, чтобы конечный пользователь – системный интегратор или OEM-производитель – смог уверенно работать с цифровым питанием.

Почему преобразование энергии все еще находится, главным образом, в аналоговой области? Основная причина заключается в том, что первостепенное значение для большинства систем питания имеет эффективность. Независимо от того, сколько «свистков и колокольчиков» может добавить цифровая реализация, ее привлекательность будет ограниченной, если она снижает КПД. Увеличивающиеся «накладные расходы» в виде мощности, рассеиваемой дополнительными схемами цифрового управления, до самого последнего времени делали этот подход весьма непривлекательным.

Определенные проблемы связаны также со стоимостью и плотностью упаковки. К счастью, развитие цифровой технологии КМОП решило эти проблемы, предоставив возможности цифровой обработки сигналов при высокой плотности компоновки, незначительной рассеиваемой мощности и низкой стоимости.

Цифровое регулирование и управление

«Цифровое питание» – широкое понятие, включающее в себя несколько концепций и субдисциплин, предоставляющее конечному пользователю несколько различных уровней извлечения выгоды. Одной из основных особенностей цифрового питания является то, что для любого конкретного приложения конечный пользователь обычно выбирает лишь некоторое подмножество из всех доступных цифровых решений. Этот выбор будет основываться на факторах стоимости, сложности и доступности системы, а также на требованиях к техническому обслуживанию.

Одним из ключевых понятий является различие между регулированием питания и управлением питанием. Термин «регулирование питания» (power control) относится к

функциям внутреннего управления в источнике питания и, прежде всего, к поцикловому управлению потоком энергии. Обратите внимание, что источник питания, использующий цифровые технологии управления, конечному пользователю будет казаться идентичным источнику, управляемому аналоговыми методами.

Термин «управление питанием» (power management) относится к функциям связи и/или регулирования за пределами одного или нескольких источников питания. Он включает такие функции, как конфигурирование системы питания, регулирование и обнаружение неисправностей. В настоящее время реализация этих функций, как правило, основана на сочетании аналоговых и цифровых методов. Цифровое управление питанием подразумевает, что все эти функции реализованы с помощью цифровых технологий и какой-либо шины передачи данных.

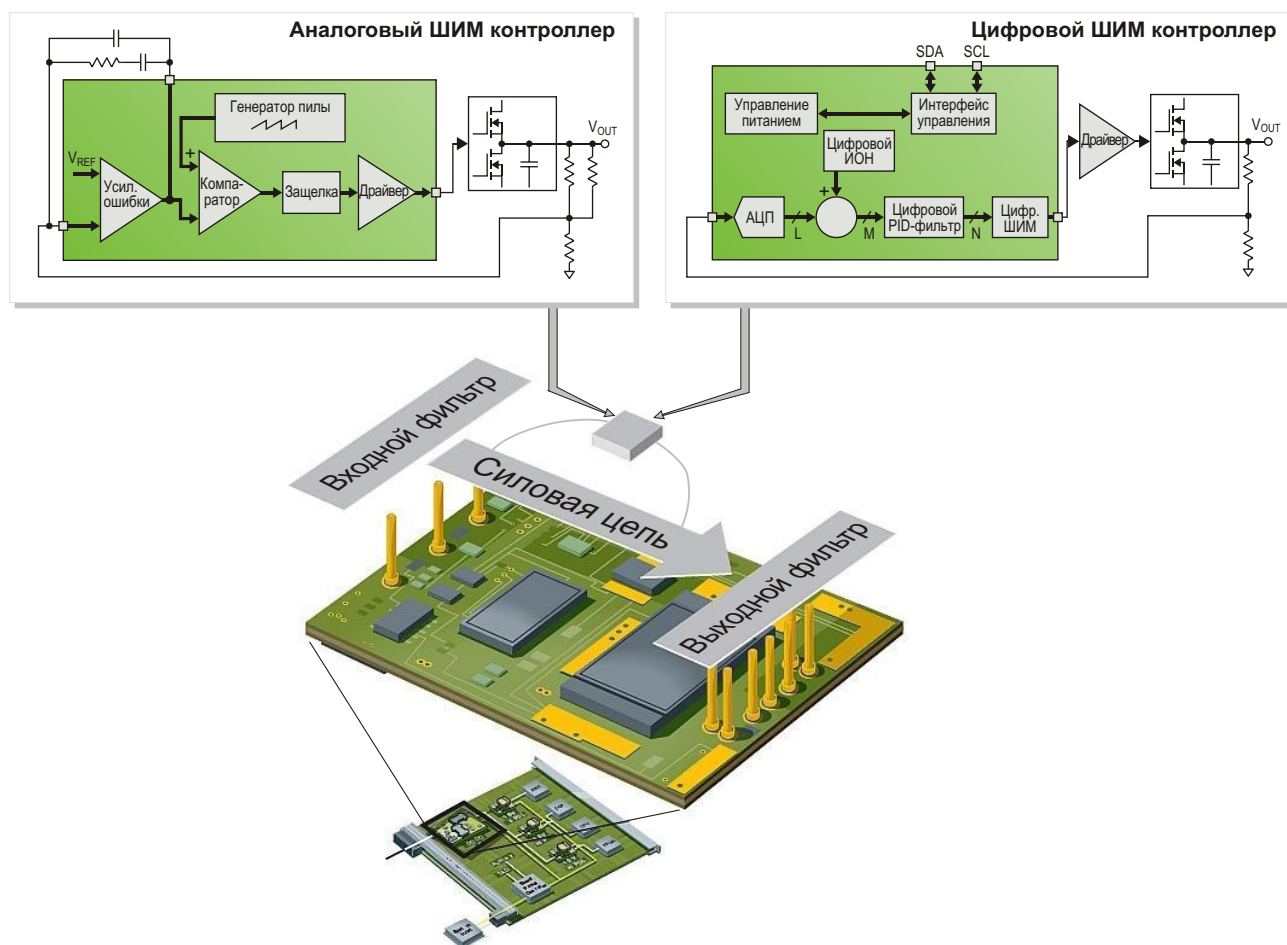


Рисунок 1. Блок-схемы аналоговых и цифровых систем управления изображены вместе с некоторыми частями силовых цепей.

Регулирование источника питания

Классическая схема регулирования аналогового источника питания показана на Рисунке 1. В качестве основного элемента управления используется интегральная схема широтно-импульсного модулятора (ШИМ). Выходное напряжение источника питания измеряется на резистивном делителе напряжения и сравнивается усилителем ошибки с постоянным опорным напряжением.

Выходной сигнал усилителя ошибки используется схемой ШИМ для управления временем включения силового ключа.

Необходимая для достижения баланса между динамическим откликом и устойчивостью частотная компенсация петли ОС обычно реализуется внешней по отношению к микросхеме ШИМ цепью, состоящей из постоянного резистора и конденсатора.

Важными элементами источника питания являются также входной и выходной фильтры. Эти цепи, состоящие из катушек индуктивности, конденсаторов и резисторов, выполняют несколько функций. Входной фильтр помогает защитить источник питания от бросков входного напряжения, обеспечивает некоторый запас энергии для работы источника во время динамических изменений нагрузки и содержит фильтрующую схему, необходимую для выполнения требований по уровню излучаемых кондуктивных помех.

Выходной фильтр сглаживает пульсации и шумы выходного напряжения до заданных уровней и, кроме того, содержит накопитель энергии для компенсации динамических провалов тока в цепях нагрузки. Важно отметить, что входные и выходные фильтры, а также силовые устройства остаются, по существу, одинаковыми в источниках питания как с аналоговой, так и с цифровой структурой управления.

На Рисунке 1 показана структура типичной системы цифрового управления электропитанием. Выходное напряжение измеряется так же, как и в аналоговых конструкциях. Однако напряжение с токоизмерительного резистора подается не на усилитель ошибки, а преобразуется в двоичный цифровой код с помощью АЦП. С выхода АЦП сигналы поступают на микроконтроллер, который произво-

дит их обработку. Для хранения алгоритмов управления микроконтроллеру используется внутрисхемное ПЗУ программ.

Эти алгоритмы позволяют микроконтроллеру выполнять ряд вычислений над сигналами цифровых выходов АЦП. Результатами этих вычислений являются такие величины, как сигнал ошибки, требуемые значения ширины импульсов для драйверов, оптимизированные величины задержки на различных выходах драйверов, а также параметры частотной компенсации петли регулирования. Внешние компоненты частотной компенсации, используемые в аналоговой системе, больше не нужны.

Все значения таких параметров, как выходное напряжение, выходной ток и температура либо записываются в EEPROM при изготовлении устройства, либо передаются по коммуникационной шине. При включении питания содержимое EEPROM выгружается в ОЗУ, которое затем микроконтроллер использует для операций чтения и записи.

Цифровое управление значительно гибче аналогового в своей способности адаптироваться к изменениям входного напряжения и тока нагрузки. Оно позволяет изменять параметры управления в зависимости от условий работы источника питания. Это иллюстрируется следующими примерами.

В синхронном понижающем источнике питания верхний и нижний MOSFET управляются таким образом, чтобы они никогда не оказывались одновременно в проводящем состоянии. Это гарантируется введением «мертвого времени» – временного интервала между выключением одного транзистора и включением другого. При цифровом управлении мертвое время не обязательно должно

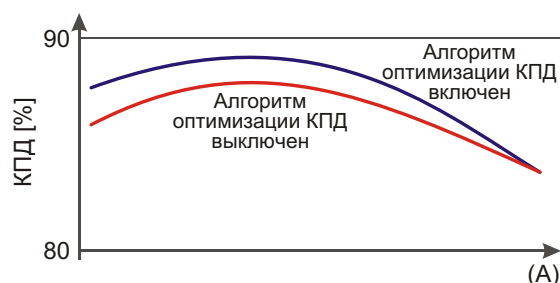


Рисунок 2. Такой параметр, как «мертвое время» в синхронном понижающем источнике питания для увеличения КПД может быть оптимизирован в соответствии с входным напряжением и током нагрузки.

быть постоянным; для оптимизации КПД источника питания его можно менять в зависимости от условий работы с помощью цифрового контура управления. Как видно из Рисунка 2, эта технология особенно эффективна при малой нагрузке.

В аналоговых схемах управления частотная компенсация петли обратной связи представляет собой компромисс между устойчивостью и характеристиками динамического отклика. При цифровом управлении можно построить нелинейные или адаптивные контуры управления, изменяющие параметры компенсации в зависимости от условий работы. Таким образом, источник питания демонстрирует быструю реакцию, когда это необходимо, и медленный отклик в других ситуациях.

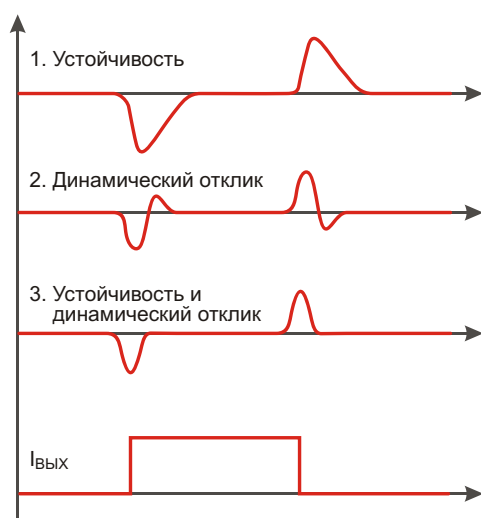


Рисунок 3. Нелинейные или адаптивные контуры управления могут сочетать преимущества устойчивости и хорошей динамики.

Примеры такого адаптивного поведения показаны на Рисунке 3. Помимо улучшенной динамической реакции этот подход дает системе питания и другие преимущества. Для поддержания заданного уровня пульсаций требуются выходные конденсаторы меньшей емкости, что позволяет сэкономить и на стоимости компонентов, и на площади печатной платы. Нелинейное управление также может использоваться для обеспечения работы источника в режиме прерывистой проводимости без присущих этому режиму плохих динамических характеристик.

Ввиду перечисленных выше преимуществ цифровое управление в настоящее

время является предпочтительным подходом, и постепенно все больше и больше будет использоваться в новых конструкциях источников питания. Дополнительный выигрыш дает тот факт, что некоторые из цифровых схем, встроенных в источники, могут использоваться для управления системой питания. Таким образом, большая часть «железа», необходимого для управления питанием, которая будет описана в следующем разделе, достается разработчику системы «бесплатно».

Система управления питанием

Цифровое управление предоставляет ряд преимуществ и возможностей и может использоваться на нескольких различных этапах жизненного цикла источника питания и системы питания. Ключевым словом здесь является гибкость; разработчик системы питания может выбирать только те функции и возможности, которые важны для конкретного приложения:

- В процессе изготовления источника питания для подстройки напряжений и порогов срабатывания защиты, а также для загрузки кодов даты и индивидуальных номеров, может использоваться автоматизированное тестовое оборудование (ATE).
- При оптимизации конструкции системы питания цифровой интерфейс можно использовать для измерения температуры, напряжения и выходных токов, а также для установки порогов срабатывания цепей защиты от аварийных режимов.
- Цифровой интерфейс системы управления питанием может использоваться АТЕ во время сборки и тестирования платы и системы.
- Хост-устройство системы управления питанием может обеспечивать заданную последовательность запуска и выключения. Можно контролировать рабочие температуры для управления вентиляторами системы охлаждения и обнаружения неисправностей, а процедуры управления могут быть разработаны так, чтобы учитывать условия в других частях системы.

Базовая архитектура цифровой системы управления питанием состоит из блоков питания, взаимодействующих с централизо-

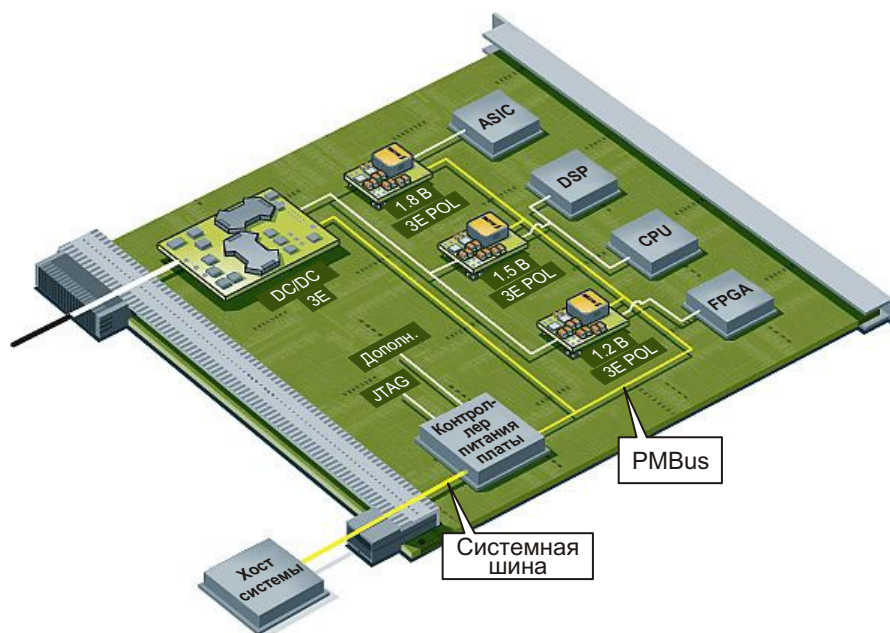


Рисунок 4. Цифровая система управления питанием, состоящая из источников питания (ведомых), подключенных к контроллеру (ведущему) через коммуникационную шину, изображенную желтыми линиями.

ванной хост-системой управления через цифровую шину связи, как это показано на Рисунке 4.

Источниками питания являются DC/DC преобразователи или регуляторы в точке подключения нагрузки (POL). Устройство управления может иметь различные формы, в том числе:

- Специализированная микросхема управления системой питания;
- Микроконтроллер общего назначения;
- Портативный компьютер с графическим интерфейсом пользователя;
- АТЕ в процессе тестирования блока питания или системы.



Рисунок 5. Цифровое управление позволяет задавать последовательность запуска и выключения нескольких источников питания.

Объект регулирования хост-устройства состоит из одной системной платы, а в некоторых более крупных конструкциях этот хост, в свою очередь, взаимодействует с контроллерами верхнего уровня.

Система управления питанием усложняется по мере увеличения числа уровней напряжения на плате. Прежде всего, это значительно усложняет управление последовательностью подачи и снятия напряжений.

Необходимо управлять порядком подачи и снятия напряжений, временами нарастания и взаимных задержек, как при штатном запуске и выключении, так и при возникновении некоторых неисправностей. При цифровом управлении реализовать все эти функции можно достаточно просто, не прибегая к установке компонентов аналогового управления и синхронизации, или даже вообще обходясь без паяльника (Рисунок 5).

Еще одним примером использования цифрового управления питанием может служить контроль работоспособности источника на границах допустимых отклонений выходного напряжения. Он проводится на завершающей стадии производства для проверки устойчивости устройства. Для этого напряжения изменяются в различных комбинациях,

например, на $\pm 5\%$ (Рисунок 6). Используя цифровую шину связи, выполнить такую проверку можно менее чем за секунду без каких-либо дополнительных аппаратных средств или подключений.

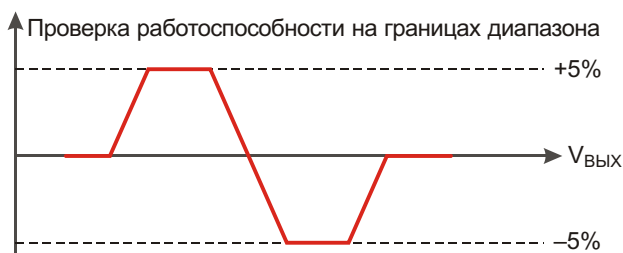


Рисунок 6. Цифровое управление питанием может использоваться для проверки работоспособности источника на границах допустимых отклонений выходного напряжения («серединный тест»).

В список общих требований, попадающих в категорию конфигурирования источника питания, входит программирование порогов детекторов неисправностей. Использование цифровой шины делает эту процедуру исключительно гибкой:

- Может быть установлена тепловая защита с цифровым программированием реакции на перегрев: либо с автоматическим перезапуском, либо с блокировкой.
- Может быть установлена защита от перегрузки по току с программируемым выбором между режимами блокировки и автоматического восстановления.
- Легко программируется порог срабатывания защиты от перенапряжения для конкретной настройки выходного напряжения — как для режима блокировки, так и для режима автоматического восстановления.

Список контрольных функций включает измерение таких параметров, как входные и выходные напряжения и токи, рабочая частота и температура внутри источников питания. Большинство конечных производителей найдет эту возможность самой востребованной на этапах разработки и оценки новой системы.

Цифровой контроль позволяет проделать все эти измерения с помощью портативного компьютера и графического интерфейса пользователя, без термопар, паяльников и замены компонентов. Сбор параметрической

информации на данном этапе позволяет оптимизировать систему питания и выбрать наиболее экономически эффективные источники питания.

Если разработчики систем высшего класса и высокой готовности пожелают включить функции такого рода в конечный продукт, параметрические данные можно сохранить в памяти системы управления. Примеры преимуществ, предоставляемых этим подходом:

- Возможность контроля КПД и обнаружения его деградации еще до фактического отказа, благодаря чему замена может быть осуществлена без ущерба для готовности системы.
- Можно управлять скоростью вращения вентилятора системы в соответствии с фактической температурой внутри источников питания.
- Возможность опроса всех устройств в системе для поиска местонахождения источников питания с определенными серийными номерами в целях замены подозрительной партии еще до появления сбоев.

Большинству пользователей такая степень сложности в их конструкциях не нужна. Промежуточный подход основан на использовании прерываний.

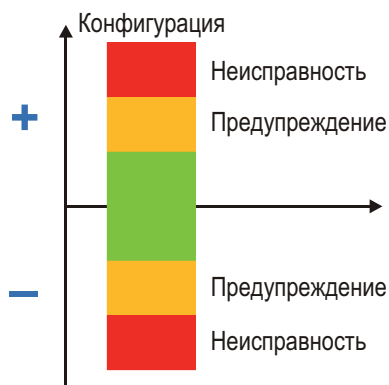


Рисунок 7. Границы включения как предупреждающих, так и аварийных сигналов могут быть запрограммированы для таких параметров, как температура, выходное напряжение и ток нагрузки.

При этом контроллер хоста не выполняет рутинного мониторинга параметрических данных, а лишь получает уведомления от источника питания в тех случаях, когда в нем возникают проблемы (Рисунок 7). Затем, в

зависимости от характера неисправности, хост может принять требуемые меры.

PMBus

Шина управления питанием (Power Management Bus – PMBus) – это существующий протокол, принятый и поддержанный несколькими производителями источников питания. Протокол принадлежит Форуму интерфейса управления системой (System Management Interface Forum – SMIF).

Членство в SMIF открыто для всех заинтересованных сторон, а спецификация PMBus общедоступна и распространяется бесплатно.

PMBus является общим, универсальным и гибким интерфейсом, который может использоваться с широким спектром устройств и хорошо работает со всеми видами источников питания.

PMBus предоставляет хосту доступ к описанной выше коммуникационной архитектуре управляемых устройств, но не предусматривает возможности прямого обмена между устройствами. PMBus обеспечивает надежный, широко используемый и понятный интерфейс цифрового регулирования и управления питанием, не ограничивая внедрение других инновационных методов.

В своей исходной форме PMBus – это двухпроводная последовательная шина, основанная на шине SMBus (System Management Bus), которая, в свою очередь, является производной от популярной шины Inter-IC (I²C), но усовершенствованной для большей функциональности в приложениях управления питанием.

Физическая реализация стандартом PMBus не определяется. Поэтому производители блоков питания и промышленные организации, такие как Distributed-power Open Standard Alliance (DOSA) и Point of Load Alliance (POLA), сотрудничают друг с другом, чтобы договориться о стандартных конфигурациях конструктивных параметров, внешних контактов и механических интерфейсов для межсоединений устройств и их программирования.

Заключение

Цифровые технологии питания предлагались на протяжении ряда лет, но успешно конкурировать с аналоговыми решениями до

последнего времени они не могли. Благодаря увеличению плотности ИС, упорной работе изготовителей полупроводниковых компонентов, развитию и повышению надежности технологии КМОП, сегодня цифровой обработка данных для приложений преобразования энергии стала весьма привлекательной. Самое главное, что использование цифровых технологий предоставляет возможность расширения функциональности и улучшения технических характеристик как отдельных источников питания, так и системы в целом, что аналоговыми методами реализовать невозможно.

Хотя основной фокус публичных обсуждений сосредоточен на проблемах, связанных с системами управления питанием, наиболее важным вопросом и, в конечном итоге, движущей силой внедрения цифровых методов, будут преимущества, которые они принесут самому источнику питания. И современные технологии делают эти преимущества реальными, измеримыми и доступными:

- Более высокий КПД;
- Надежность, улучшенная за счет более высокой интеграции схем цифрового управления;
- Стоимость системы, сниженная благодаря сокращению количества развязывающих конденсаторов вследствие улучшения переходных характеристик при адаптивном цифровом управлении;
- Плотность мощности источника питания, увеличенная за счет меньших размеров цифровых схем управления;
- Более жесткие допуски на отклонения выходного напряжения благодаря повышению точности первоначальной настройки;
- Сокращение общих эксплуатационных затрат за счет перечисленных выше улучшений.

Паритет затрат между цифровой и аналоговой реализацией управления при использовании современных технологий делает эти преимущества «бесплатными» для конечного пользователя и приносит реальную пользу потребителям.

Использование цифрового интерфейса в источниках питания дает существенные преимущества на этапах разработки и оценки системы. Коммуникационная шина дает возможность полной подстройки под требования

пользователя, а конечным результатом является сокращение времени разработки, упрощение управления питанием и, как следствие, ускорение выхода на рынок конечного продукта.

Механизм пользовательских настроек позволяет один и тот же тип источника использовать для нескольких целей, тем самым, уменьшая объемы складских запасов, сокращая номенклатуру покупных изделий и снижая затраты времени на поиск поставщиков источников питания. **РЛ**

Ссылки

1. Bob Carroll, Primarion. Digital Power Forum 2005. The Next Steps for Digital Control
2. Ericsson. September 2006. [Performance Improvements for OEM System Designers: A Digital Control Case Study](#)
3. [Power Management Bus \(PMBus\) Implementers' Forum](#)
4. [System Management Interface Forum \(SMIF\)](#)
5. Torbjörn Holmberg, Per-Johan Wiberg. Digital Power Forum 2006.

Тепловое проектирование: отведите тепло от вашей электроники

Paul Rako

EDN

Если у вас есть мощные светодиоды, или источник питания, или вы пытаетесь управлять большими моторами, – вам придется отводить много тепла от ваших печатных плат. Классический способ рассеивания тепла – привернуть ваш силовой транзистор к алюминиевому теплоотводу. Это медленное, грязное и затратное удовольствие, особенно, если вам нужна теплопроводящая паста между транзистором и радиатором (Рисунок 1).

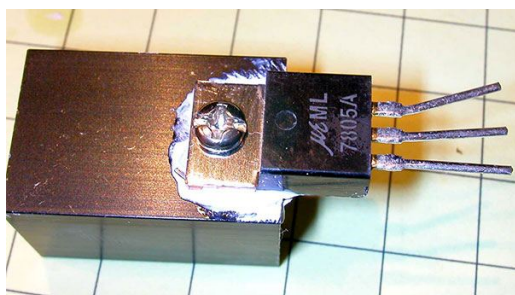


Рисунок 1. Этот 5-вольтовый стабилизатор может отдавать больше мощности, когда привинчен к алюминиевому радиатору с использованием теплопроводящей пасты.

Еще одна проблема таких радиаторов состоит в том, что сборочные операции хуже контролируются. Процесс изготовления печатной платы и ее монтаж – процесс строго контролируемый и повторяемый. Когда же вы имеете вещь, собранную вручную, это увеличивает вероятность ошибок. Это особенно справедливо, если люди, делающие работу, находятся на другом конце света, говорят на другом языке и плохо обучены.

Сделать схему управления температурным режимом неотъемлемой частью вашей печатной платы – это всегда хорошая идея.

Опыт показал, что через участок меди площадью 3 5 дюймов на плате из обычного материала FR4 вы можете отвести порядка 2 Вт тепла.

Уэйн Ямагути (Wayne Yamaguchi) научился некоторым очень важным тонкостям теплового проектирования на своих комплектах преобразователей Maglite для светодиодных фонариков (Рисунок 2). Он думал, что самой трудной частью работы будет разработка импульсного стабилизатора. Но оказались, что наибольшие сложности связаны с механическим конструированием и тепловым проектированием.



Рисунок 2. Уэйн Ямагути обнаружил, что Linear Technology сделала проектирование схемы для его набора LED Maglite простым; большая часть работы пришлась на тепловое проектирование.

Уэйн понял, как использовать переходные отверстия и медные полигоны, чтобы отвести тепло от светодиода и передать его на алюминиевый корпус Maglite. Отвод тепла – это причина, по которой светодиодные фонарики не делают из пластика. Светодиод более эффективен, чем лампа накаливания, но

лампа отдает лишнее тепло в виде инфракрасного излучения наряду с видимым светом. Тепло, порожденное светодиодом, остается в нем.

Прежде всего, вы смотрите, как рассеять больше тепла в меди печатной платы. Можно поэкспериментировать с более толстой медью. Обычные печатные платы имеют слой меди толщиной от одной до двух унций на квадратный фут. Для получения фактической толщины в милах (тысячных долей дюйма) эту величину надо умножить на 1.37. Печатные платы с медной фольгой до 6 унций на квадратный фут заказывать несложно. Затем вы приходите к тому, что изготовители печатных плат называют «тяжелой медью», где медь может весить до 20 унций на квадратный фут, то есть иметь толщину 27.4 мила. Если же вам нужна еще большая толщина, вы можете обратиться к производителям печатных плат, которые делают «экстремальную медь». Это все, что имеет толщину больше 20 унций на квадратный фут.

Любой поток воздуха вокруг радиатора или полигонов значительно облегчает отвод тепла. Если вы вскрыете паяльную маску на поверхности полигона, это улучшит теплоотвод в окружающую среду. Исключите финишное выравнивание этих больших неизолированных областей меди горячим воздухом. Припой может накапливаться, и вместе с улучшением отвода тепла мы получим большие свисающие куски припоя. Лучше покрывать никелем или использовать иммерсионное золото. И то, и другое будет защищать медь от коррозии, а золотая отделка к тому же великолепно выглядит.

Когда печатная плата не в состоянии отвести достаточную мощность, вы можете,

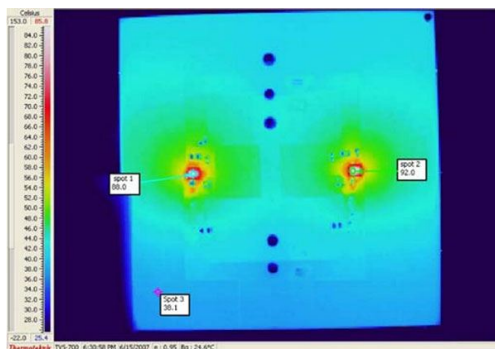


Рисунок 3. В этом случае отвести тепло от SMD компонентов помогает Linear Technology, поэтому алюминиевый радиатор вам не нужен.

при условии наличия места на плате, увеличить количество выходных транзисторов. Linear Technology, например, поможет вам сделать это при помощи линейных стабилизаторов LT3080, которые вы можете включать параллельно (Рисунок 3). Если ваше устройство рассеивает 5 Вт, вы можете соединить параллельно три микросхемы. Каждый прибор будет хорошо работать при мощности до 2 Вт, если вы выделите ему на плате область меди, достаточную для отвода тепла. Для перераспределения тепла вы можете использовать и внутренние слои, но не забывайте «сшить» их с наружными слоями меди переходными отверстиями, так как в итоге тепло нужно отвести в окружающий воздух.



Рисунок 4. Корпус CanPAK компании Infineon передает тепло от кристалла на печатную плату через широкую металлическую крышку.

Если параллельного включения SMD компонентов и толстой меди на печатной плате недостаточно, вы можете поискать транзисторы, подобные семейству Direct FET фирмы International Rectifier, известные также как Infineon CanPAK (Рисунок 4). Радиаторы на их корпуса можно устанавливать сверху. Теперь вы можете использовать весь арсенал толстой и тяжелой меди со стороны всех трех выводов. Вы также можете прижимать или припаивать радиатор к верхней стороне компонента, являющейся частью выводной рамки.

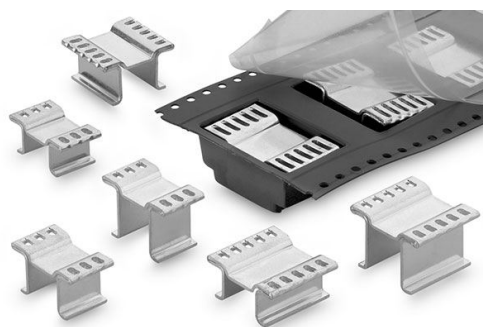


Рисунок 5. П-образные радиаторы отводят тепло от печатной платы и допускают автоматическую сборку. (Фото Fischer Elektronik).

Кроме того, для передачи тепла от печатной платы в воздух в схемах, содержащих импульсные стабилизаторы со встроенными полевыми транзисторами или обычные дискретные транзисторы, вы можете использовать радиаторы в форме крыла чайки или буквы «П» (Рисунок 5). Большое преимущество такого решения состоит в том, что эти радиаторы можно устанавливать с помощью автоматических манипуляторов, подобно другим компонентам вашей платы. Затем вы отправляете плату в обычную инфракрасную печь, чтобы припаять и компоненты, и радиаторы. Убедитесь, что ваша САПР «вставляет» в выходной файл информацию об установке радиатора после размещения полевых транзисторов. Вы также можете сделать примечание на сборочном чертеже.

Эффект от установки теплоотвода на пластиковый корпус будет очень небольшим. Через пластиковый корпус тепло проходит настолько медленно, что сам кремниевый кристалл металлическим радиатором на пластике охлаждается очень слабо. Лучший путь отвода тепла – через выводную рамку, на которой смонтирован кристалл. В большинстве компонентов выводная рамка соединена с землей, общей шиной или выводом отрицательного питания. У некоторых КМОП микросхем выводная рамка соединена с плюсом питания. Прежде чем строить предположения о том, как отвести тепло, проконсультируйтесь с производителем ИС.

Когда вам надо отвести по настоящему много тепла, возможно, в горячей среде, как под капотом автомобиля, вы можете перейти

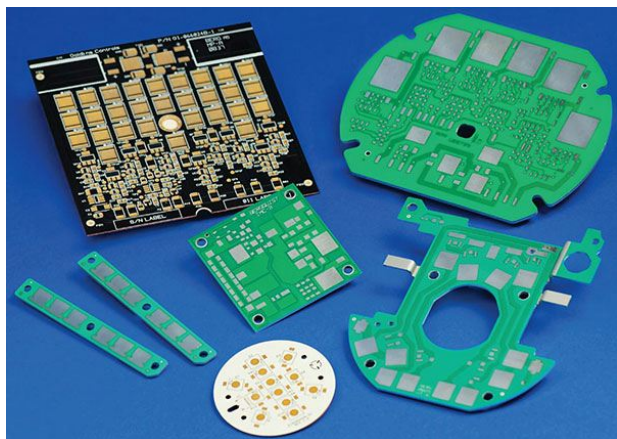


Рисунок 6. Печатные платы с металлическим основанием часто являются единственным способом отвода достаточного количества тепла от светодиодных схем. (Фото Bergquist/Henkel).

к печатным платам на металлическом основании (Рисунок 6). Хорошей стороной плат с металлическим основанием является то, что пропуская огромное количество тепла, они одновременно служат силовыми элементами конструкции. Плохая состоит в том, что при небольших объемах производства печатные платы с металлическим основанием, как правило, дороги. Услуги по изготовлению прототипов печатных плат на металлическом основании может предоставить компания PCBPool.

Существует более новая запатентованная технология изготовления печатных плат с большими токами и большим тепловыделением. Компания Häusermann называет этот процесс HSMtec. Они «прошивают» и покрывают платы проводниками толщиной до 20 мил. Эти проводники и полосы проходят либо под существующими трассами вашей конструкции печатной платы (Рисунок 7а), либо над ними (Рисунок 7б). В результате любой узкий проводник может нести гораздо больше тока и тепла. Полосы толщиной 2 мила могут быть сделаны достаточно широкими, и вы получите те же преимущества, что и при использовании экстремальной меди или печатных плат с металлическим основанием.

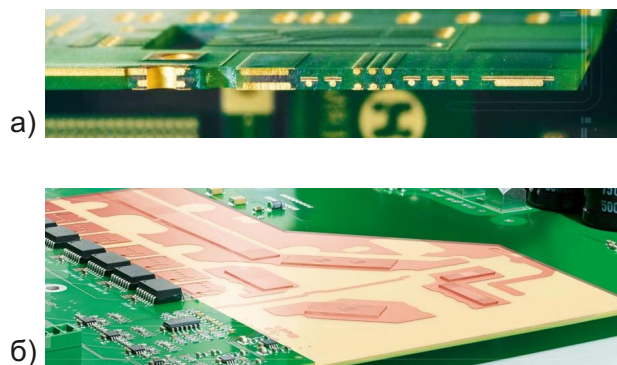


Рисунок 7. Häusermann запатентовала технологию изготовления печатных плат, которые проводят большое количество тепла или тока.

Пример

Когда речь заходит о хорошей тепловой конструкции, нет лучшего примера, чем линейка контроллеров двигателей электромобилей, которые делают Отмар Ибинхоич (Otmar Ebenhoech) и Zilla (Рисунок 8). Если вы следите за шоу PBS о Белом Зомби,



Рисунок 8. Отмар Ибинхоич возле своего двойного преобразователя для Porsche 914.

одном из лучших уличных электрических гонщиков на Земле, вы можете увидеть контроллеры Zilla, когда камера заглядывает под капот.

Компромиссный характер теплового конструирования Отмар понял много лет назад. Начинать он с большого модуля IGBT. Им было трудно управлять, и не менее трудно было отвести тепло. В качестве сувениров на стене у Отмара висит множество взорвавшихся модулей. Его идея состояла в том, что от нескольких IGBT отвести тепло легче. Поэтому он использовал 36 IGBT в корпусах TO-247. Когда я спросил, почему он не использовал MOSFET, Ибинхоич отметил, что «в диапазоне напряжений 600 В при максимальном токе IGBT имеют гораздо меньшие потери мощности. Стандартные модули Zilla Z2K работают при токе двигателя 2000 А». Для отвода тепла от этих распределенных по плате источников Отмар использует медные радиаторы с водяным охлаждением. Для снижения импеданса источника питания MOSFET важное значение имеют накопительные конденсаторы. При таких уровнях

тока даже малейшая индуктивность шины будет означать большие выбросы при переключении, приводящие к разрушению IGBT и потерям мощности.

Отмар вспоминает, что наиболее интересной частью проекта была головоломка при механическом конструировании. «Вы должны располагать конденсаторы как можно ближе к IGBT, но в то же время от IGBT нужно отводить тепло». Затем есть полудюймовые кабели, подводящие ток, плюс вам надо спроектировать очень хорошую систему «земли», чтобы вторые выводы конденсаторов «видели» низкий импеданс. При каждом IGBT имеется также ограничительный диод, который должен располагаться как можно ближе, чтобы минимизировать размеры токовых петель.

Еще одна блестящая идея Отмара – использовать 8-разрядный микроконтроллер Microchip PIC для контроля и управления всеми аспектами преобразования энергии. В наши дни, может быть, вы использовали бы 32-битный чип ARM Cortex M0. Тогда вы могли бы иметь стек TCP/IP, если бы захотели через Wi-Fi соединить контроллер с Интернетом. Ибинхоич замечает: «PIC были выбраны в 1999 году, сейчас я бы воспользовался чем-то намного более быстрым».

Таким образом, проектируете ли вы светодиодную лампу или гоночный электромобиль, для отвода тепла от электроники вам надо знать свои возможности и потребности. Если вы убедились, что разработали проект для наихудших условий, и действительно испытали его в этих условиях, то можете гарантировать ему долгую и счастливую жизнь. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT3080](#)

Intel делает очередной шаг в мир Arduino

Duane Benson

Embedded

Arduino начинала жизнь в качестве простого и недорогого обучающего инструмента на базе 8-разрядного микроконтроллера. За прошедшее десятилетие она выросла в многоликую платформу, которая произвела революцию в мире изучения микроконтроллеров и радиолюбительства. В последнее время расширение семейства Arduino за счет добавления 16- и 32-битных процессоров перенесло Arduino в область промышленных платформ для быстрого создания прототипов.

Одним из последних абитуриентов в мире совместимых с Arduino высокопроизводительных плат стал модуль Edison компании Intel (Рисунок 1). Edison имеет двухъядерный 500-мегагерцовый процессор Intel Atom со встроенными модулями Wi-Fi и Bluetooth. Он поставляется с 1 ГБ оперативной памяти, 4 ГБ встроенной памяти eMMC и контроллером OTG USB 2.0 (но без разъема).

Я разработал немало плат, совместимых с Arduino. 8-битные Atmega32u4 и Atmega328P очень просты в применении, но ограничены в вычислительной мощности. Я начал использовать плату ChipKIT с 32-разрядным микро-

контроллером Microchip PIC32MX340-512E, которая имеет гораздо больше возможностей и не намного сложнее во внедрении. Тем не менее, я хочу еще больше мощности, что привело меня к Edison.

Edison настраивается на программную совместимость с Arduino. Он также работает с предварительно загруженным дистрибутивом Linux. Вы можете записать в него Arduino-код через Arduino IDE, либо загрузить код со стороны Linux так же, как если бы вы это делали на любом другом встраиваемом дистрибутиве Linux. В сочетании с подходящими дополнительными картами эта гибкость позволяет быстро начать освоение, а также дает возможность сделать что-то реально работающее.

Базовый модуль не может работать автономно. Он спроектирован с учетом обязательного подключения к материнской плате или использования в качестве одной из плат в стеке. Все линии ввода/вывода и питания подведены к 70- контактному межплатному

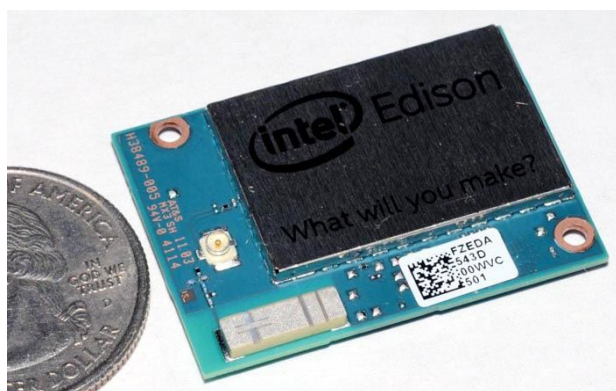


Рисунок 1.



Рисунок 2.

разъему высокой плотности, так что устройству требуется, по меньшей мере, одна дополнительная плата для питания. Несколько плат могут быть собраны в единый стек, чтобы обеспечить устройство всеми желаемыми периферийными возможностями.

Недавно я купил модуль Edison, намереваясь что-нибудь разработать на его основе. Я купил также дочернюю плату «Base block» компании SparkFun с разъемами USB для подключения консоли и USB OTG (Рисунок 2). Весь стек можно запитать через порты USB, так что эта минимальная конфигурация позволит познакомиться с программным обеспечением, пока разрабатывается и собирается моя плата.

Я довольно часто использую интерфейс I²C, поэтому мой первый проект представляет собой дополнительную плату, на которой будут блоки I²C на напряжения 3.3 В и 5 В и разъем для карт памяти microSD. Edison рассчитан на работу при напряжении питания 1.8 В, поэтому практически для всего ему требуются преобразователи уровней. На моей плате их будет три: по одному для каждого из интерфейсов I²C и один для карты microSD.

К сожалению, одним из первых моих действий с Edison была поломка межплатного разъема на базовом блоке. Я не рекомендовал бы вам делать то же самое. Это хрупкий 70-контактный разъем Hirose с шагом выводов 0.4 мм. Я повредил его гаечным ключом, когда соединял две платы вместе (Рисунок 3).

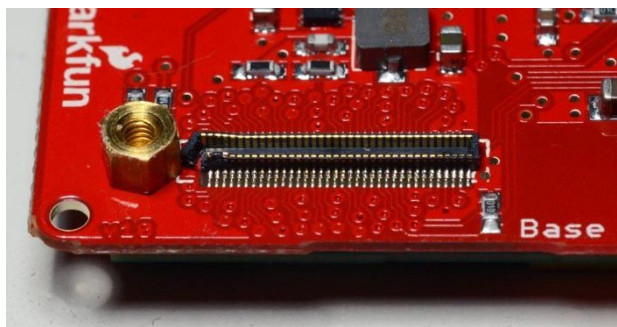


Рисунок 3.

Он слишком мал для того, чтобы я мог с ним что-то сделать, но, к счастью, мои коллеги из Screaming Circuits смогли легко заме-

нить его. Разъемы с шагом 0.4 мм действительно находятся за пределами возможностей ручной пайки для всех, кроме самых мазохистских индивидуумов. В нашем отделе восстановления есть такие люди – вот преимущества места, где специализируется на работе именно такого рода (Рисунок 4).

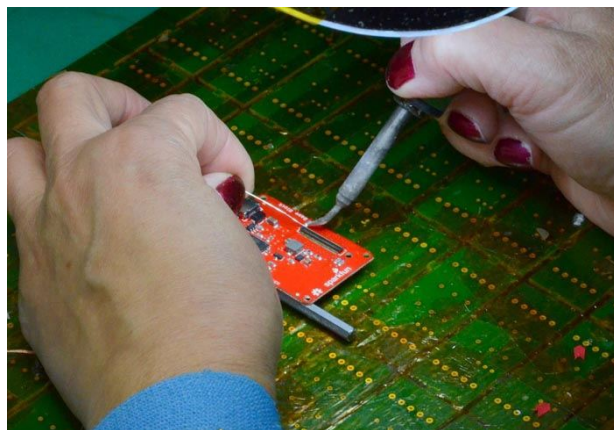


Рисунок 4.

SparkFun сделала документацию на свои платы Edison открытой и разместила файлы проекта для скачивания на страницах продуктов своего веб-сайта. Github, где размещает свои проектные файлы большинство людей, хорош, но мне нравится, когда есть возможность скачать файлы прямо в том же месте, где была куплена плата. Отправной точкой мне послужили их файлы EagleCAD с описанием платы, совпадающей по размерам с платой SparkFun и имеющей разъемы высокой плотности с разведенными контактами. К этому я добавил слот microSD, преобразователи уровней и два разъема для I²C.

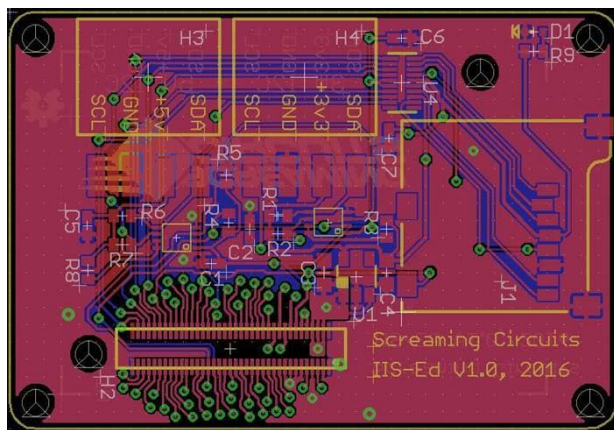


Рисунок 5.

В качестве преобразователя уровней для карт microSD я использовал 8-битную микросхему TBX0108 компании Texas Instruments, а для 5- и 3.3-вольтовых интерфейсов I²C выбрал два 2-битных транслятора уровней PCA9306, также производства TI. Еще не так давно преобразователи уровней были редкостью в мире микроконтроллеров. Теперь же, с появлением высокопроизводительных систем, таких как Edison с напряжением питания 1.8 В, преобразователи стали обычным явлением.

Как вы можете видеть на Рисунке 5, плата прекрасно вписывается в форм-фактор платы SparkFun с размерами 3.05 4.45 см. Из множества вариантов корпусов TBX0108 я выбрал DFN с размерами 2 4 мм и шагом выводов 0.4 мм, чтобы обеспечить дополнительное пространство вокруг монтажного отверстия. Для PCA9306 я взял больший корпус, чтобы иметь возможность проводить дорожки под микросхемой.

Я напишу больше, когда закончу проект и получу собранные платы. **РЛ**

MAX232: классическая микросхема живет с 1988 года

Len Sherman

EDN

В выпуск EDN от 23 июня 1988 года был включен раздел «Новости компании Maxim», где мы задавали вопрос: «Кто в здравом уме выберет стандарт компьютерного интерфейса, которому требуются питание ± 12 В и дорогие разъемы, который работает на ограниченном расстоянии и подвержен ошибкам, который трудно подключить к сети и не имеет изоляции токовой петли?» Тем не менее, прошло 28 лет, а классический интерфейс живет, особенно в промышленных приложениях и в системах, где к компьютеру необходимо подключать только одно периферийное устройство.

В микросхеме MAX232, продажи которой начались в феврале 1988 года, были умело соединены две, казалось бы, не связанные функции: питание и интерфейс, что положило начало новым представлениям о возможностях аналоговых микросхем. Этот подход заложил основу для создания еще более крупных и сложных устройств смешанного типа, которые мы видим сегодня.

Своим успехом MAX232 обязана дальновидности идеолога концепции Чарли Алену (Charlie Allen) и изобретательности ее конструктора Дэйва Бингхэма (Dave Bingham). До появления MAX232 интерфейс RS-232 состоял из двух 14-выводных микросхем: счетверенного драйвера линии 1488 и счетверенного приемника сигналов 1489, а также

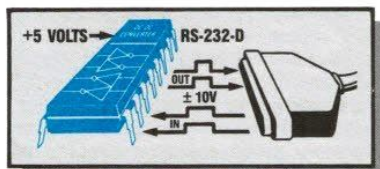
из двуполярного источника питания ± 12 В. В большинстве систем общепринятыми напряжениями тогда были +5 В для питания логических схем и ± 12 В для аналоговых. Поэтому подключение драйверов последовательного интерфейса не доставляло неудобств.

Однако к 1980-м годам все больше и больше устройств, включая аналоговые, уже могло питаться от единственной шины +5 В, как вследствие того, что значительная часть оборудования стала цифровой, так и потому, что сами аналоговые микросхемы стали совершеннее, и могли работать от одного напряжения 5 В, делая ± 12 В менее нужными. В сущности, этот переход ускорили конструкторы Maxim и их коллеги из других компаний, создав высококачественные 5-вольтовые аналоговые микросхемы, такие как операционные усилители с однополярным питанием, преобразователи данных и аналоговые ключи.

Осознание этой тенденции и явилось ключом к рождению MAX232. Стало ясно, что новые микросхемы проживут недолго, если интерфейс RS-232 останется последним элементом на плате, требующим биполярного питания.

После того, как решение было найдено и цели стали ясны, оставалась проблема – как получить шины +10 В и 10 В из напряжения +5 В и изготовить это на общем кристалле с

EIA Changes Old RS-232 Standard.



Who in their right mind would choose a computer interface standard that uses $\pm 12V$ supplies, requires expensive connectors, works over a limited distance, is error prone, difficult to network, and has no current loop isolation? Well, someone did, and now we have to live with it.

The RS-232-C interface standard was first introduced in 1962 by the EIA to standardize the interfacing of data terminal equipment (DTE) with data communication equipment (DCE) over short distances. The standard was revised in 1969, 1972 and rewritten in 1986 (as EIA-232-D) to update the terminology and to bring RS-232 more closely in line with the international interface standards CCITT V.24 and V.28. EIA-232-D has tried to accommodate modern day requirements, but the $\pm 12V$ supplies used by the drivers still create system problems. Many of these problems have been solved by a new family of single 5V supply RS-232 chips from Maxim.

What is an EIA-232-D interface?

EIA-232-D defines the electrical characteristics, mechanical requirements, and signal functions of the interface between the data terminal equipment (DTE) and data communication equipment (DCE).

EIA-232-D SPECIFICATION	
PARAMETER	SPECIFICATION
Max. Cable Length	Limited by cable capacitance*
Max. data rate	20kbits/sec.
# of drivers & receivers allowed on line	1 driver 1 receiver
Driver output swing	$\pm 5V$ min.; $\pm 15V$ max.
Driver load	3 to 7k ohms
Driver slew rate	30V/ μs max.
Driver output short-circuit current limit	500mA to V^+ or GND
Driver output resistance with power OFF	300 ohms
Receiver input res.	3 to 7k ohms
Receiver input thresh.	$\pm 3V$

*RS-232-C recommended a maximum cable length of 50 ft. EIA-232-D limits the effective shunt capacitance at the receiver side of the interchange to 250pF.

The mechanical interface for EIA-232-D is the DB25 or 25 way "D" connector.

Signal functions are defined to facilitate communication between the DTE and DCE with a fully interlocked handshake of data. 22 of the 25 connector pins have designated functions under the new EIA-232-D. However, not all of the signals are used. For example, some printers only use four wires, while others use all 25 pins of the DB25 connector.

Pin 1 used to be the protective ground but is now (EIA-232-D) defined as "shield." It is normally connected to the frame of the DTE. The DCE end is normally left open to avoid ground loops. The signal ground must be returned via pin 7. The two ground lines, pin 7 and pin 1, should not be tied together. It is also important to prevent any ground loop currents or system noise from flowing into the signal ground.

New EIA-232-D Defined Signals

Pin 21, Remote Loopback (RL), is one of three new signals that have been defined by EIA-232-D to enable remote and local loopback testing. RL is used by the DTE to tell the local DCE to loopback. This enables the DTE to test the communication connection between the two devices. Pin 18 Local Loopback (LL) is similar to RL except that loopback is channeled through the DCE's own communications input and consequently back to the DTE. Pin 25 Test Mode (TM) is used to inform the DTE by the DCE that it has received an RL or LL signal from the DTE. The addition of these signals brings EIA-232-D much closer to the CCITT V.24 specifications.

(Please see EIA Changes on back)

★ FREE ★ + 5V RS-232 Driver/Receiver Data Booklet

Comprehensive descriptions and applications information on Maxim's MAX230-240 products.

(CIRCLE 10)

For **FREE SAMPLES** or applications assistance call (408) 737-7600 or write Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Dr., Sunnyvale, California 94086.

40,000 Count A/D Performs 20 Conversions/Sec

Using a unique A/D architecture and relying upon an external microprocessor for data manipulation and control, Maxim's new CMOS MAX133/134 $3\frac{3}{4}$ digit integrating A/D converters offer high performance and low power (1mW) at a low cost. These A/D converters perform 20 conversions/second while maintaining high Normal Mode Rejection — that's 10 times the normal conversion rate of other integrating A/Ds. Priced under \$10.00, the MAX133 offers significant systems savings versus the \$40-50 equivalent A/Ds. These factors and others will open up many new applications in data acquisition, data loggers, weigh scales and digital multimeters.

Although the MAX133/134 are described as ' $3\frac{3}{4}$ digit,' implying an accuracy of one part in $\pm 4,000$, their internal resolution is **$\pm 40,000$ counts**. The extra digit provides noise free performance at the $3\frac{3}{4}$ digit level, as well as allowing digital autozero or tare to 1/10 of a count for a 4,000 count displayed reading. These circuits are designed to be microprocessor controlled. However, they do provide all the logic and control of the conversion sequence, and the external microprocessor is not required to perform any critical timing or complex control functions.

The MAX133 and MAX134 differ only in their microprocessor interface. The MAX133 has a 4-bit multiplexed address/data bus while the MAX134 has 3 separate address lines and a 4-bit bi-directional data bus. The devices can be used with 4-, 8-, and 16-bit microprocessors. Both devices can be operated from either a 9V battery or $\pm 5V$ supplies. Maximum supply current is only 250 μA , with a typical of 100 μA . Additionally, the devices can be put into a 'sleep' or low current mode where the internal analog circuitry is turned off and the supply current is reduced to 25 μA .

0.025% Resolution

The MAX133/134's 50ms conversion time and 0.025% resolution make them ideal for data acquisition and data logging applications. The A/D contains a 7 input channel multiplexer, plus the ability to digitally short together the analog inputs of the A/D converter, allowing for zero offset correction to be performed by the microprocessor. The microprocessor-friendly architecture enables system/instrument designers to add features of their choice through software such as digital averaging of readings, set point alarms, etc.

(Please see 40,000 Count on back)

EIA-232-D recommends standard interfaces for certain systems. However, the industry has tended to ignore these recommendations in favor of their own subset. The most popular interface is two wires in each direction — Transmit Data (TD), Receive Data (RD), plus two handshake lines. Computer interface communication is becoming increasingly more complex so that additional lines are needed. **By using different combinations of RS-232 drivers and receivers any requirement can be met.**

New RS-232 Circuits For The New Standard

Maxim has a family of 10 CMOS RS-232 interface circuits that operate from just a **single +5V supply** — generating $\pm 10V$ supplies using a patented two stage charge pump technique. This saves the user from having to generate the additional supplies required by the old workhorses, the 1488 (4 RS-232 drivers) and 1489 (4

meet EIA-232-D specification of minimum output swing of $\pm 5V$ under the worst case condition of output loading, ambient temperature and power supply voltage. The slow rate of the RS-232 outputs are limited to less than $30 V/\mu sec$, eliminating the need for external slew-rate-limiting capacitors.

The receivers on these devices also conform to the EIA-232-D specifications, with an input impedance of 3k ohms to 7k ohms. Each input can withstand $\pm 30V$ even when no power is applied. Switching thresholds are within the $\pm 3V$ limits of RS-232 and are TTL and CMOS compatible. All receivers have 500mV of hysteresis to improve noise rejection.

System Protection

Even though the Maxim family of RS-232 devices are very rugged and designed to withstand 2000V of ESD, one cannot prevent destruction if a 110V line is inadvertently connected to the DB25 connector (without some form of protection).

MAX232 FAMILY OF DRIVERS AND RECEIVERS

PART #	# OF DRVS	# OF RCVRS	SHUT DOWN	3- STATE	COMMENTS	AVG. PRICE PER*** TRANS/REC (5000pcs)
MAX230	5	0	Yes	No	Requires 4 ext. caps	\$.55
MAX231	2	2	No	No	+5V, +12V supplies, 2 caps	1.05
MAX232	2	2	No	No	Requires 4 ext. caps	1.50
MAX233	2	2	No	No	No ext. components req.	1.90
MAX234	4	0	No	No	Requires 4 ext. caps	.75
MAX235	5	5	Yes	Yes	No ext. components req.	1.70
MAX236	4	3	Yes	Yes	Requires 4 ext. caps	.85
MAX237	5	3	No	No	Requires 4 ext. caps	.75
MAX238	4	4	No	No	Requires 4 ext. caps	.75
MAX239	3	5	No	Yes	+5V, +12V supplies, 2 caps	.75
MAX240	5	5	Yes	Yes	44-Pin Plastic flat pack	.75

* Low power shutdown reduces supply current to less than $10\mu A$.

***Contact Maxim for details on quantity pricing.

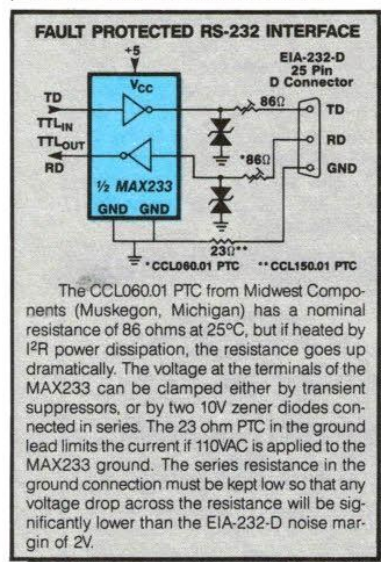
** 3-state enable of receiver outputs for bus interfacing.

RS-232 receivers), as well as some of the newer CMOS and bipolar equivalent driver and receiver circuits.

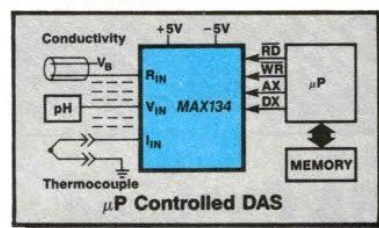
The Maxim family offers a variety of driver and receiver combinations on the same chip ranging from a 2 transmitter/2 receiver (MAX231/232/233) to a 5 transmitter/5 receiver combination (MAX235). Some of the devices (MAX235/236/239) have 3-state enable for the receiver outputs allowing the devices to be connected to a μP bus. Some also have low power shutdown mode (MAX230/235/236) where the total power dissipation is reduced to less than $50\mu W$ — making the devices suitable for battery applications. Two of the devices (MAX233/235) have on board capacitors — replacing the 4 external capacitors normally required by the charge pump converters. All but the MAX235 and 240 are available in SOIC packages — when a small footprint or automatic assembly is important. (The 5 transmitter/receiver devices are available in a 44-pin plastic flatpack.) Pricing on the MAX233 is now just \$1 over the MAX232. In quantity, the MAX238 (4 transmitter/receiver) drops to just 75¢ per channel (see table above).

The drivers are CMOS inverters powered from the $\pm 10V$ internally generated supplies. The driver inputs are TTL and CMOS compatible, with logic thresholds set to 1.3V for 5V V_{CC} . These inputs have internal pull-up resistors that force the unused RS-232 driver low when the input is not connected. RS-232 outputs are guaranteed to

Combining positive temperature coefficient (PTC) current limiting resistors with back-to-back series diodes or transient suppressors can provide protection for the input and output of the MAX233 as shown below.



Despite its shortcomings the EIA-232-D (RS-232) serial interface standard is here to stay. The challenge, as it stands, is to find ways to overcome its weaknesses. Look for more RS-232 solutions from MAXIM in the months to come.



40,000 Count DMM & DPM Under μP Control

The MAX133 and MAX134 contain many important features that will allow manufacturers to build improved digital multimeters and panel meters. For example, range switches for a 5 decade attenuator are included for use with external resistors. Additional mode selection circuitry is provided for performing voltage, current, AC or DC, ohm, and continuity measurement. The devices also contain auxiliary circuitry such as a piezo-electric beeper driver, an active filter, low battery detector, and both analog and digital power supplies. Both devices combined with the microprocessor can present the converted readings as a bar graph display.

A Ready-Made System For Evaluation

Maxim makes available just such a system. It comes as a completely assembled board capable of making actual voltage, current and resistance measurements. It plugs directly into the RS-232 port of an IBM PC™ or compatible. And the supplied software drives the board and facilitates complete evaluation of the MAX133/134.

The MAX134EVSYS1 (110V) and SYS2 (220V) can generate histograms of repetitive readings so noise performance can be evaluated. And, it can also serve as a development tool for writing operating software. Full documentation is included: system board schematic, assembly drawing, source code and comprehensive users manual.

★ FREE ★ Data Conversion Handbook

Detailed information on:

- ★ Integrating A/D Converters
- ★ Successive Approx A/D Converters
- ★ Half Flash A/D Converters
- ★ D/A Converters
- ★ Voltage References

★ PLUS ★

MAX133/134 EV System Data Sheet (CIRCLE 11)

For **FREE SAMPLES** or applications assistance call (408) 737-7600 or write Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Dr., Sunnyvale, California 94086.

драйверами и приемниками линии. Интегральные DC/DC преобразователи в то время уже не были новинкой, но их схемы были сложны и требовали использования индуктивностей, что, как было известно Maxim, отпугивало пользователей.

Еще одним, менее распространенным типом микросхем питания, был зарядовый насос, преимущество которого определялось отсутствием необходимости в индуктивности. Популярным для того времени устройством была микросхема ICL7660, однако она могла лишь либо инвертировать положительное напряжение, либо, при другом включении, удваивать его. Однако для нового драйвера линии требовалось одновременно и инвертировать, и удваивать напряжение, что было намного сложнее, чем простое объединение двух схем, в связи с проблемами смещения подложки, создаваемыми выходом отрицательного напряжения. В дополнение к этому, линии драйвера и приемника выходили во внешний мир и, следовательно, требовали защиты от электростатических разрядов.

На уровне проектирования интегральных схем концепции объединения функциональных узлов со схемами питания тогда также не существовало. В 1980-х аналоговые приборы выпускались преимущественно по биполярной технологии. КМОП технология использовалась в логических схемах, но лучшие операционные усилители и регуляторы напряжения еще изготавливались на основе биполярного процесса. Хороших характеристик от аналоговых КМОП схем в 1980-х годах никто не ждал. Это побудило компанию

Intersil, также созданную основателем Maxim Джеком Гиффордом (Jack Gifford), начать убеждать людей, что КМОП имеет большой потенциал в аналоговых цепях, правда не в любых, а в цепях небольшой мощности. Чтобы продвинуться вперед в создании MAX232, Maxim потребовалось второе поколение технологии КМОП.

Как это часто бывает в истории при появлении инновационных продуктов, в то время, когда была анонсирована MAX232, спрос на подобные устройства полностью отсутствовал. О возможности сочетания цифровой функции с питанием инженеры даже не задумывались. Разработка MAX232 требовала нестандартного системного мышления, далекого от норм того времени. В те годы техническое взаимодействие производителей аналоговых микросхем со своими потребителями сводилось к помощи в выборе операционных усилителей, стабилизаторов напряжения, АЦП и прочих компонентов, а также к решению возникающих у них технических проблем. А на то, чтобы составить общую концептуальную картину, всесторонне понять цели и проблемы потребителей, тратилось не так много времени. Являясь результатом первой попытки создания устройства, которое, прежде всего, было бы простым в использовании, микросхема MAX232 изменила подход к обработке аналоговых сигналов, основанный ранее на использовании отдельных функциональных блоков. Для современных компаний, выпускающих аналоговые микросхемы (практически все из которых на самом деле смешанные), такой подход стал теперь обязательным. **РЛ**

настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование

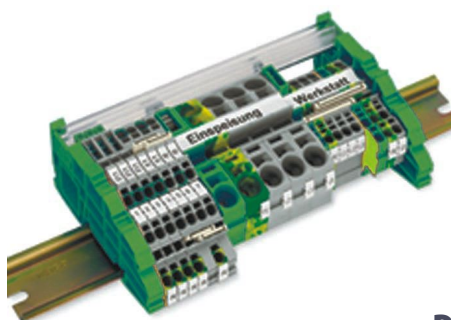


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



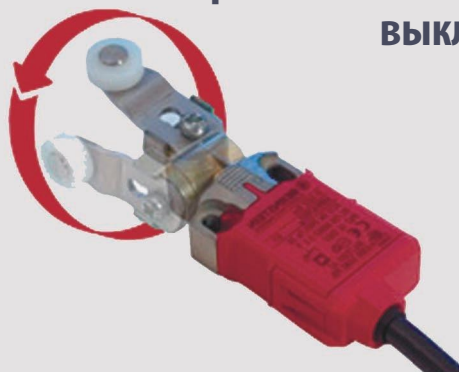
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS



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

Джеймс Р. Биард, изобретатель инфракрасного арсенид галлиевого светодиода

Часть 1

Maria Guerra

Electronic Design

Доктор Джеймс Р. «Боб» Биард (James R. "Bob" Biard, род. 20 мая 1931 года) – американский инженер-электрик и изобретатель, которому принадлежат 72 патента США, включая патенты на инфракрасный арсенид галлиевый (GaAs) светодиод, оптический изолятор, транзистор Шоттки и постоянное запоминающее устройство на МОП-структурах (MOS ROM). С 1980 года он был в штате Техасского университета A&M в качестве адъюнкт-профессора электротехники. В этом году исполняется 55 лет с тех пор, как доктор Биард и Гари Питтман (Gary Pittman) впервые наблюдали излучение арсенид галлиевого светодиода в Texas Instruments (TI) в Далласе. Недавно доктор Биард дал интервью, где поделился своими воспоминаниями и мыслями по ряду вопросов.

В вашей биографии упоминается, что вы начали работать в TI в 1957 году, через три дня после того, как получили кандидатскую степень в Техасском университете A&M. Это было за год до найма Джека Килби (Jack Kilby), изобретателя интегральной схемы. Вы помните, какая атмосфера была в TI летом 1958 года, когда он разработал свою первую германиевую микросхему?

Это было очень интересное время. Много интересного происходило тогда. Транзисторы, вплоть до времени Килби, в основном имели выращенные или сплавные переходы, или же представляли собой мезаструктуры, изготовленные либо из германия, либо из кремния. Все эти устройства были дискретными транзисторными чипами, смонтированными в корпусах различных видов, которые имели три вывода (эмиттер, база и коллектор). Вместе с другими компонентами, такими как резисторы и конденсаторы, эти транзисторы использовались для построения полезных электронных схем, как правило, на печат-

ных платах. Это позволило значительно сократить размеры по сравнению с более ранними ламповыми версиями подобных



Находящийся на пенсии Джеймс «Боб» Биард, легенда Texas Instruments, чувствует себя прекрасно.

схем. Однако, по мере того, как схемы усложнялись, транзисторные схемы также стали довольно большими.

Поскольку Килби был нанят недавно, права на отпуск у него еще не было. Он работал, когда все остальные ушли в коллективный отпуск, что в то время в TI было обычной практикой. Вот во время этого группового отпуска он и придумал уникальную технологию, которая позволит значительно уменьшить размеры электронных схем, делая все транзисторы, резисторы и конденсаторы из полупроводника. Его первая интегральная схема представляла собой однокаскадный усилитель, изготовленный из германия. Она содержала сделанные на кристалле германия транзистор, резисторы и используемый в качестве конденсатора диод с p-n переходом. Эти элементы цепи подключались друг к другу с помощью проволочных соединений. Взяв за основу его разработку, TI подала заявку на патент интегральной схемы. Однако германиевая интегральная схема никогда не стала рыночным продуктом. Полупроводниковая индустрия только начинала разрабатывать кремниевую планарную технологию, и около шести месяцев спустя Роберт Нойс (Robert Noyce) из Fairchild Semiconductor придумал метод соединения транзисторов, резисторов и конденсаторов на P-N переходе в рабочую схему с использованием алюминиевой металлизации над слоем диоксида кремния, сформированным на поверхности планарного кремниевого кристалла. Это была разработка, сделавшая оригинальную идею Килби для интегральной схемы реализуемой на практике. О Килби и Нойсе часто говорят как о соавторах изобретения интегральной схемы. Основная идея первому пришла в голову Килби, но в жизнь воплотил ее Нойс. Роберт Нойс умер в 1990 году в возрасте 62 лет. В 2000 году Килби получил Нобелевскую премию по физике за изобретение интегральной схемы и умер в 2005 в возрасте 81 года.

Джек Килби был моим боссом в течение нескольких лет до 1969 года, когда я работал в TI, и он сыграл важную роль в моем выдвижении на должность адъюнкт-профессора электротехники в Техасском университете A&M.

Одним из первых ваших проектов в TI была работа над усилителем постоянного тока с низким дрейфом, которую вы вели совместно с вашим бывшим профессором из Техасского университета A&M Вальтером Т. Матзеном (Walter T. Matzen). Эта работа в конечном итоге привела к одному из ваших первых патентов – дифференциальному усилителю постоянного тока. Можете ли Вы рассказать о некоторых деталях того, как получился этот патент, и каково его значение?

Вальтер Матзен был моим научным руководителем в A&M и, кроме того, работал в дипломной комиссии. Мы оба пришли в TI 3 июня 1957 года и в течение некоторого времени продолжали работать вместе. Мое образование в области полупроводников началось с момента поступления в TI. Основной акцент в нашем первом проекте был сделан на описании характеристик биполярного транзистора, влияющих на смещение и дрейф. Есть два основных параметра: 1) зависимость напряжения эмиттер-база от тока коллектора и температуры и 2) зависимость тока базы от тока коллектора и температуры. После описания этих зависимостей, мы начали разрабатывать транзисторный дифференциальный усилитель постоянного тока с малым смещением и низким температурным дрейфом. Усилитель был реализован с использованием тщательно подобранных пар дискретных кремниевых транзисторов с выращенными переходами.

Мы подали наш патент в марте 1958 года. Затем в январе 1959 мы опубликовали статью в журнале Electronics. Честно говоря, я не помню, был ли наш транзисторный усилитель постоянного тока первым, или только одним из первых. Тогда все происходило довольно быстро. Тем не менее, эквивалентная схема дрейфа и метод анализа, разработанные по этой программе, легли в основу большей части работы, которую вела в TI над дифференциальными транзисторными усилителями. С одним из специалистов-электронщиков мы разработали и собрали один из первых полностью автоматических стендов для испытания транзисторов. Он был назван Последовательный механизм для автоматической записи и тестирования (Sequential Mechanism for Automatic Recording and Testing, или SMART). SMART-1 мог выпол-

нять над транзистором до 18 тестов с переменным и постоянным током и записывать результаты этих испытаний непосредственно на карту IBM без вмешательства человека. В результате этой работы появилась коммерческая линейка машин SMART, которые изготавливались и продавались отделом промышленных приборов TI. Коммерческие машины SMART использовались в основном для входного контроля и испытаний на стойкость партий компонентов там, где это было необходимо для формирования идентификационных карт компонентов с записями измененных параметров.



Инженеры Texas Instruments в Далласе в начале 1960-х годов. Слева направо: стоят Чарльз Фиппс (Charles Phipps), Джо Уивер (Joe Weaver); сидят Джеймс Р. Буард, Джек Килби и Джеймс Фишер (James Fischer).

В сентябре 1961 года вы с коллегой Гари Питтманом работали над проектом разработки арсенид галлиевых варакторов, когда впервые заметили излучение света. Можете ли вы объяснить, что вы исследовали вдвоем, когда создали тестовую структуру на подложке арсенида галлия?

Сначала мы думали, что видим избыточный ток в области впадины характеристики туннельных диодов, конструированием которых мы тогда занимались, и почувствовали, что это может дать новый толчок разработке варакторов. Я придумал теорию для описания избыточного тока как следствия излучательной рекомбинации, в которой испускаемый фотон стимулировал для разряда другие центры. Исходя из этой теории, я предположил, что вынужденное излучение можно было бы использовать для того, чтобы сделать арсенид

галлиевый лазерный диод. Для проверки теории мы создали структуру с туннельным диодом на полуизолирующей арсенид галлиевой подложке и обнаружили, что в области прямого смещения вольтамперной характеристики диода на самом деле появлялся избыточный ток. Когда мы сместили туннельный диод в прямом направлении, проводимость полуизолирующей GaAs подложки изменилась. Это заставило нас подумать, что GaAs диоды могут испускать фотоны. Впрочем, излучаемый свет был инфракрасным, не видимым человеческим глазом. Примерно в это же время одна японская фирма привезла в отдел контроля качества TI инфракрасный микроскоп, чтобы использовать его для контроля кремниевых пластин. Когда Гари и я узнали о том, что он был в здании, мы взяли несколько арсенид галлиевых варакторов и туннельных диодов с зажимами и батареями и отправились в Отдел контроля качества. Мы обнаружили, что, когда варакторы и туннельные диоды были смещены в прямом направлении, все они излучали инфракрасный свет, который можно было увидеть с помощью этого микроскопа. Примерно год спустя мы подали заявку на патент. В центральном научно-исследовательском подразделении TI считали, что полупроводниковые приборы не излучают свет, но мы доказали, что они не правы.

В октябре 1962 года на основе вашего проекта TI выпустила арсенид галлиевый светодиод SNX-100. Это был первый коммерческий светодиодный продукт. В октябре 1963 года TI выпустила первый полусферический продукт, арсенид галлиевый светодиод SNX-110. Каковы были причины того, что вы и ваша команда перешли от плоской квадратной формы кристалла к куполообразной?

Если кристалл светодиода имеет прямоугольную форму, лишь около 4% внутренне излучаемого света выходит под углом, достаточно малым, чтобы покинуть верхнюю плоскую поверхность кристалла. Это происходит потому, что показатель преломления арсенид галлия настолько высок (около 3.6), что дает угол полного внутреннего отражения порядка 16.1° . Если бы весь свет можно было направить вверх без поглощения, это увеличило бы светоотдачу в 25 раз. Когда форма крис-

талла представляет собой полусферический купол с областью перехода, ограниченной центральной частью плоской поверхности купола, все непоглощенные фотоны, излучаемые на переходе, ударяются о выходную поверхность купола под углом, меньшим критического. Так происходит, когда радиус купола больше, радиуса перехода на величину равную или большую, чем показатель преломления арсенида галлия. Это значительно увеличивает светоотдачу за счет исключения полного внутреннего отражения, однако увеличение не получается 25-кратным из-за поглощения, происходящего в большем радиусе купола в арсениде галлия. Арсенид галлия N-типа между переходом и выходной поверхностью не полностью прозрачен для длины волны, испускаемой на P-N переходе. На большей длине пути в купольной светодиодной структуре фотоны поглощаются сильнее, чем на коротком пути в светодиоде с прямоугольным кристаллом. Тем не менее, полусферический купол по сравнению с прямоугольным светодиодом позволил значительно увеличить общую выходную мощность для заданного тока прямого смещения.

В 1960-е годы одним из основных спонсоров исследований в области интегральных схем были военно-воздушные силы США. Была ли подобная ситуация со светодиодами?

Да. Некоторые из опытно-конструкторских работ, которые мы проводили со светодиодами, финансировались ВВС США, базировавшимися в Райт-Паттерсон.

В декабре 1962 года Ник Холоньяк-младший (Nick Holonyak, Jr.) из General Electric сообщил о получении видимого красного излучения из светодиода. Вы когда-нибудь встречались с ним? Если это так, то обсуждали ли вы с ним свои собственные работы над светодиодами?

Я знаю Ника Холоньяка и переписывался с ним на протяжении многих лет. Видимо, моя запись в инженерной тетради об арсенид-галлиевом туннельном диоде на полупроводящей подложке предшествовала ранней работе его группы в General Electric над красными арсенид-фосфид-галлиевыми светодиодами (GaAsP). Когда мы услышали о работе, которую они делали, мы сразу же начали в TI программу по разработке красных светодиодов. Однажды я послал Нику копию моего файла PowerPoint, в котором был задокументирован процесс изобретения этого светодиода. Думаю, в целом он согласился, что мой патент на инфракрасный светодиод предшествовал его красному светодиоду.

Знали ли вы внука Альберта Эйнштейна, Бернхарда Цезаря Эйнштейна (Bernhard Caesar Einstein), когда он работал в TI в 1960-е годы?

Нет, насколько я помню, но я читал, что у нас был один и тот же босс, доктор Ричард Петритц (Richard Petritz). Когда Гари Питтман и я были в Лаборатории изучения и разработки полупроводников (SRDL), д-р Петритц был директором. Под его руководством было более 300 технических специалистов. Я думаю, что прежде чем д-р Петритц перешел в отдел полупроводников, чтобы возглавить SRDL, он был в Центральном научно-исследовательском подразделении TI. Если Бернхард работал в Центральном научно-исследовательском подразделении, то это могло бы объяснить, почему я не знал его. По-видимому, он работал с Хансом Юрг Стокером (Hans Jurg Stocker). Я помню это имя. Стокер работал над инфракрасными детекторами и диодами на основе антимонида индия (InSb). В то время Гари и я работали почти исключительно с арсенидом галлия и арсенид-фосфидом галлия. **РЛ**

Окончание в следующем номере

Увеличение быстродействия ЦАП с широтно-импульсной модуляцией

Dusan Ponikvar

EDN

Когда вам потребуется аналоговый выход при отсутствии у микроконтроллера встроенного цифро-аналогового преобразователя, вы можете подключить к нему внешнюю микросхему ЦАП. Но для более дешевых решений используются ШИМ выход контроллера и дополнительный фильтр нижних частот (ФНЧ), выделяющий из последовательности импульсов среднее значение, пропорциональное коэффициенту заполнения (Рисунок 1).

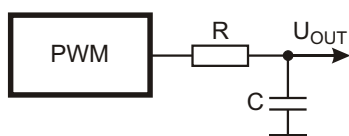


Рисунок 1. RC-фильтр нижних частот выделяет среднее значение сигнала ШИМ.

RC-фильтр удаляет все непостоянные компоненты, в результате чего остается среднее значение сигнала U_{OUT} . Если период T импульсов ШИМ равен 63 периодам тактовой частоты, постоянное напряжение U_{OUT} может иметь одно из 64 дискретных значений от 0 до 63, что соответствует 6-битному разрешению.

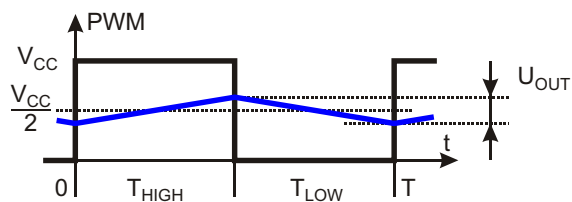


Рисунок 2. Размах пульсаций на выходе фильтра (синяя кривая) должен быть меньше веса LSB.

Чтобы сгладить выходной сигнал U_{OUT} , постоянная времени RC-фильтра нижних частот должна быть достаточно большой. Пульсации U_{OUT} должны быть меньше веса младшего значащего бита (LSB). Наихудшему случаю соответствует коэффициент заполнения 50% (Рисунок 2). Если постоянная времени намного больше периода повторения импульсов T , для тока заряда конденсатора I_C и изменения напряжения на конденсаторе U_{OUT} будут приблизительно справедливы следующие соотношения:

$$I_C = \frac{V_{CC}}{2R},$$

и из равенства

$$C U_{OUT} = I_C \frac{T}{2}$$

получим, что

$$U_{OUT} = \frac{V_{CC} T}{4RC}.$$

Для 6-битного ЦАП напряжение U_{OUT} должно быть меньше $V_{CC}/64$, что потребует фильтра с постоянной времени $= RC = 16 T$.

Небольшой численный пример. В маломощных микроконтроллерах часто используется кварцевый генератор 32768 Гц, и эта частота взята для синхронизации блока ШИМ. При 6-битной ШИМ период T равен $64/32768 = 2$ мс, что требует постоянной вре-

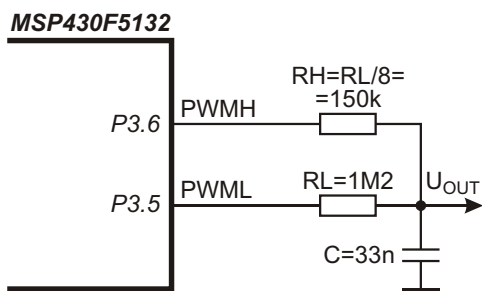


Рисунок 3. Комбинация двух ЦАП на основе ШИМ.

мени 32 мс. Установления напряжения 6-битного ЦАП надо ждать 5 (160 мс). Очень медленно. В этой статье объясняется, как можно ускорить процесс.

Как правило, блоки ШИМ микроконтроллеров могут формировать более одного сигнала ШИМ. Посмотрим, что получится, если суммировать выходы двух 3-битных ЦАП на основе ШИМ (DACH и DACL), где амплитуда выхода DACL перед точкой суммирования уменьшена в восемь раз. Результирующий сигнал действует как 6-битный ЦАП, но с одним важным преимуществом перед обычным вариантом: период T будет равен лишь восьми периодам тактовой частоты, и требуемая постоянная времени равна 1/8 от прежней, что ускоряет установление выходного напряжения в восемь раз. Это легко сделать с помощью резисторов RC-фильтра для двух сигналов ШИМ (PWMH и PWML) (Рисунок 3).

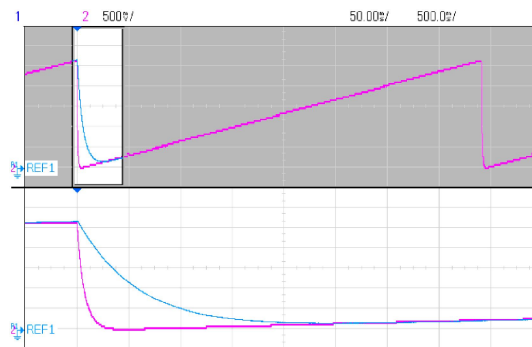


Рисунок 4. Осциллограммы сигналов на выходе ЦАП, основанных на ШИМ.

Синий: для схемы на Рисунке 1 (время установления 160 мс);

Фиолетовый: для схемы на Рисунке 3 (время установления 20 мс).

Выходной сигнал U_{OUT} определяется выражением

$$U_{OUT} = D_{PWMH} \frac{D_{PWML}}{8} \frac{V_{CC} R_L}{R_H R_L}.$$

где

D_{PWMH} — коэффициент заполнения импульсов PWMH,

D_{PWML} — коэффициент заполнения импульсов PWML.

Идея была реализована на микроконтроллере MSP430F5132 компании Texas Instruments (Листинг 1).

Листинг 1. Коды инициализации и записи в 6-битный (3+3) ЦАП на основе ШИМ.

```
// конфигурирование ШИМ - 32 кГц / 8 = 4 кГц :: 6 бит в двух ШИМ,
// выполняется только раз при включении питания
TA0CCR0 = 7; // считать до 7 (включительно)
TA0CTL = TASSEL_ACLK | MC_1 | TACLRL;
TA0CCR1 = 0; TA0CCTL1 = OUTMOD_6; // переключение/установка
TA0CCR2 = 0; TA0CCTL2 = OUTMOD_6; // переключение/установка

// использование :: запись в блок ШИМ для получения требуемого выходного
// значения ЦАП
DAClevel++; // следующий уровень ЦАП,
DAClevel типа char
TA0CCR1 = (DAClevel >> 3) & 7; // установка PWMH: MSB 3 бита
TA0CCR2 = (DAClevel & 7); // установка PWML: LSB 3 бита
```

Используя резисторы с допуском 1%, можно сделать 7-битный ЦАП (Рисунок 5). На этот раз шестибитный ЦАП образован сигналами двух

трехбитных ШИМ, а значение старшего значащего бита (MSB) просто устанавливается записью «0» и «1» в порт P3.7 (Листинг 2).

Листинг 2. Коды инициализации и записи в 7-битный (3+3+1) ЦАП на основе ШИМ.

```
// конфигурирование ШИМ - 32 кГц / 8 = 4 кГц :: 7 бит в двух ШИМ и одном
цифровой выводе, выполняется только раз при включении питания
// то же, что в секции настройки конфигурации Листинга 1

// назначение :: запись в компараторы Таймеров значений, необходимых для
установки требуемого напряжения на выходе ЦАП
DAClevel++; // следующий уровень ЦАП, DAClevel типа char
TA0CCR1 = (DAClevel >> 3) & 7; // установка PWMH, MSB, 3 бита
TA0CCR2 = (DAClevel <> 3) & 7; // установка PWML, LSB, 3 бита
if (DAClevel & BIT6) P3OUT |= BIT7;
else P3OUT &= ~BIT7; // установка MSB, не ШИМ
```

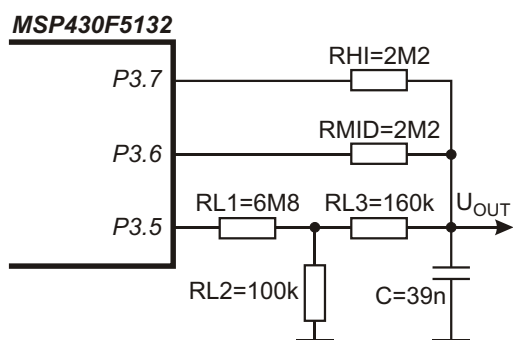


Рисунок 5. Реализация 7-битного ЦАП на основе ШИМ.

Здесь скорость увеличилась еще больше. Простой ЦАП на основе ШИМ имел бы период, равный 128 периодам тактовой частоты ($128/32768 \text{ Гц} = 3.9 \text{ мс}$), и требовал бы фильтра с постоянной времени $= 32 T = 125 \text{ мс}$ и временем установления $5 \cdot 125 \text{ мс} = 625 \text{ мс}$. Как видно из осциллограммы на Рисунке 6, установление происходит за 40 мс – в 16 раз быстрее. Дальнейшего сокращения времени установления можно добиться, используя ФНЧ более высокого порядка. **РЛ**

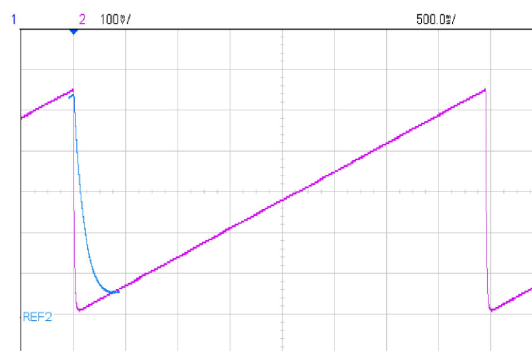


Рисунок 6. Осциллограммы сигналов на выходе схемы на Рисунке 5; видна хорошая линейность.

Ссылки

1. Stephen Woodward: [Fast-settling synchronous-PWM-DAC filter has almost no ripple](#)
2. David M. Alter: [Using PWM Output as a Digital-to-Analog Converter on a TMS320F280x Digital Signal Controller](#)
3. Mike Mitchell: [Using PWM Timer_B as a DAC](#)
4. Amar Palacherla: [AN538: Using PWM to Generate Analog Output](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments MSP430F5132](#)

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>

Высоковольтный усилитель для управления пьезоэлектрическими позиционерами

Bipin Duggal

EDN

Для питания пьезоэлектрических позиционеров, приводящих в движение манипуляторы в сканирующих туннельных микроскопах, требуются высоковольтные слаботочные схемы управления. Схема на Рисунке 1 может управлять высокоимпедансными пьезоэлектрическими нагрузками низкой емкости в полосе частот 6 кГц по уровню –3 дБ, служа недорогой альтернативой коммерческим драйверам. Транзисторы Q₃ и Q₄ образуют токовое зеркало, в котором ток коллектора Q₄ задается резис-

тором R₃ в соответствии со следующим выражением:

$$I_{C3} = I_{C4} \frac{V_{CC} - (V_{CC}) - V_{BE4}}{R_3}$$

где

I_{C3} – ток коллектора транзистора Q₃,

I_{C4} – ток коллектора транзистора Q₄,

V_{BE4} – напряжение база-эмиттер транзистора Q₄.

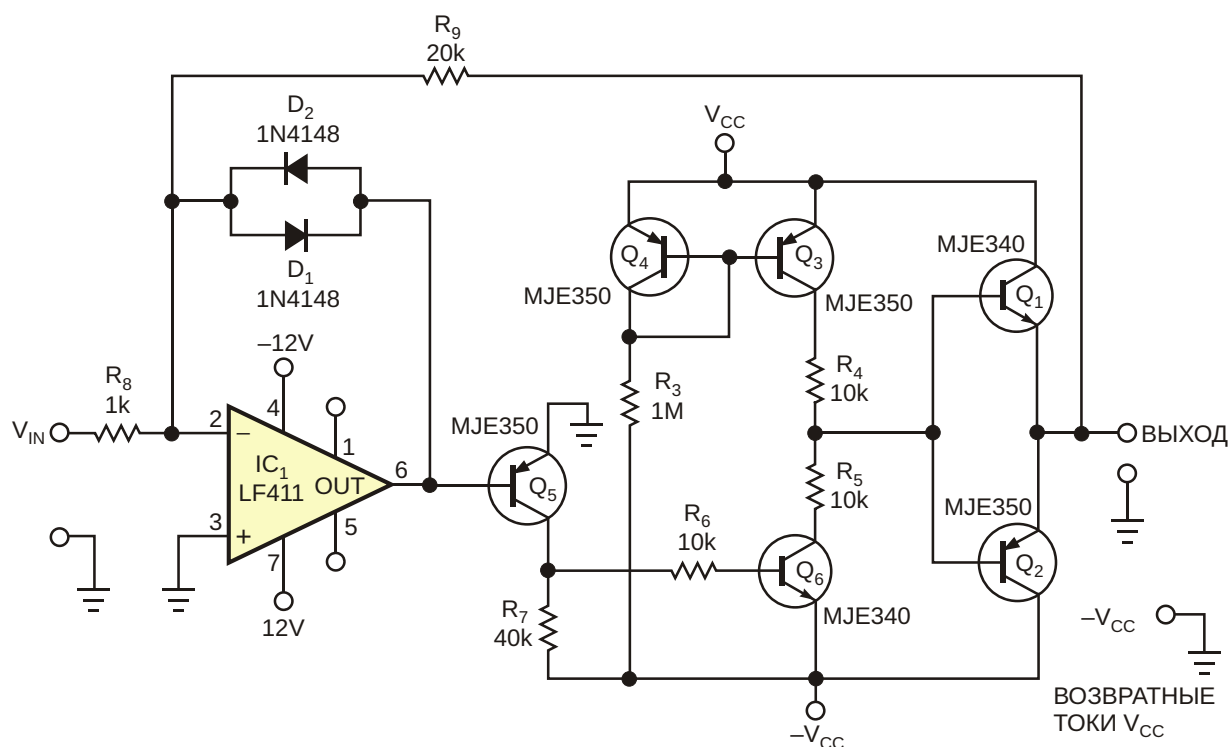


Рисунок 1. Для этого усилителя на комплементарных транзисторах требуется совсем немного компонентов.

Операционный усилитель IC₁ устанавливает базовый ток Q₅, который, в свою очередь, управляет транзистором Q₆. В отсутствие сигнала на входе IC₁ токи коллекторов Q₆ и Q₃ сбалансированы, и выходное напряжение схемы в точке соединения эмиттерных повторителей Q₁ и Q₂ остается равным нулю.

При подаче сигнала на вход микросхемы IC₁ ее выходное напряжение смещалось бы до положительной или отрицательной шины питания 12 В. Однако допускать насыщения выхода ради того, чтобы увеличить скорость нарастания напряжения, нельзя, так как такой режим приводит к возбуждению схемы. Поэтому для расширения полосы пропускания и увеличения скорости нарастания выбран относительно быстрый операционный усилитель LF411, а устойчивость схемы обеспечивается встречно-параллельными диодами D₁ и D₂, ограничивающими отклонения выходных сигналов IC₁ до величины прямого падения напряжения на одном диоде.

Регулируя R₇, можно управлять выходным напряжением смещения и скоростью нарастания. Как правило, сопротивление резистора R₇ выбирают вдвое больше, чем R₉. Коэффициент усиления усилителя определяется соотношением сопротивлений R₉ и R₈. На Рисунке 2 показаны осциллограммы

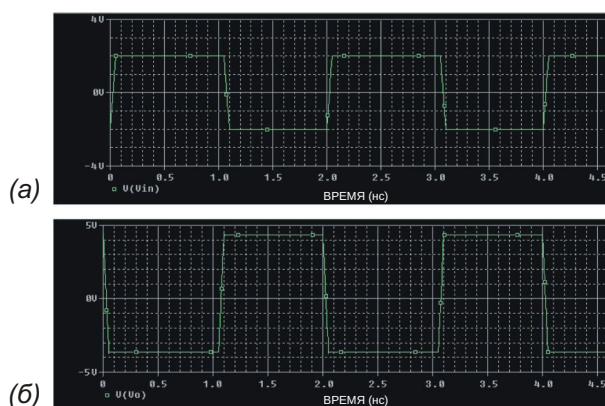


Рисунок 2. Как видно из осциллограммы (а), на вход микросхемы подаются прямоугольные импульсы с двойным размахом ± 2 В. Выходное напряжение (б) усилено в 20 раз и имеет минимальное смещение.

сигналов на входе и выходе схемы при оптимальных значениях сопротивлений резисторов R₇ и R₉. Обратите внимание, что напряжения и V_{CC} и -V_{CC} не должны превышать допустимых коллекторных напряжений Q₁ и Q₂, в данном случае, 300 В. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LF411](#)
2. [Datasheet Fairchild MJE340](#)
3. [Datasheet Fairchild MJE350](#)

Преобразование несимметричного сигнала с помощью дифференциального АЦП семейства PulSAR

Analog Devices

Circuit Note CN-0032

Функции и преимущества схемы

Во многих приложениях несимметричный входной сигнал – либо однополярный, либо двуполярный – бывает необходимо преобразовать с помощью АЦП высокого разрешения, имеющего дифференциальные входы. Эта схема со связью по постоянному току преобразует несимметричный входной сиг-

нал в дифференциальный, пригодный для управления 18-битным АЦП AD7982 с быстродействием 1 Мвыб/с, входящим в семейство PulSAR. В схеме использован драйвер-преобразователь несимметричного сигнала в дифференциальный ADA4941-1 и ультра малошумящий источник опорного напряжения ADR435 с номинальным напряжением 5.0 В. Схема может преобразовывать мно-

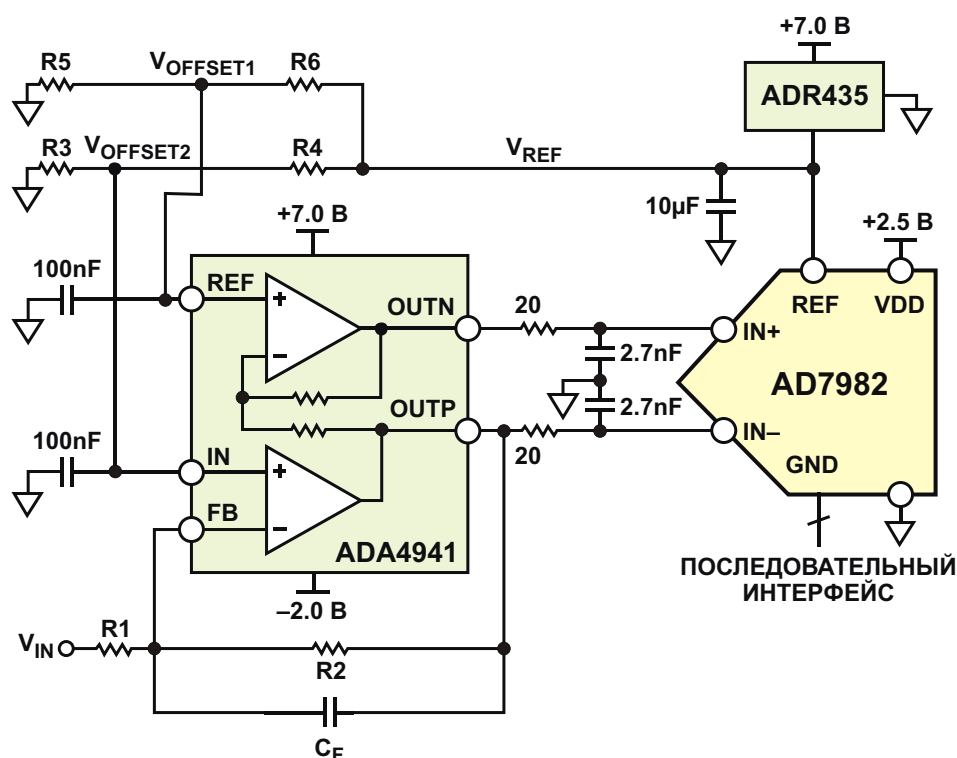


Рисунок 1. Упрощенная схема драйвера-преобразователя несимметричного сигнала в дифференциальный со связью по постоянному току.

жество видов несимметричных входных сигналов, включая биполярные или однополярные, в диапазоне от высокого напряжения до низкого. Благодаря связи по постоянному току полоса пропускания схемы не ухудшается. Для тех случаев, когда требуется сэкономить площадь печатной платы, все микросхемы, показанные на Рисунке 1, можно приобрести в миниатюрных корпусах LFCSP с размерами 3 мм × 3 мм или MSOP с размерами 3 мм × 5 мм.

Описание схемы

Диапазон дифференциальных входных напряжений AD7982 устанавливается напряжением на выводе REF. При $V_{REF} = 5$ В этот диапазон сигналов равен $\pm V_{REF}$ или ± 5 В. Коэффициент усиления (или ослабления) сигнала от несимметричного входа V_{IN} до вывода OUTP на выходе ADA4941-1 задается отношением сопротивлений резисторов R2 и R1. Отношение R2 к R1 должно быть равно отношению V_{REF} к пиковому входному напряжению V_{IN} . Если несимметричное входное напряжение равно 10 В пик-пик и $V_{REF} = 5$ В, то отношение R2 к R1 должно равняться 0.5. Сигнал на выходе OUTP инвертируется (усиление равно -1) верхней половиной микросхемы ADA4941-1, питающей противоположную фазу выходного сигнала на выводе OUTN. Абсолютное значение сопротивления R1 определяет входной импеданс схемы. Конденсатор обратной связи C_F выбирается в соответствии с требуемой полосой пропус-

кания сигнала на основании приближенной формулы

$$\frac{1}{2 R_2 C_F}.$$

20-омные резисторы и конденсаторы 2.7 нФ выполняют функции однополюсных фильтров нижних частот с полосой 3 МГц.

Резисторами R3 и R4 устанавливают синфазное напряжение на входе IN– микросхемы AD7982. Величина этого синфазного напряжения равна

$$V_{OFFSET2} = 1 \frac{R_2}{R_1},$$

где

$$V_{OFFSET2} = V_{REF} \frac{R_3}{R_3 + R_4}.$$

Резисторы R5 и R6 устанавливают синфазное напряжение на входе IN+ АЦП. Это напряжение равно

$$V_{OFFSET1} = V_{REF} \frac{R_5}{R_5 + R_6}.$$

Синфазное напряжение АЦП, равное $V_{OFFSET1}$, должно быть как можно ближе к $V_{REF}/2$. Это означает, что $R_5 = R_6$. В Таблице 1 показаны некоторые сопротивления резисторов из стандартного ряда 1%, которые можно использовать для распространенных диапазонов входных напряжений.

Таблица 1. Номиналы элементов и напряжения в узлах схемы для распространенных значений входных напряжений

V_{IN} (В)	$V_{OFFSET1}$ (В)	$V_{OFFSET2}$ (В)	OUTP (В)	OUTN (В)	R1 (кОм)	R2 (кОм)	R4 (кОм)	R3, R5, R6 (кОм)
+20, 20	2.5	2.203	0.01, 4.96	5.0, 0.04	8.06	1.00	12.70	10.00
+10, 10	2.5	2.000	0.01, 4.99	4.99, 0.01	4.02	1.00	15.0	10.00
+5, 5	2.5	1.667	0.00, 5.00	5.00, 0.00	2.00	1.00	20.0	10.00

Обратите внимание, что ADA4941-1 питается напряжениями +7 В и –2 В. Поскольку сигнал на каждом выходе должен изменяться от 0 В до 5 В, напряжение положительного источника питания следует выбрать на несколько сотен милливольт большим, чем +5 В, а отрицательного – на несколько сотен

милливольт более отрицательным, чем 0 В. Для этой схемы были выбраны напряжения питания +7 В и –2 В. Кроме того, +7 В обеспечивают достаточный запас по питанию для микросхемы ADR435. Можно использовать и другие напряжения, при условии, что абсолютный максимум общего напряжения пита-

ния AD4941-1 не превышает 12 В, и при соблюдении требований по запасу питания ADR435.

Вывод V_{DD} микросхемы AD7982 подключают к источнику питания 2.5 В, в то время как напряжение питания V_{IO} (на Рисунке 1 не показано), в зависимости от уровней сигналов логического интерфейса ввода/вывода, выбирают из диапазона от 1.8 В до 5 В. Эта схема нечувствительна к последовательности подачи питающих напряжений. В условиях кратковременных перенапряжений входы AD7982 могут выдерживать максимальные токи до ± 130 мА.

Совместимый с SPI последовательный интерфейс АЦП AD7982 (на Рисунке 1 не показан) позволяет, используя входы SDI и выходы SDO, последовательно соединять несколько АЦП в одну 3-проводную шину с дополнительной возможностью индикации состояния занятости. Отдельный вывод питания V_{IO} обеспечивает совместимость интерфейса с логическими уровнями 1.8 В, 2.5 В, 3 В и 5 В. Для получения требуемых характеристик описанной здесь схемы должна быть

безупречно разведена печатная плата и использованы все методы развязки питания. Печатная плата должна иметь, как минимум, четыре слоя: один слой земли, один слой питания и два сигнальных слоя.

Между всеми выводами питания микросхем и слоем земли печатной платы необходимо подключить малоиндуктивные многослойные керамические конденсаторы емкостью от 0.01 мкФ до 0.1 мкФ (на Рисунке 1 для простоты не показаны). Строго соблюдайте рекомендации, приведенные в техническом описании каждого компонента. **РЛ**

Распространенные варианты

В семейство ADR43х выпускаются микросхемы с различными опорными напряжениями, любую из которых можно подключать к АЦП.

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD7982](#)
2. [Datasheet Analog Devices ADA4941](#)
3. [Datasheet Analog Devices ADR435](#)

Простая схема управляет лазерным диодом и контролирует выходную мощность

Alan Stummer

Electronic Design

Используя источник постоянного тока и ЦАП, включенный в логотрической конфигурации, можно с высокой точностью управлять мощностью излучения лазерного диода

Эта схема, достаточно точная и не требующая большого числа компонентов, предназначена для управления лазерным диодом и разработана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оборудованию медицинского назначения. Сейчас устройство проходит клинические испытания. Характеристики лазерных диодов подвержены кратко- и долгосрочному дрейфу, обусловленному температурой и старением. Обычно они управляются постоянным током, поэтому их выходную оптическую мощность контролируют и, в соответствии с ее изменениями, регулируют ток.

Корпус конструкции заземлен, поэтому конфигурация источника постоянного тока

рассчитана на включение силового транзистора в верхнее плечо лазера, а не на более простой вариант противоположный вариант. Кроме того, чтобы избежать «татуировки» пациента, ток должен быть изначально ограничен.

В схеме с однополярным питанием +5 В резистор R1, измеряющий и ограничивающий ток, и р-канальный МОП-транзистор Q1 образуют истоковый повторитель (Рисунок 1). Затвор МОП-транзистора находится под напряжением, немного превышающем напряжение истока, поэтому транзистор частично открыт, и ток лазерного диода создает падение напряжения на резисторе R1. В худшем случае, когда Q1 открыт полностью, максимальный ток лазера определяется выражением

$$I_{\text{LASER}} = \frac{5\text{В}}{R1} \frac{V_{\text{LASER}}}{R_{\text{DS(SAT)}}},$$

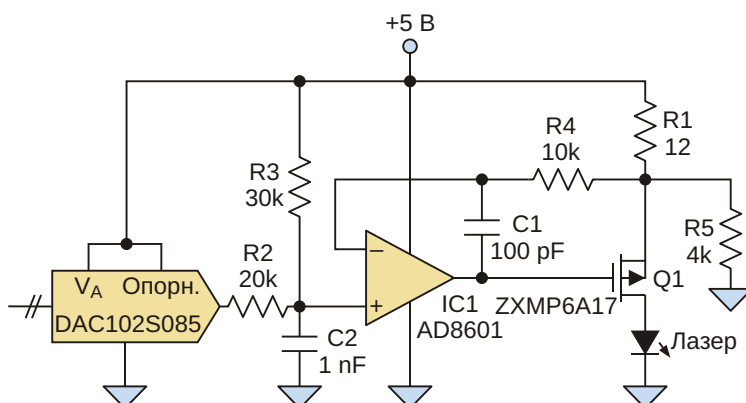


Рисунок 1. При использовании логотрической конфигурации ЦАП этот стабилизатор тока питания лазерного диода обеспечивает стабильный уровень управляющего напряжения и точную установку малых токов.

где

$R_{DS(SAT)} = 25 \text{ мОм}$ – сопротивление открытого канала МОП-транзистора,

$V_{LASER} = 2.0 \text{ В}$ – напряжение на лазерном диоде.

Значения $R_{DS(SAT)}$ и V_{LASER} были взяты из справочных данных на транзистор и лазерный диод, соответственно. Выбор сопротивления резистора R1 определяется требованиями к величине тока лазера (в данном случае, 250 мА) с учетом коррекции, вносимой прямым напряжением лазерного диода, типичное значение которого равно 2.0 В. Решая уравнение относительно R1, получаем:

$$R1 = \frac{5\text{В} - V_{LASER}}{I_{LASER} - R_{DS(SAT)}} = 12 \text{ Ом},$$

где $I_{LASER} = 250 \text{ мА}$.

Сопротивление $R_{DS(SAT)}$ настолько мало, что его можно не учитывать. При известных значениях R1 и максимального тока лазерного диода мощность, рассеиваемая R1, может быть рассчитана по формуле

$$P = I^2 R = 0.252 \cdot 12 = 750 \text{ мВт},$$

откуда следует, что резистор с допустимой рассеиваемой мощностью 800 мВт обеспечит небольшой дополнительный запас.

Величина тока лазера устанавливается с помощью ЦАП, выходное напряжение которого задается логометрически. В качестве опорного здесь используется напряжение источника +5 В, поэтому выход ЦАП отслеживает все флуктуации питания. Во время работы на выходе АЦП устанавливается требуемая величина управляющего напряжения. Делитель R2, R3 масштабирует эту уставку относительно номинального питания +5 В.

Например, если выходное напряжение ЦАП задано равным половине шкалы, то есть +2.5 В, напряжение между R2 и R3, (или на неинвертирующем входе ОУ IC1), будет равно +3.5 В. Включенная в контур обратной связи IC1 регулирует напряжение на затворе Q1 и, соответственно, ток, проходящий через R1, Q1 и лазерный диод. Режим схемы стабилизируется, когда напряжение обратной связи станет равным +3.5 В. В этом установившемся режиме на резисторе R1 падает $5 \text{ В} - 3.5 \text{ В} = 1.5 \text{ В}$, и ток равен 125 мА, то есть,

находится в середине шкалы. Аналогично, если на выходе ЦАП установить минимальное значение 0 В, напряжение на неинвертирующем входе IC1 будет равно +2 В. IC1 будет увеличивать напряжение на затворе Q1 до тех пор, пока падение напряжения на R1 не вырастет до 3 В, а ток, соответственно, до 250 мА. Это точка насыщения, в которой Q1 полностью открыт, и прямое напряжение на лазерном диоде равно +5 В минус падение напряжения на R1.

В полную схему должны быть включены элементы R4 и C1, обеспечивающие стабильность контура регулирования и имеющие частоту среза f, равную

$$f = \frac{1}{2 \cdot R4 \cdot C1} = 159 \text{ кГц}.$$

Отдельное внимание следует уделить процессу, происходящему в схеме при скачкообразном изменении управляющего напряжения, на время которого ОУ, работавший до этого как сумматор напряжений уставки и обратной связи, становится повторителем напряжения, и на его выходе стремится возникнуть ступенька. В связи с этим в нашем примере добавлен конденсатор C2, образующий низкочастотный фильтр напряжения уставки с частотой среза

$$f = \frac{1}{2 \cdot R2 \parallel R3 \cdot C2} = 13.26 \text{ кГц},$$

где $R2 \parallel R3 = 12 \text{ кОм}$.

Если частота среза этого фильтра будет намного меньше полосы пропускания цепи ОС, ОУ сможет отслеживать ступенчатые изменения уставки с минимальными выбросами во время переключения ЦАП.

R5 обеспечивает некоторое смещение ОУ за счет того, что небольшой ток всегда будет гарантированно протекать через резистор R1. Когда на выходе ЦАП установлено напряжение полной шкалы +5 В, ток лазера, задаваемый операционным усилителем, всегда будет немного превышать значение, определяемое уставкой. Поэтому выход ОУ, пытаясь выключить Q1, будет входить в насыщение. Без резистора R5 входное напряжение смещения ОУ могло бы восприниматься как ложное значение уставки и приводило к включению Q1 для восстановления баланса.

Это одна из основных причин, по которой используется логотметрическое включение ЦАП. Если бы опорное напряжение ЦАП было фиксированным, программирование малых токов была бы практически невозможным. Если на выходе ЦАП установить напряжение чуть ниже точного значения +5 В, то даже при небольших флуктуациях напряжения питания +5 В управляющее напряжение будет изменяться весьма существенно. Однако в логотметрической схеме ЦАП отслеживает изменения напряжения питания +5 В, и относительное управляющее напряжение на его выходе остается стабильным.

Платой за возможность точно задавать слабые токи является плохой коэффициент

подавления пульсаций питания. Однако в том медицинском приложении, для которого предназначался лазер, петля стабилизации тока сама является частью петли стабилизации мощности, и пульсации питания в ней минимальны. Если же потребуются, на плату можно добавить небольшой стабилизатор напряжения, и ценой некоторого увеличения числа компонентов вы получите стабильное, малошумящее питание лазера. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8601](#)
2. [Datasheet Texas Instruments DAC102S085](#)
3. [Datasheet Diodes ZXMP6A17](#)

Дифференциальный усилитель измеряет высокие напряжения

Moshe Gerstanhaber и Chau Tran, Analog Devices

EDN

На Рисунке 1 показаны два способа измерения больших сигналов. В первом используется делитель из двух резисторов и выходной буфер, а во втором – ослабляющий инвертор и высокоомный входной резистор. Обоим подходам присущи ошибки нелинейности, поскольку мощность рассеивает только один резистор, что приводит к его саморазогреву и, как следствие, изменению сопротивления. Кроме того, усилитель и остальные резисторы в той или иной степени вносят вклад в ток и напряжение смещения, подавление пуль-

саций питания, ошибки усиления и температурный дрейф, которые могут существенно ухудшить общие характеристики системы.

Основанная на выпускаемой Analog Devices микросхеме AD629 схема на Рисунке 2 может измерять входные напряжения, превосходящие 400 В пик-пик с ошибкой менее 5 ppm. Схема ослабляет входной сигнал в 20 раз и обеспечивает буферизацию выхода. Размещение усилителя и резисторов аттенюатора на общем кристалле гарантирует, что оба резистора в цепи аттенюатора будут работать при одинаковой температуре. Для минимизации токов смещения и связанных с ними ошибок во входном каскаде усилителя использованы супербета транзисторы. Благодаря стопроцентной обратной связи на низких частотах шум не усили-

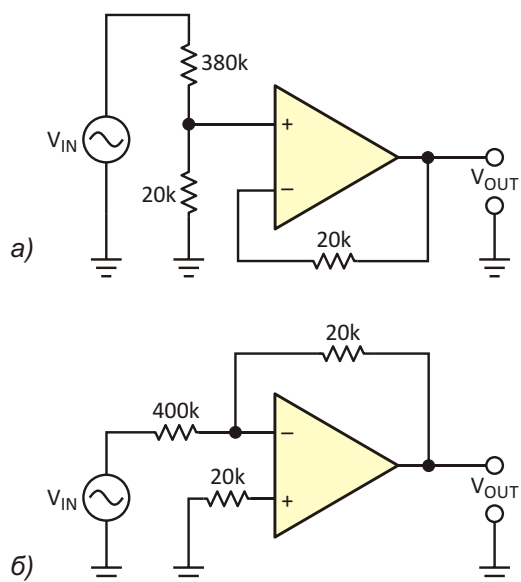


Рисунок 1. Для измерения высоких напряжений вы можете, используя дискретные резисторы, собрать делитель и буфер (а) или ослабляющий инвертор (б), но характеристики схемы будут подвержены сильному влиянию температуры.

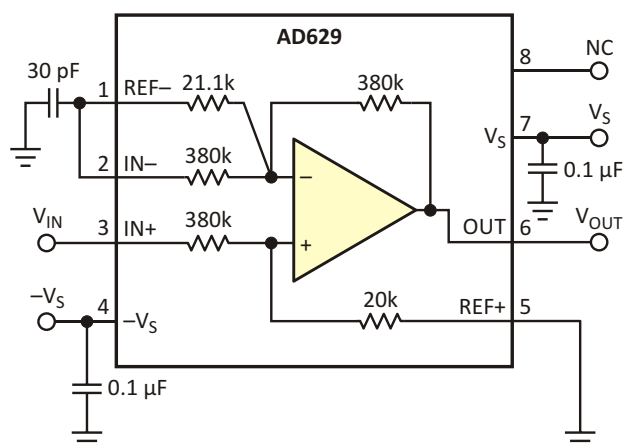


Рисунок 2. При интегральном решении внешние резисторы перемещаются в корпус микросхемы, что улучшает согласование их сопротивлений в диапазоне температур и повышает точность схемы.

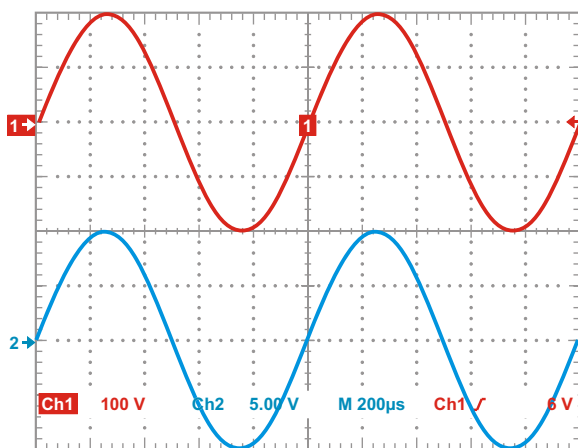


Рисунок 3. При входном напряжении 400 В пик-пик напряжение на выходе схемы на Рисунке 2 равно 20 В пик-пик.

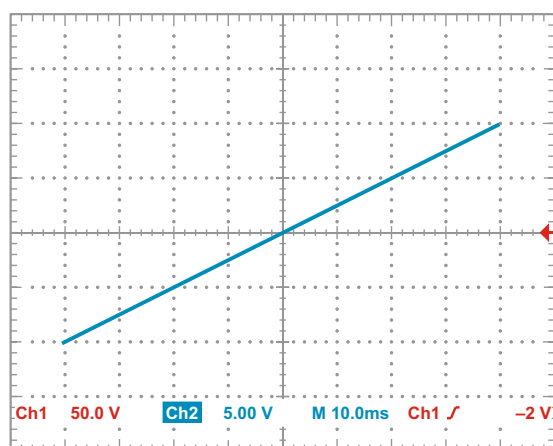


Рисунок 4. Зависимость выходного напряжения от напряжения на входе демонстрирует минимальное отклонение от идеальной прямой в диапазоне сигналов 400 В пик-пик.

ваются, а напряжение смещения и его дрейф практически не увеличивают ошибку усиления.

При 100% обратной связи усилитель AD629 неустойчив, поэтому с помощью конденсатора 30 пФ в передаточную характеристику цепи обратной связи добавлены ноль и полюс, стабилизирующие схему и максимально расширяющие полосу пропускания.

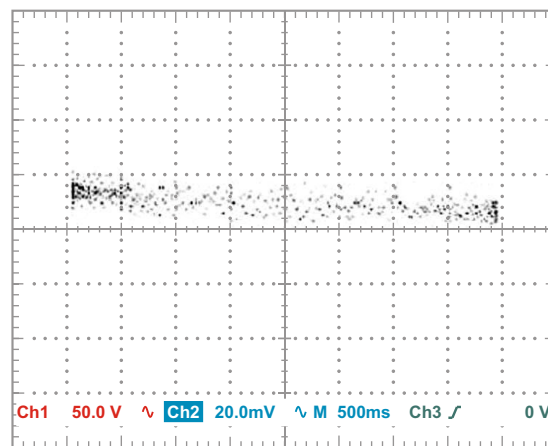


Рисунок 5. Диаграмма рассеяния показывает, что ошибки нелинейности при входном сигнале 400 В пик-пик во всем диапазоне остаются меньше 10 ppm.

Частоту f_p полюса передаточной функции можно найти из выражения

$$f_z = \frac{1}{2 \cdot (20 \text{ кОм}) \cdot (30 \text{ пФ})} = 265 \text{ кГц.}$$

Частоту f_z нуля передаточной функции определяет выражение

$$f_p = \frac{1}{2 \cdot (380 \text{ кОм} \cdot 20 \text{ кОм}) \cdot (30 \text{ пФ})} = 13 \text{ кГц.}$$

Рисунок 3 иллюстрирует работу усилителя при входном сигнале 400 В пик-пик (красная кривая) и соответствующем выходном сигнале 20 В (синяя кривая). Сквозная характеристика на Рисунке 4 демонстрирует линейность схемы для выходного сигнала 5 В/дел при входном сигнале 50 В/дел. Ошибки нелинейности при входном сигнале 400 В пик-пик показаны на Рисунке 5. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD629](#)

Неинвертирующая схема сдвига уровня на одном ОУ с однополярным питанием

Erik Matlin

Electronic Design

По мере расширения функциональности и одновременного сокращения размеров устройств с батарейным питанием все более ценным ресурсом становится площадь печатной платы. Сбереечь место на плате и снизить стоимость помогают схемы с однополярным питанием. Однако при добавлении сигналов аудио и видео могут возникать проблемы, связанные с тем, что обычно эти сигналы привязаны к земле, и большинство микросхем с однополярным питанием не в состоянии работать с отрицательными относительно земли напряжениями.

Следовательно, чаще всего входные аудио и видео сигналы должны на достаточный уровень сдвигаться схемой относительно

но земли. Кроме того, для видеосигналов важно сохранение исходной полярности сдвинутых сигналов. К сожалению, использование одного источника питания при необходимости сохранения полярности сигнала невозможно с традиционными схемами сдвига, для которых требуются два ОУ и отрицательная шина питания.

Все эти проблемы решает схема на Рисунке 1, сдвигающая уровень сигнала заземленного источника с помощью единственного ОУ с однополярным питанием. Смещенный сигнал на выходе ОУ, включенного неинвертирующим сумматором, равен сумме опорного напряжения и входного сигнала. Величина опорного напряжения устанавливается с

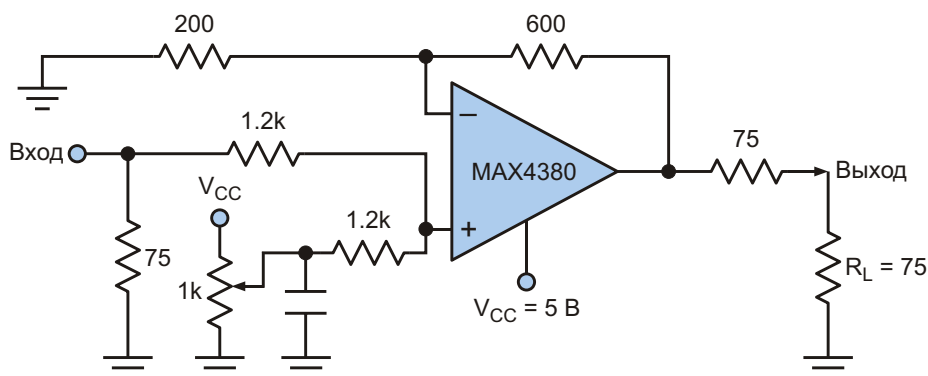


Рисунок 1. Неинвертирующая схема сдвига уровня позволяет разработчикам смещать входной сигнал на величину опорного напряжения, устанавливаемого потенциометром и блокировочным конденсатором. В этой схеме используется лишь один операционный усилитель и один источник питания.

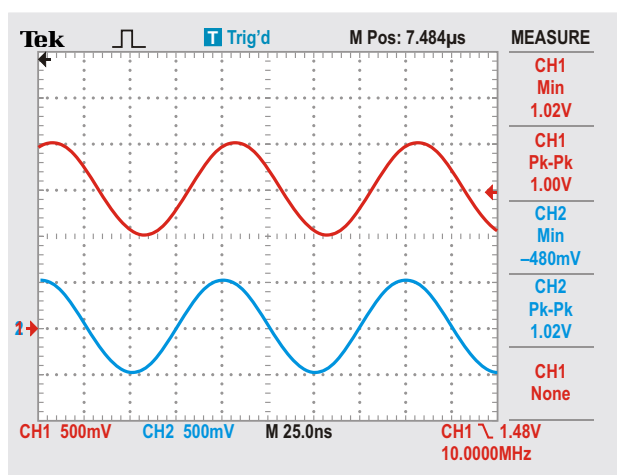


Рисунок 2. Нижняя осциллограмма (синий цвет) соответствует входному сигналу от заземленного 10-мегагерцового источника, а верхняя (красный цвет) – выходному сигналу схемы, сдвинутому на +1.5 В.

помощью стандартного потенциометра с блокировочным конденсатором, однако здесь подойдет и любой другой опорный источник, способный обеспечить достаточный ток для ОУ и суммирующих резисторов.

В приведенном примере схема содержит 75-омные согласующие резисторы, необходимые для стандартных видео приложений. Использованный операционный усилитель имеет небольшие размеры и широкую полосу пропускания, необходимую для обработки видеосигналов. Рисунок 2 иллюстрирует работу схемы при сдвиге на +1.5 В привязанного к земле 10-мегагерцового входного сигнала. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX4380](#)

Светодиодная цепочка управляется источником тока на основе токового зеркала

Luca Bruno

EDN

На Рисунке 1 изображена схема точного токового зеркала, используемого для управления двумя цепочками из пяти белых светодиодов.

Операционный усилитель (ОУ) охвачен «двойной» отрицательной обратной связью (поскольку транзистор M2 инвертирует сиг-

нал на неинвертирующем входе). Падения напряжений на резисторах R1 и R2 одинаковы, и ток светодиодного драйвера делится пополам. MOSFET M2 работает при постоянном напряжении сток-исток (равном сумме $V_{GS1} + V_{GS2}$), в то время как M1 берет на себя компенсацию рассогласования между паде-

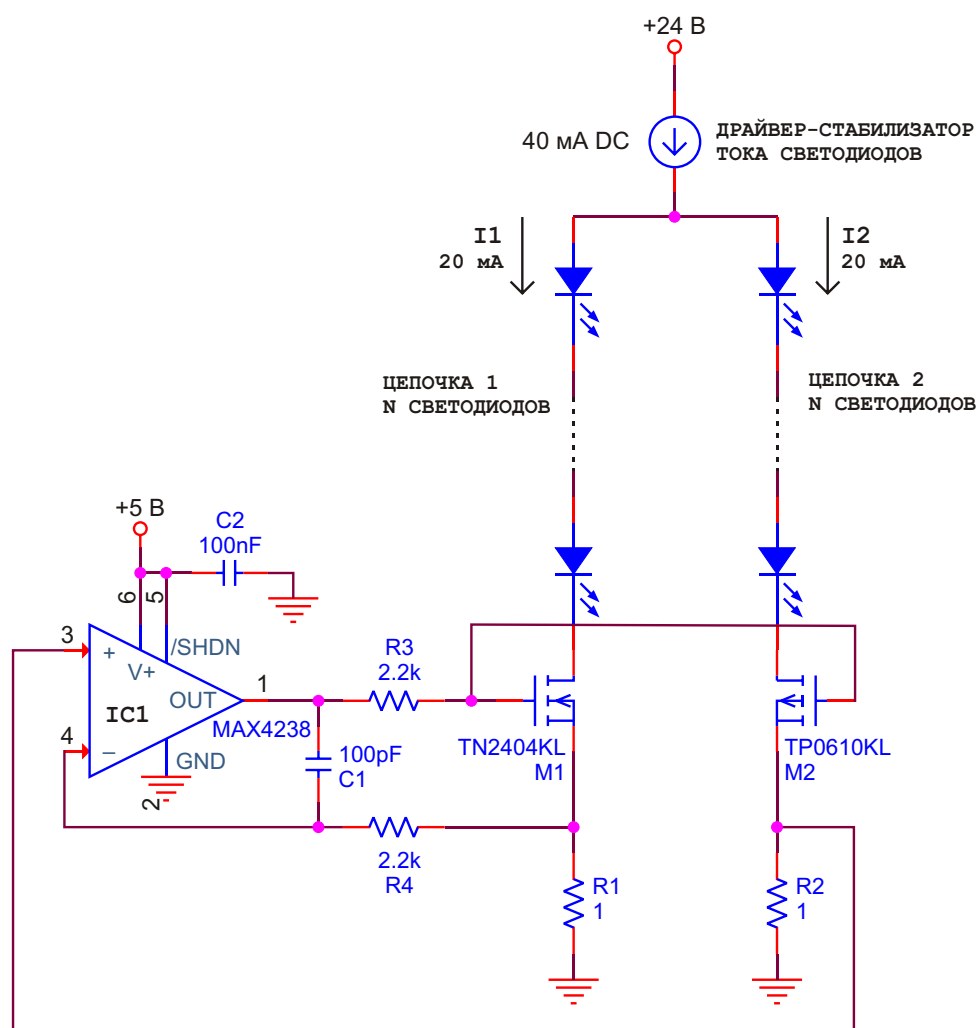


Рисунок 1. Источник тока/токовое зеркало управляет двумя светодиодными цепочками.

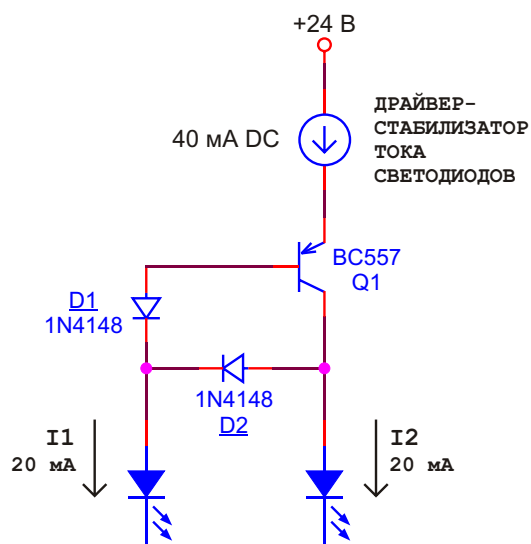


Рисунок 2. Защита от обрыва цепочки.

ниями напряжения на двух цепочках, причем даже в тех случаях, когда какой-либо светодиод закорочен.

Для защиты светодиодной цепочки от перегрузки по току в случае обрыва в противоположной цепи вы можете добавить два диода и транзистор, как это показано на (Рисунке 2) и описано в моей предыдущей статье [1].

Конденсатор C1 с резисторами R3 и R4 обеспечивают устойчивость операционного усилителя. Для получения хорошей точности разделения токов между цепочками светодиодов падения напряжений на R1 и R2 должны существенно превышать максимальное напряжение смещения ОУ. Отношение токов $I1:I2$ определяются только отношением сопротивлений $R1:R2$.

Схема также пригодна и для управления мощными светодиодами. В этом случае для ограничения рассеиваемой мощности надо использовать MOSFET с низкими пороговыми напряжениями, или же заменить их комплементарной парой биполярных транзисторов. **РЛ**

Ссылки

1. [Protect power-LED strings from overcurrent.](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX4238](#)
2. [Datasheet Vishay TN2404KL](#)
3. [Datasheet Vishay TP0610KL](#)

Недорогой эффективный индикатор разряда батареи

Maxim Integrated

Application Note 1872

В этой статье представлена схема, в которой для визуальной светодиодной индикации разряда батареи использован маломощный КМОП компаратор. Светодиод управляется выходом LBO DC/DC преобразователя на низкой частоте и с низким коэффициентом заполнения. Схема практически не забирает от батареи дополнительного тока, что могло бы привести к необратимому повреждению батареи и, безусловно, внесло бы вклад в загрязнение окружающей среды. Кроме того, эта схема помогает сохранять энергию батареи путем отключения компаратора между циклами измерений. Для определения коэффициента заполнения и пороговых уровней компаратора приведены расчетные формулы и выполнен анализ схемы.

Обычным способом индикации разряда батареи, используемым в большей части оборудования с батарейным питанием, является включение светодиода. Однако, потребляя ток, светодиод усугубляет глуби-

ну разряда. Рассеиваемую светодиодом мощность вы можете значительно уменьшить, если он будет работать в импульсном режиме на низкой частоте и с низким коэффициентом заполнения.

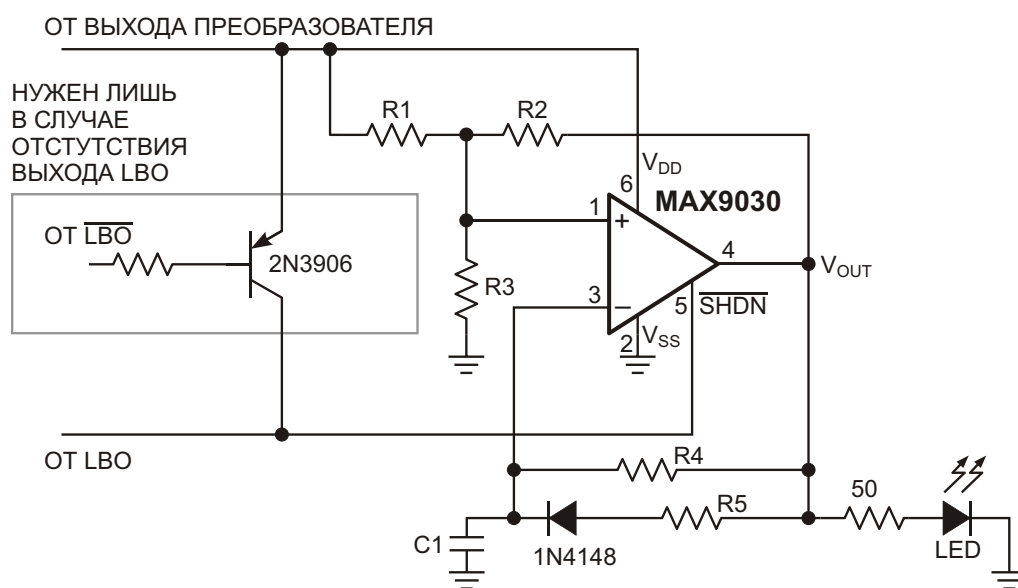


Рисунок 1. Благодаря работе на низкой частоте и с низким коэффициентом заполнения, этот индикатор разряда экономит энергию батареи и продлевает срок ее службы.

Удобный способ управления светодиодом, показанный на Рисунке 1, предоставляет существующий у многих DC/DC преобразователей выход LBO (low-battery output – выход индикации разрядки батареи). MAX9030 – это миниатюрный недорогой компаратор с возможностью выключения, выпускаемый в 6-выводном корпусе SC70. До тех пор, пока напряжение батареи находится в пределах нормальных рабочих уровней, устройство остается отключенным, и включается по сигналу LBO, когда напряжение батареи падает ниже предустановленного порога.

Обратите внимание, что в представленной схеме сигнал LBO имеет высокий активный уровень. Если же активный уровень низкий, потребуется подключить дополнительную цепь, обведенную на схеме прямоугольником. Затем MAX9030 включается, и светодиод начинает мигать с частотой и периодичностью, определяемыми приведенными ниже расчетами.

Прежде всего, коэффициент заполнения должен быть низким:

$$DC = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}}.$$

Время t_{ON} включенного состояния получаем из формулы, описывающей заряд конденсатора:

$$V(t) = V_1 + e^{-\frac{t}{RC}},$$

$$t_{ON} = R5 \cdot C \ln \left(1 + \frac{V_{TRIPHI}}{V_{OUT}} \right).$$

Время t_{OFF} пребывания в выключенном состоянии выводится из формулы для разряда конденсатора:

$$V(t) = V_e e^{-\frac{t}{RC}},$$

$$t_{OFF} = R4 \cdot C \ln \left(1 + \frac{V_{TRIPLO}}{V_{OUT}} \right).$$

Уровни верхнего (V_{TRIPHI}) и нижнего (V_{TRIPLO}) порогов компаратора найдем, используя закон Кирхгофа для токов.

$$V_{TRIPHI} = V_{OUT} \frac{R3(R1 + R2)}{R3(R1 + R2) + R1 R2},$$

$$V_{TRIPLO} = V_{OUT} \frac{R3 R2}{R3(R1 + R2) + R1 R2}.$$

Типичное выходное напряжение V_{OUT} компаратора равно V_{DD} . Предположив, что коэффициент заполнения равен 2.5%, а сигнал включает компаратор, когда напряжение батареи равно 3 В, получим, что нижний и верхний уровни порогов равны 1 В и 2 В, соответственно. Стандартные номиналы компонентов, отвечающие этим условиям, будут следующими:

$$\begin{aligned} C1 &= 0.1 \text{ мкФ}, \\ R1 = R2 = R3 &= 1 \text{ МОм}, \\ R4 &= 3.6 \text{ МОм}, \\ R5 &= 91 \text{ кОм}. \end{aligned}$$

Схема на Рисунке 1 пригодна для работы с сигналами LBO любой полярности (активный высокий или активный низкий). Типовой ток, потребляемый компаратором MAX9030, равен 35 мкА в активном режиме, и 0.05 мкА при отключении. Малые размеры схемы, низкое потребление мощности и невысокая цена идеально соответствуют требованиям, предъявляемым к системам с батарейным питанием.

Частая индикация разрядки или чрезмерный разряд нередко становятся причиной повреждения аккумуляторов. Это особенно опасно для металло-гидридных (NiMh) и литий-ионных (Li+) аккумуляторов. Напряжение на ненагруженной, полностью заряженной металло-гидридной ячейке равно 1.4 В. Она обеспечивает устройство средним напряжением питания 1.2 В и может разряжаться примерно до 0.9 В. Любой дальнейший разряд потенциально может привести к необратимому повреждению ячейки. Аналогично, литий-ионная ячейка при напряжении холостого хода 4.2 В способна питать схему номинальным средним напряжением 3.6 В. Она может разрядиться до напряжения порядка

2.5 В, однако, чтобы не нанести им вреда, литий-ионные элементы никогда нельзя разряжать ниже уровня 3 В. Большинство вышедших из строя аккумуляторов превращается в опасные отходы и, возможно, оказывается на свалках.

Проблема защиты окружающей среды от опасных отходов является глобальной. Эта

практическая схема позволит избежать чрезмерного разряда аккумуляторов, а значит, сократить количество батарей, оказывающихся на свалке, и негативно воздействующих на окружающую среду. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX9030](#)

Супервизор сброса дожидается стабилизации напряжения питания

Mike Mitchell

EDN

Процесс включения питания встраиваемых систем не всегда протекает плавно. Это особенно справедливо в отношении приложений с батарейным питанием, поскольку при установке батареи на линии питания часто возникают звон и провалы напряжения (Рисунок 1). В изделиях, имеющих выключатель питания, дребезг его контактов при подаче питания также может нарушить чистоту напряжения. Цикл включения питания, подобный показанному на Рисунке 1, способен вызывать срабатывание подсистемы слежения за уровнем питания процессора (BOD – brown out detector). При этом процессор переходит в неопределенное состояние и требует, чтобы восстановлению его штатной работы предшествовал сброс. В условиях срабатывания BOD процессор часто «теряется». Супервизор, как правило, контролирует

линию сброса процессора и не допускает срабатывания BOD. Традиционные схемы супервизоров удерживают процессор в состоянии сброса до тех пор, пока напряжение питания не достигло заданного уровня. Кроме того, они сбрасывают процессор, если напряжение падает ниже определенного значения. Однако уровни, при которых срабатывает супервизор, часто не соответствуют системным требованиям. Например, они могут быть ниже минимального рабочего напряжения процессора, или превышать требуемое рабочее напряжение системы. Изображенная на Рисунке 2 схема удерживает процессор в состоянии сброса, опираясь не на жестко заданные значения, а на текущий уровень стабилизации напряжения питания.

В схеме используется компаратор TLV3491, выпускаемый компанией Texas Instruments. Микросхема потребляет ток порядка 1 мкА и может работать при напряжении питания от 1.8 до 5.5 В, что вполне соответствует требованиям приложений с питанием от батарей. Инвертирующий вход компаратора подключен к простому резистивному делителю. Сопротивления резисторов должны быть относительно высокими, чтобы не увеличивать потребляемую схемой мощность. К неинвертирующему входу подключена RC-цепочка, постоянная времени которой определяет величину регулируемой задержки включения. Когда вы включаете питание или вставляете батарею, низкий уровень напряжения на выходе компаратора удерживает процессор в состоянии сброса. Напряжение на неинвертирующем входе компара-

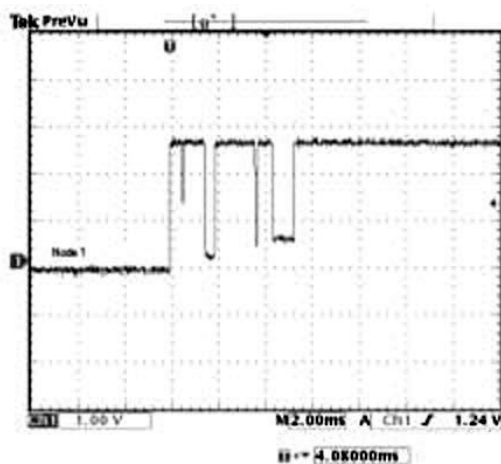


Рисунок 1. При установке батареи на линии питания часто возникают звон и провалы напряжения.

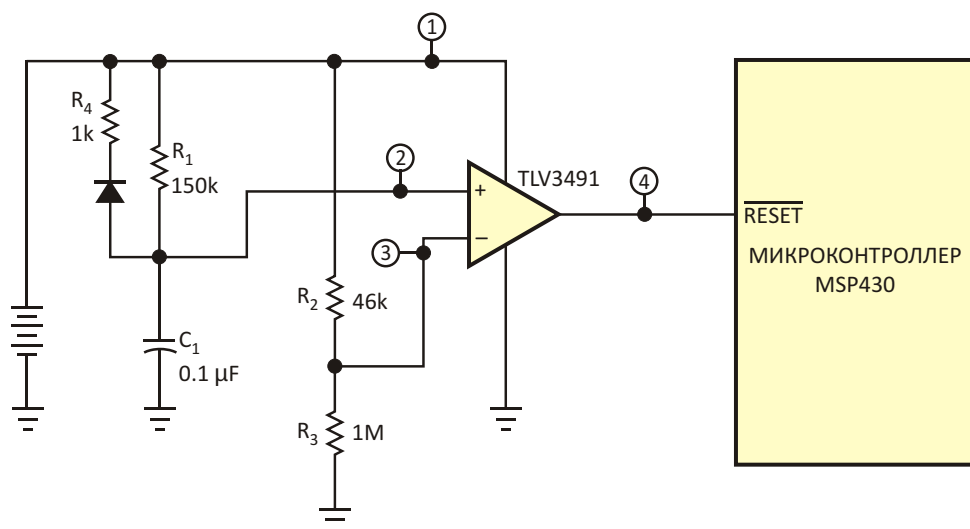


Рисунок 2. Эта схема сбрасывает процессор, основываясь на времени стабилизации напряжения питания.

тора становится больше, чем на инвертирующем, только после полной стабилизации питания. Тогда уровень выходного напряжения компаратора меняется на высокий, и процессор получает возможность начать работу. Время стабилизации напряжения питания зависит от номиналов элементов RC-цепи. Использование в ней резисторов с низкими сопротивлениями не ухудшает характеристик схемы, так как после стабилизации питания ток через RC-цепь не течет. Выбором номиналов R_1 , C_1 , R_2 и R_3 вы можете гарантировать формирование надежного сигнала сброса процессора для любой заданной скорости нарастания напряжения питания V_{CC} . Напряжения на входах компаратора описываются следующими соотношениями:

$$V^- = V_{CC} - V_{CC} e^{-\frac{t}{R_1 C_1}};$$

$$V^+ = V_{CC} \frac{R_3}{R_2 + R_3}.$$

Для удержания процессора в состоянии сброса необходимо соблюдения условия $V^- > V^+$. Это означает, что должно выполняться неравенство

$$V_{CC} \frac{R_3}{R_2 + R_3} > V_{CC} - V_{CC} e^{-\frac{t}{R_1 C_1}}.$$

Решая неравенство относительно t , получаем

$$t > R_1 C_1 \ln \frac{R_2}{R_2 - R_3}.$$

Используя последнее неравенство, вы можете рассчитать количество времени, которое процессор пребывает в состоянии сброса. Таким образом, даже если напряжение питания достигнет установившегося значения быстрее, вам все равно будет гарантирован надежный сброс. Смещенный в обратном направлении диод и резистор R_4 образуют путь ускоренного разряда для конденсатора. Этот ускоренный разряд позволяет схеме быстрее реагировать на отрицательные выбросы напряжения питания, во время которых при нормальной работе системы может оказаться целесообразным сбросить процессор. С помощью резистора R_4 вы можете настроить время реакции схемы на любые ожидаемые провалы напряжения питания. Удаление этого резистора ускоряет реакцию схемы на помехи по питанию, однако может привести к нежелательным сбросам процессора. При использовании компаратора TLV3491, имеющего выход с открытым стоком, на его выходе необходимо установить подтягивающий резистор. Возможно, потребуется также включить конденсатор на выходе компаратора, который будет сглаживать любые короткие импульсы, возникающие из-за быстрых переключений компаратора.

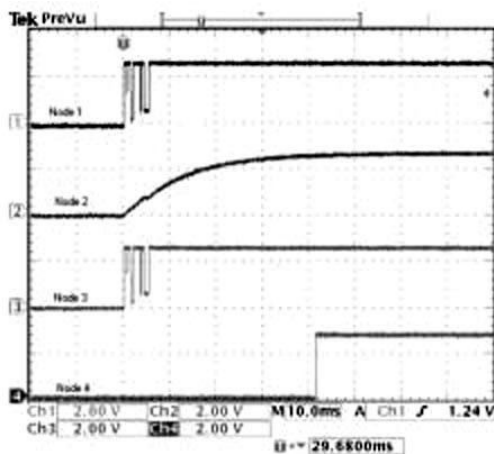


Рисунок 3. Схема на Рисунке 2 разрешает работу процессора после полной стабилизации напряжения источника питания.

Потребляемый схемой на Рисунке 2 ток определяется собственным током компаратора, равным примерно 1 мкА, и током, идущим через делитель R_2 , R_3 . Схема стоит меньше, чем многие специализированные супер-

визоры сброса. Характеристики схемы иллюстрируются Рисунок 3. На Рисунок 3 показаны осциллограммы процессов, происходящих в схеме, снятые в тех же условиях установки батареи, при которых была получена осциллограмма на Рисунок 1. Верхняя кривая представляет напряжение на шине питания, а следующая – напряжение на неинвертирующем входе компаратора. Далее следует напряжение на инвертирующем входе, а самая нижняя кривая соответствует выходу компаратора, подключенному к входу сброса микроконтроллера. Вы можете ясно видеть, что схема удерживает процессор в состоянии сброса все время, пока происходит установление напряжения питания. Таким образом, характеристики схемы зависят не от каких-либо заданных уровней напряжения питания, а только от времени стабилизации. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments TLV3491](#)

Повышающе-понижающий регулятор с фиксированным временем прямого хода преобразует положительное напряжение в отрицательное

Robert Bell

EDN

Понижающие преобразователи находят широкое применение для преобразования больших входных положительных напряжений в меньшие положительные выходные напряжения. На Рисунке 1 показана упрощенная блок-схема понижающего регулятора, работающего в режиме непрерывной проводимости, то есть, в таком режиме, когда ток индуктивности всегда остается положительным. Выходное напряжение V_{OUT} равно

$$V_{OUT} = D V_{IN},$$

где

D – коэффициент заполнения импульсов управления транзистором Q_1 ,

V_{IN} – входное напряжение.

Коэффициент заполнения равен

$$D = \frac{T_{ON}}{T_S},$$

где

T_{ON} – время включенного состояния Q_1 ,

T_S – период частоты переключения.

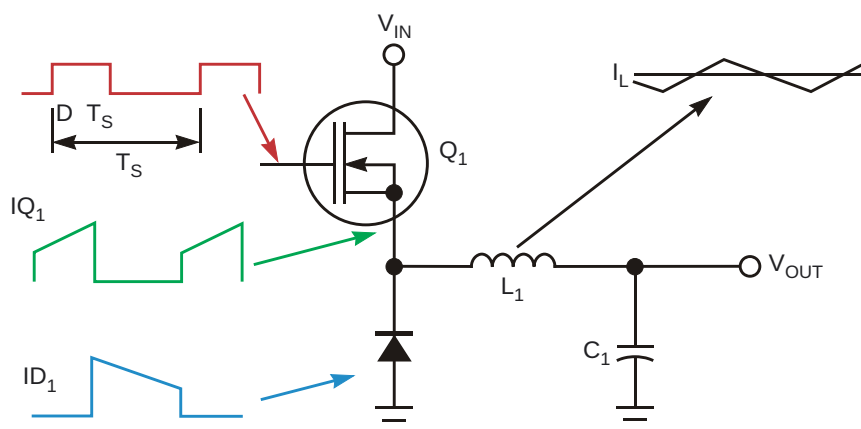


Рисунок 1. В базовой схеме понижающего регулятора ток через индуктивность L_1 течет постоянно.

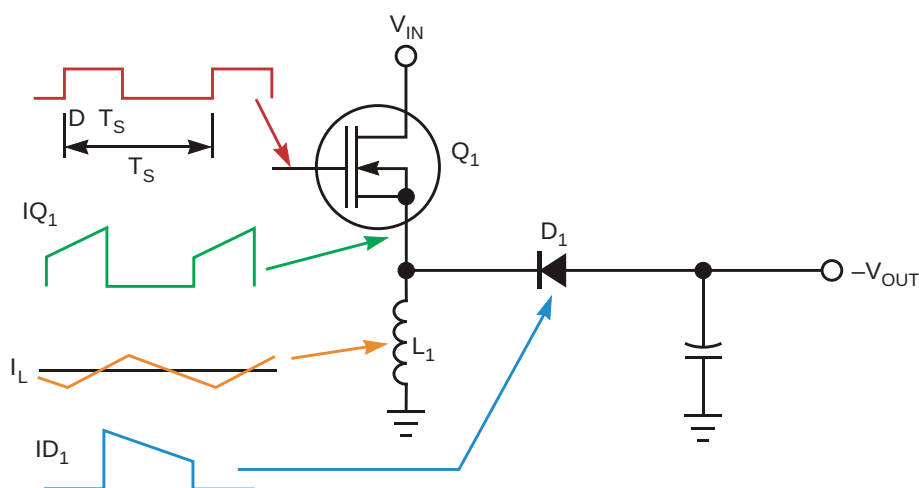


Рисунок 2. Схема повышающе-понижающего преобразователя вырабатывает отрицательное выходное напряжение.

Понижающий регулятор можно переконфигурировать в повышающе-понижающую схему, чтобы положительное напряжение преобразовывалось в отрицательное (Рисунок 2). При этом основные компоненты в новой конфигурации остаются теми же, но индуктивность и выпрямительный диод меняются местами. Поскольку основной коммутатор Q_1 остается на одном месте в обеих конфигурациях, для любой топологии преобразователя можно использовать микросхему понижающего регулятора. При включении Q_1 входное напряжение V_{IN} поступает на силовую индуктивность L_1 , и ток индуктивности линейно нарастает до тех пор, пока транзис-

тор остается открытым. После выключения Q_1 ток индуктивности продолжает течь через конденсатор C_1 , сопротивление нагрузки и диод D_1 , создавая отрицательное выходное напряжение. В течение следующего интервала включения Q_1 выходной конденсатор отдает ток в нагрузку.

На Рисунке 3 изображена недорогая схема повышающе-понижающего преобразователя на основе микросхемы понижающего регулятора LM5010, преобразующая положительное напряжение от 10 до 50 В в отрицательное напряжение -12 В. Хотя во многих приложениях используется фиксированная частота коммутации с модуляцией ширины

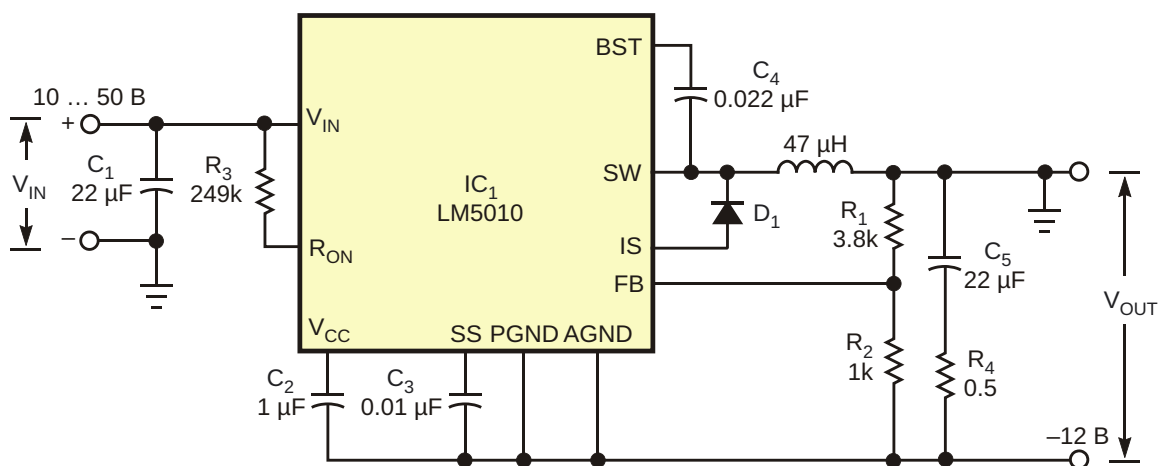


Рисунок 3. Этот повышающе-понижающий преобразователь на основе микросхемы LM5010 работает в широком диапазоне входных напряжений.

выходного импульса, в этой конструкции время, на которое включается внутренний выходной транзистор микросхемы, постоянно и обратно пропорциональное разности между входным и выходным напряжением схемы.

Внутренний компаратор микросхемы IC₁ сравнивает выходное напряжение, часть которого снимается с делителя R₁ и R₂, с напряжением внутреннего опорного источника 2.5 В и, если выходное напряжение опускается ниже требуемого значения, компаратор открывает выходной транзистор микросхемы на время, которое и определяет длительность интервала включения:

$$T_{ON} = K \frac{R_3}{V_{IN} V_{OUT}},$$

где

K – константа,

R₃ – резистор, задающий время включения понижающего регулятора,

V_{IN} – входное напряжение,

V_{OUT} – величина выходного напряжения.

Подстановка T_{ON}=1/F_S и преобразование формулы дает значение частоты переключения F_S:

$$F_S = \frac{V_{OUT}}{K R_3}.$$

Режим стабилизации V_{OUT} сохраняется все время, пока остается постоянным ток через L₁. Поскольку R₃ и K являются константами, частота переключения сохраняется постоянной. Это соотношение будет справедливым до тех пор, пока остается постоянным ток через индуктивность. При обремененной нагрузке ток индуктивности становится прерывистым, спадая до нуля на какую-то часть цикла коммутации. В начале прерывистого режима частота переключения начинает падать, в результате чего стабилизация V_{OUT} восстанавливается.

Работа на фиксированной частоте без генератора позволяет создать дешевый и простой в реализации регулятор без элементов частотной компенсации цепи обратной связи. Ввиду отсутствия ограничивающих полюсов пропускания компонентов обратной связи, схема имеет быструю переходную характеристику. При указанных на Рисунке 3 номиналах компонентов и выходном напряжении 12 В регулятор работает на частоте порядка 400 кГц. При входном напряжении 10 В максимальный выходной ток равен примерно 0.5 А, а при 50 В это значение увеличивается приблизительно до 1 А. Резистор R₄ обеспечивает минимальный уровень пульсаций выходного напряжения, необходимый для поддержания режима стабилизации – приблизительно 25 мВ. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LM5010](#)



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!

РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



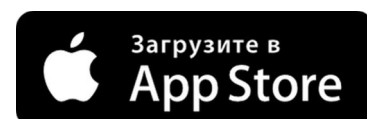
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<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.