

Компоненты

3/2016

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПОЛНЫЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЙ

- Концентраторы данных. Ядро управления энергией и данными стр. 1
- Базовые TI Design — решения для беспроводной связи стр. 24
- Как использовать управление скоростью нарастания выходного напряжения для снижения ЭМП стр. 36

ОТЛИЧНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГОСИСТЕМА

- Интеллектуальный учёт
- Учёт материальных средств
- Оптимизация работы сети





**БЮЛЛЕТЕНЬ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ**

**ПОЛНЫЙ
СПЕКТР
ПРИМЕНЕНИЙ**

■ **Главный редактор**
Соловьёв Д.О.

■ **Редакционная коллегия**
Брызгалин А. О.
Белозор Л. В.

Совместный проект
ООО „Сканти“
и Texas Instruments, Inc.

■ Ответственность за содержание
рекламы несёт рекламодатель

■ Полное или частичное
воспроизведение материалов
допускается только
с разрешения ООО „Сканти“

Содержание выпуска

■ **Процессоры | Микроконтроллеры | Системы на кристалле**

Пунийя Пракаш (Punya Prakash)

Концентраторы данных. Ядро управления энергией и данными. (SPRY248) 1
Микроконтроллеры Piccolo™ TMS320F2806x. (SPRT584C) 5
Микроконтроллеры для продвинутых решений в сфере освещения. (SLAT125B) 7

■ **Устройства коммутации**

Испытания герконовых переключателей и реле на надёжность.
Окончание. Начало в №2-2016 11

■ **Усилители, компараторы и ключи**

AN-1952. Проектирование с использованием термопар 15

Пауль Грох (Paul Grohe)

Проектирование фемтоамперных цепей с низкой утечкой. Часть 1..... 18

■ **Беспроводные коммуникации**

Базовые TI Design-решения для беспроводной связи..... 24

■ **Управление питанием**

Йонг Ксай (Yong Xie), Пол Брохлин (Paul Brohlin)

Оптимизация рабочих характеристик GaN-транзисторов
со встроенным драйвером. (SLYY085) 29

Силовой каскад с напряжением 600 В на основе полевого GaN-транзистора
от TI – революция в области высокоэффективного преобразования..... 33

Как использовать управление скоростью
нарастания выходного напряжения для снижения ЭМП..... 39

■ **Встраиваемые системы и SOM-модули**

Твердотельные накопители 2.5" SATA SSD 31E..... 41



■ **Реклама**

Измерение углового положения становится компактнее, надёжнее и точнее
с интерфейсом датчика углового положения,
обладающим наибольшей степенью интеграции в отрасли 9

Преобразователь постоянного тока с входным напряжением 16 В
и наибольшим в отрасли током 40 А..... 14

EM8500 – микросхема управления энергонакоплением и питанием
от солнечных батарей и термоэлектрических генераторов
в диапазоне мощности от мкВт до мВт 28



Источники питания и держатели
для батарей компании Renata Batteries SA 35



Инновационный контроллер преобразования постоянного тока
с широким диапазоном входных напряжений от TI работает при рекордном
для отрасли напряжении 65 В 40

Поддержка продвижения бесщёточных электродвигателей постоянного тока
для автомобилей. Два новых драйвера электродвигателей 43

От редакции:

Все вопросы и пожелания можно адресовать на наш сайт www.scanti.com
в разделе «Бюллетень «Компоненты TI» или прислать по адресу bulletin@scanti.com

Пунийя Пракаш (Punya Prakash)

Концентраторы данных. Ядро управления энергией и данными

Введение

По состоянию на август 2012 года в США было установлено почти 36 млн интеллектуальных счётчиков. В Европейском Союзе интеллектуальные счётчики продолжают устанавливаться с целью соблюдения предписания о том, что к 2020 году эта технология должна использоваться в 80% домовладений. Технические и экономические проблемы, возникающие в случае, если каждый счётчик напрямую связывается с серверами коммунальных служб, делают это решение непрактичным. При наличии большой базы установок необходимо организовывать инфраструктуру автоматического измерения (ИАИ). Система автоматического снятия показаний счётчиков (АСПС) обеспечит беспрепятственную передачу данных показаний счётчиков в центральную биллинговую систему. Помимо сбора информации об использовании энергии для расчёта оплаты, поставщики коммунальных услуг могут настроить ИАИ на устранение проблем и анализ любых сбоев сети приборов учёта.

Концентраторы данных являются критически важным узлом ИАИ; эти агрегаторы подключаются к несколь-

ким приборам учёта и к центральному серверу коммунальных служб. Это упрощает обмен данными между приборами учёта и поставщиком коммунальных услуг. Концентраторы данных, установленные в нескольких точках инфраструктуры, безопасно собирают данные с нескольких счётчиков и передают информацию на центральные серверы коммунальных служб.

В статье мы обсудим ИАИ интеллектуальной энергосистемы, делая упор на концентраторах данных. Мы обозначим роль, которую играют процессоры Sitara™ от корпорации Texas Instruments в упрощении интеллектуальной автоматизации элементов ИАИ, на примере комплексного эталонного решения для системы. Портфолио масштабируемых процессоров от TI даёт возможность создать платформенное решение, которое можно настраивать в соответствии с потребностями концентраторов данных.

Концентратор данных

Продвижения в сфере технологической интеллектуальных энергосистем были перенесены в энергетическую

отрасль. С помощью развитой инфраструктуры можно обеспечить двусторонний поток энергии и данных (рисунок 1). Основой оптимизации сложных сетей интеллектуальных систем является автоматизация их центральных элементов.

ИАИ включает интеллектуальные измерительные приборы, которые записывают энергопотребление через регулярные промежутки времени, предоставляя данные поставщику коммунальных услуг. Частота такого обмена данными варьируется от 1 часа до передачи в реальном времени со встроенной двусторонней структурой связи. Такие системы могут записывать и передавать информацию на текущий момент времени. Записанные данные предоставляют больше информации по нагрузке различных конечных точек, активно потребляющих энергию.

Концентратор данных является центральным элементом управления энергией и данными в ИАИ. Он предоставляет технологию измерения и сбора данных об использовании электроэнергии. Концентратор также можно запрограммировать на анализ и передачу данных в центральную базу данных коммунальных служб. Поставщики коммунальных услуг могут использовать эту информацию не только для целей формирования счетов, но также для совершенствования работы с клиентами, такой как анализ энергопотребления в реальном времени и отправка информации о потреблении. Также доступны дополнительные преимущества, оптимизирующие текущие расходы, такие как обнаружение сбоев и предварительный анализ.

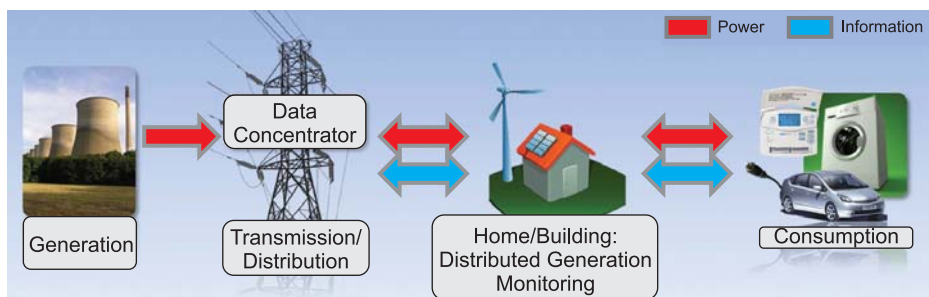


Рисунок 1. Инфраструктура интеллектуальной энергосистемы, демонстрирующая двусторонний поток энергии и данных

Существует два вида сетей, под-ключающихся к концентраторам данных:

1. NAN. Местная сеть.
2. WAN. Глобальная сеть.

Концентраторы данных обмениваются информацией по электрическим сетям, собирая информацию с нескольких счётчиков. Кроме того, их достоинства включают:

- Интеллектуальный учёт – мгновенное считывание, профиль нагрузки, информация по счёту и удалённое управление.
- Учёт материальных средств – даёт коммунальным службам возможность контроля над собственными ресурсами.
- Оптимизация работы сети – отображение топологии, управление эффективностью и замеры в режиме реального времени.

Сегодня на рынке ИАИ существует несколько проблем, связанных с использованием концентраторов данных.

Несколько стандартов связи

Системы счётчиков в различных регионах поддерживают разные стандарты связи. Помимо новых протоколов, при разработке платформенного решения необходимо также учитывать более ранние интерфейсы связи, основанные на RS-485. Ключевым свойством масштабируемой платформы концентраторов является полная совместимость со счётчиками и внутренними интерфейсами систем управления от различных поставщиков, реализующая совместимую технологию, обеспечивающую работу оборудования от различных производителей.

Инфраструктура ПО

Для использования нескольких стандартов связи в одной системе необходимо иметь отказоустойчивую программную платформу. В идеале, совместно с аттестованным ПО производители имеют возможность разрабатывать приложения, помогающие настраивать их системы. Приложения интеллектуальной энергосистемы, такие как коррективировка недопоставки электроэнергии,

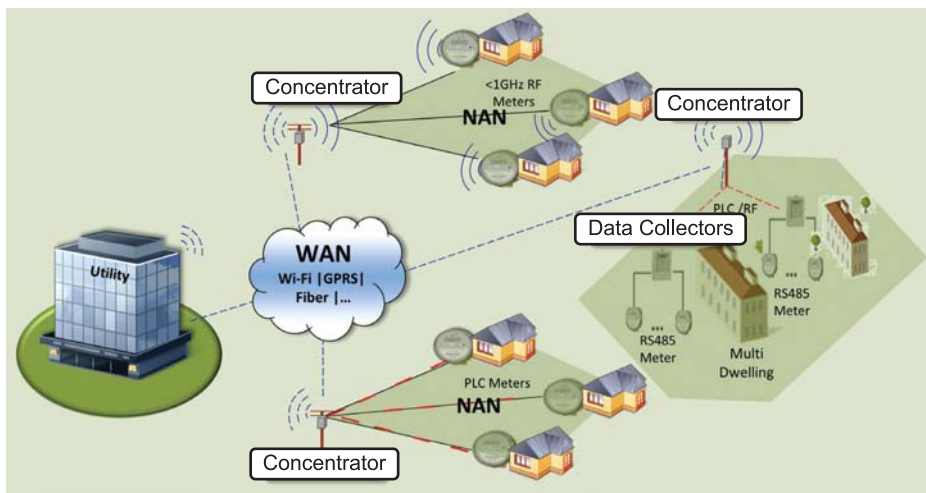


Рисунок 2. Стандартная сеть концентратора данных

можно разрабатывать, пользуясь преимуществами данной продвинутой технологии.

По мере внедрения интеллектуальных приборов учёта изобилие информации по энергопотреблению может использоваться коммунальными службами для повышения качества обслуживания клиентов. Такой сбор информации требует решений по управлению данными и энергией. Повышение уровня управления данными и сетевой безопасности поможет коммунальным службам внедрить приложения, предоставляющие потребителям более подробную информацию об их энергопотреблении.

Одобрение в полевых условиях

Испытания и подтверждение данной технологии в реальных услови-

ях занимают значительное время. Использование технологии, проверенной в полевых условиях, снизит риск, значительно сократив срок её вывода на рынок. Такие установки на открытом воздухе требуют разработки систем с высоким уровнем интеграции для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Системное решение от TI

Модули оценки (МО) концентратора данных на базе процессоров серии Sitara AM335x от TI решают некоторые из этих проблем. Благодаря доказанной отказоустойчивости аппаратной и программной частей, эти системные решения значительно снижают срок вывода на рынок.

В зависимости от требований системы TI предлагает варианты МО концентратора данных с различной

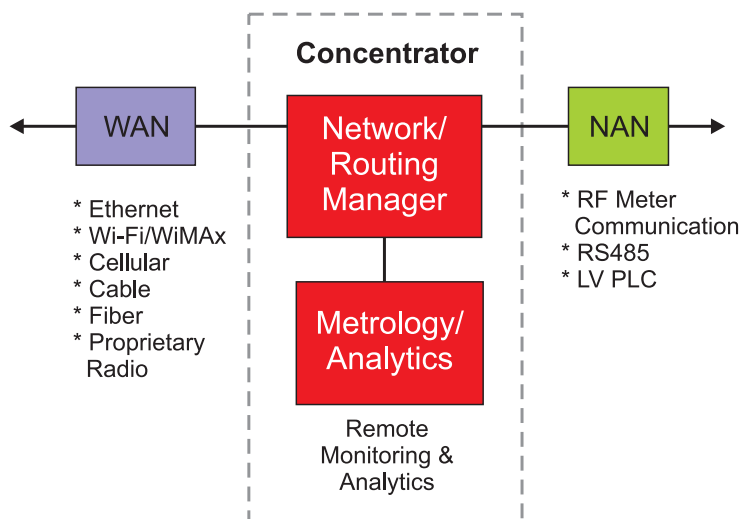


Рисунок 3. Функциональная блок-схема концентратора данных

производительностью, стоимостью и интерфейсами связи. Новейший MO Sitara TMDSDC3359 на базе процессора AM335x предоставляет более высокий уровень сетевых возможностей. Процессор AM335x с широкими возможностями масштабирования обеспечивает расширенные варианты проводного и беспроводного подключения с использованием гибких периферийных устройств. Этот повыводно совместимый процессор с частотой от 300 МГц до 1 ГГц обеспечивает гибкость добавления новых элементов в систему.

Режим связи, используемый системой, сильно зависит от инфраструктуры электрической сети. Устройство концентратора данных может быть оборудовано устройством проводной или беспроводной связи. Проводная связь на основе передачи данных по электрическим сетям (PLC) отвоёвывает всё большую долю рынка, в то время как системы на базе последовательного интерфейса или Ethernet продолжают стабильно расти. Беспроводные системы в основном строятся на базе маломощных радиопередатчиков (протокол IEEE 802.15.4g).

Данные могут передаваться с концентратора на серверы коммунальных служб по Ethernet, GSM, GPRS, WiMAX или другим сетям связи. Процессор Sitara от TI с поддержкой памяти DDR2/3, встроенным Gbit-Ethernet, CAN, MMC/SD, USB и наличием до восьми универсальных асинхронных интерфейсов UART поддерживает различные интерфейсы передачи данных, включая RS-232, RS-485, модули инфракрасной и беспроводной связи.

Системное решение от Texas Instruments на базе Linux™ обеспечивает:

- Весь спектр ПО протокола физического и MAC-уровня для передачи данных по электрическим сетям (G3, PRIME, IEEE-1901.2).
- Сетевые протоколы IPV4 / IPV6 / 6LoWPAN.
- Приложения DLMS/COSEM от сторонних разработчиков Aricent.

Новый MO интеллектуального концентратора данных подчёркивает простоту использования широкого портфолио соответствующих аналоговых устройств корпорации TI.

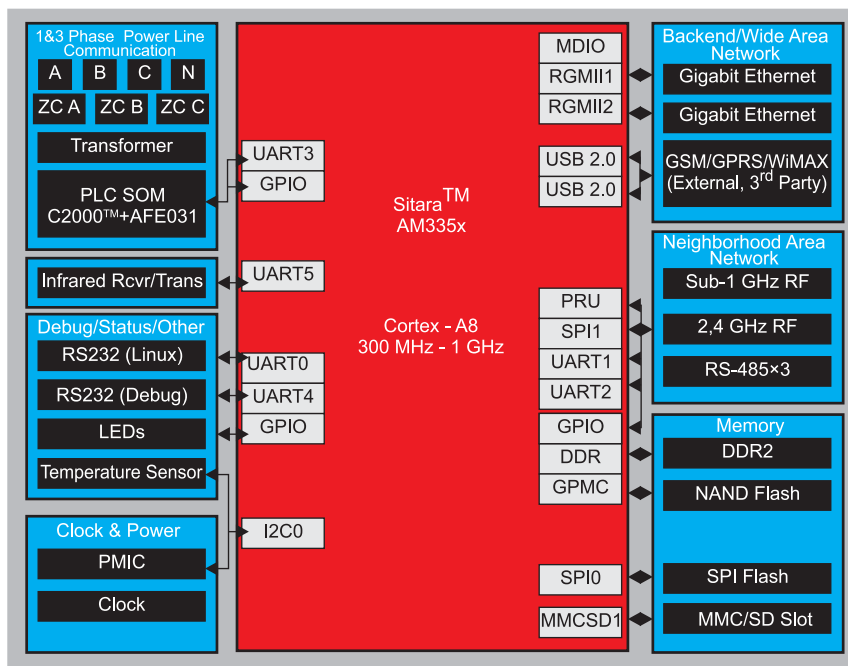
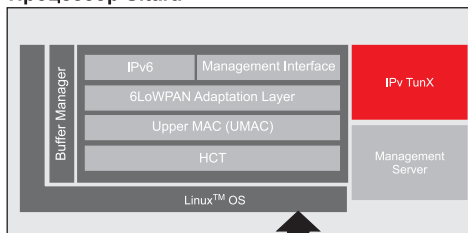


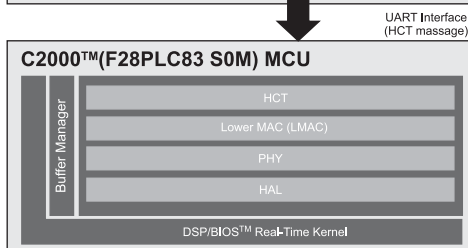
Рисунок 4. MO концентратора данных от корпорации Texas Instruments

Процессор Sitara™



Стек G3

- * Процессор Sitara
- o ADP 6LoWPAN начальная загрузка
- o Маршрутизация ячеистой сети (LOAD)
- o Безопасность EAP/PSK
- o Протокол MAC верхнего уровня
- * Микроконтроллер C2000™
- o Протокол MAC нижнего уровня и протокол физического уровня Prime



Интерфейсы G3 DC

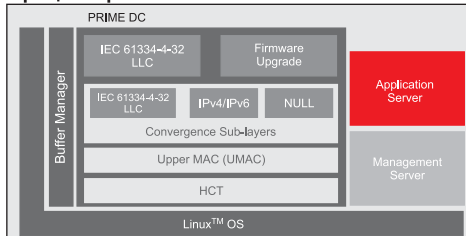
- * Управление
- * Приложения DLMS/COSEM IPV6

Топология G3

- * Максимум 2000 узлов

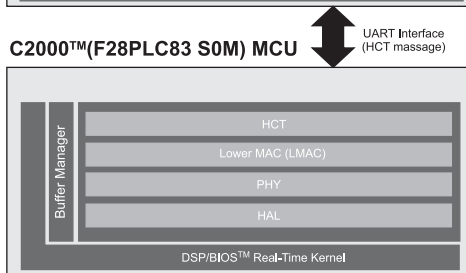
Рисунок 5. Стек корневого узла G3-PLC от Texas Instruments

Процессор Sitara™



Стек PRIME

- * Процессор Sitara
- o IEC-61334-4-32 LLC
- o IEC-61334-4-32 SSCS и NUL SSCS
- o Протокол MAC верхнего уровня
- * Микроконтроллер C2000
- o Протоколы MAC нижнего уровня, PRIME физического уровня



Интерфейсы PRIME DC

- * Управление
- * Приложения

Топология PRIME

- * 2000 узлов
- * 32 маршрутизатора
- * 3600 подключений (одноадресных и управляющих)

Рисунок 6. Стек корневого узла PRIME от Texas Instruments

Как полное системное решение TI, оценочный модуль TMSDC3359 содержит более 20 аналоговых компонентов из портфолио TI по управлению питанием, интерфейсам, изоляции и логике, что упрощает разработку интеллектуальных энергосистем с помощью процессоров, микроконтроллеров и решений TI с данными аналоговыми продуктами.

Эталонное решение также включает демо-версии приложений, таких как DLMS/COSEM, которые помогают разработчикам оценить систему и, возможно, использовать их в конечном продукте. Этот основной программный коммуникационный стек, протестированный в системе, позволяет разработчикам настраивать конструкцию решения концентратора данных и быстрее выпускать его на рынок.

Ключевые особенности и преимущества модуля оценки интеллектуального концентратора данных:

- Построен на базе процессора Sitara AM3359 от TI, обеспечивающего необходимую производительность для воплощения сложных алгоритмов маршрутизации в концентраторе данных. Это позволяет системе подключаться более чем к 2000 счётчиков.
- Реализация на процессоре Sitara AM335x или альтернативном микроконтроллере (МК) Tiva™ ARM® серии C даёт разработчику более широкий спектр производительности (от 80 МГц до 1 ГГц) и различный ценовой диапазон.

- Включает новейшее программное и аппаратное обеспечение, которое снижает время разработки на срок до 9 месяцев, при этом поддерживая быстрое подключение более чем к 2000 интеллектуальных счётчиков.
- Встроенные интерфейсы связи, включающие два порта Ethernet (MAC), USB и до восьми асинхронных интерфейсов UART — для быстрого и лёгкого подключения к другим системам интеллектуальной энергосистемы.
- Доступен с несколькими стеками передачи данных по электрическим сетям для уровней MAC и PHY, что позволяет разработчикам создавать решения, поддерживающие стандарты PLC-Lite, PRIME, G3 и IEEE-P1901.2.
- Стандарт приложений DLMS/COSEM, поддерживаемый сторонним разработчиком Aricent, предопределяет то, каким образом концентратор данных организует метрологические данные и отправляет их в коммунальную службу.

Заключение

Концентратор данных — сердце системы ИАИ, он повышает общий уровень управления энергией и данными интеллектуальной энергосистемы. Эти системы предоставляют средства сбора информации о расходовании электроэнергии и её передаче обратно

на центральный сервер коммунальной службы. Коммунальные службы могут использовать эти данные и предоставлять более подробную информацию об использовании электроэнергии своим конечным потребителям, повышая качество предоставляемых услуг. С применением таких интеллектуальных систем эффективность интеллектуальной энергосистемы также можно повысить с помощью исчерпывающей информации по формированию счетов, а также обнаружения сбоев в интеллектуальной энергосистеме.

Модуль оценки концентратора данных от корпорации TI на базе процессора Sitara значительно снижает время вывода продукта на рынок с помощью полноценного системного решения. Благодаря системному решению, проверенному в полевых условиях, а также поддержке большого числа стандартов связи интеллектуальной энергосистемы он решает основные проблемы современного рынка концентраторов данных. С решением от TI время разработки таких систем значительно снижается, ускоряя время их вывода на рынок.

Для получения более подробной информации о модуле оценки концентратора данных посетите сайт:

www.ti.com/dsp-arm-datacon-wp-sw

Для получения более подробной информации о процессорах Sitara AM335x посетите сайт:

www.ti.com/dsp-arm-datacon-wp-lp

SLV521 – низковольтные Rail-To-Rail операционные усилители с рекордно низким током потребления

Микросхемы SLV521 – это КМОП операционные усилители, обладающие рекордно низким током потребления и крайне малым уровнем тока смещения. Эти микросхемы предназначены, в первую очередь, для приборов с батарейным питанием. Очень низкое значение входного тока смещения позволяет использовать эти микросхемы в приложениях, где сопротивление источника сигнала достигает нескольких мегаом.

Основные характеристики микросхемы:

- Напряжение питания от 1,6 до 5,5 В.
- Типовой ток потребления 350 нА.
- Rail-To-Rail по входу и выходу.
- Полоса частот до 6 кГц.
- Уровень шумов 300 нВ/√Гц на 100 Гц.

- Входной ток смещения 1 пА.
- Встроенный фильтр EMI-помех.

Микросхема выпускается в корпусе SC-70 размером 2×1,25 мм.

Существует и двухканальный вариант данного усилителя: SLV522, с типовым током потребления 500 нА на канал.

Микросхемы SLV521 и SLV522 найдут применение в таких изделиях, как беспроводные датчики (в том числе датчики газа), расходомеры, глюкометры, устройства охранно-пожарной сигнализации и иные изделия, продолжительность работы которых без замены батареи является одним из решающих параметров.

www.ti.com

Микроконтроллеры Piccolo™ TMS320F2806x

Микроконтроллеры Piccolo C2000™ с возможностью USB-подключений, точными вычислениями с плавающей запятой и аппаратными ускорителями производительности

3 ключевых атрибута микроконтроллеров F2806x:

- Простота использования и высокая точность вычислений с плавающей запятой в составе микроконтроллера Piccolo.
- Новые функции, такие как USB, VCU (блок Verterbi Complex Math Unit), CLA, захват с высоким разрешением.
- 256 кбайт flash-памяти, 100 кбайт оперативной памяти по цене, начинающейся менее чем с \$5.

Что предлагают нам новые устройства Piccolo™

Эти новые устройства представляют собой большой объём памяти и выбор периферии для семейства Piccolo™. Но важнее всего то, что они приносят в серию микроконтроллеров Piccolo™ новые технологии и вычисления с плавающей запятой.

Микроконтроллеры Piccolo, впервые представленные в 2008 году, представляют собой решения управления в реальном времени для низкобюджетных применений. Серия Piccolo получила своё название за:

- Компактный размер — начиная от 7×7 мм.
- Низкую стоимость.
- Высокий уровень аналоговой интеграции — генераторы, схемы сравнения, BOR/POR, регуляторы напряжения, ADC.

Контроллеры серии F2806x позволяют использовать новые периферийные устройства:

- Новая технология VCU для комплексных вычислений, таких как FFT, декодирование по Витерби и CRC.
- Новая технология CLA предоставляет второе вычислительное ядро с независимым доступом к периферийным устройствам для поддержки нескольких независимых схем управления, а также дополнительных вычислительных мощностей.
- Новая технология — захват с высоким разрешением (HRCAP).
- Хост USB 2.0 впервые в микроконтроллерах серии C2000.
- DMA, McBSP, FPU впервые в микроконтроллерах Piccolo.

Доступные инструменты

Сегодня вам доступна недорогая отладка controlSTICK, позволяющая провести мгновенную оценку на вашем компьютере с применением технологии plug-and-play. Модуль controlSTICK F28069 содержит в своём составе эмулятор, что делает его полноценным комплектом разработки, совместно с интегрированной средой разработки Code Composer Studio™ и средством графического программирования от корпорации TI, по уникальной цене в \$39. Кроме того, сегодня вам доступен набор экспериментатора, включающий модуль controlCARD F28069. ControlCARD также продаётся отдельно, и его можно включить в любой совмести-

мый набор оценки и применить в готовом приложении.

Доступное ПО

Программное обеспечение для серии Piccolo™ F2806x доступно в составе комплекта ПО controlSUITE™. Он включает комплект поддержки устройств, математические и прикладные библиотеки, примеры проектов, а также комплекты ПО инструментов разработки и аппаратного обеспечения. Вы можете скачать ПО controlSUITE по адресу www.ti.com/controlsuite.

Блок Verterbi Complex Math Unit (VCU)

Блок Viterbi Complex Math Unit значительно (до 7,5 раза) снижает время выполнения типичных операций комплексных вычислений благодаря новому набору инструкций, оптимизированных для алгоритма Витерби, комплексных вычислений и вычислений CRC. Блок VCU может использоваться во множестве применений, но особенно он полезен в протоколах связи по линиям электросети (PLC), требующих надёжного кодирования и фильтрации сигнала ввиду насыщенной электрическими шумами среды.

В каких применениях он используется

Микроконтроллеры серии F2806x идеально подходят для применения в схемах управления с высокой нагрузкой или для применений, которым требуются дополнительные функции связи по линиям электросети или USB.

Таблица

Средства разработки	Стоимость (\$США)*
Piccolo F2806x controlSTICK [TMD528069USB]	39
Набор экспериментатора Piccolo F2806x [TMD5DOCK28069]	99
Piccolo F2806x controlCARD [TMD5CNC28069]	59
Изолированная controlCARD Piccolo F2806x [TMD5CNC28069]	85
Набор разработчика модема линии передачи данных по электросети [TMD5PLCKIT-V3]	599

* Цена действительна при заказе на сайте производителя



Рисунок. Микроконтроллеры *Piccolo™ F2806x*. Низкобюджетное решение для вычислений с плавающей запятой, совмещённое с управлением в реальном времени

- Промышленные системы. Сервоприводы переменного тока, инверторы, ЧПУ, схемы управления приводами и моторами, освещение, устройства управления технологическим процессом.
- Преобразование напряжения. HEV/EV, солнечная/возобновляемая энергия, мониторинг и защита.
- Интеграция в оборудование связи по линиям электросети. Солнечная энергия + PLC, освещение + PLC, HEV + PLC.
- Приложения прецизионного управления. Опытные образцы и инструменты уже доступны. Для того чтобы заказать образцы устройства, посетите страницу продукта микроконтроллеров серии F2806x по адресу: www.ti.com/product/tms320f28069. Для заказа модулей оценки на базе F2806x посетите сайт: www.ti.com/c2000tools.

Таблица конфигураций микроконтроллеров *Piccolo F2806x* с функцией вычислений с плавающей запятой

Новые устройства	Процессор				Память, кбайт			Интерфейсы управления						Порты связи						Напряжение ядра, В	Контакты GPIO	Генератор тактовой частоты/регулятор, встроенный в кристалл	Контакт/Корпус				
	Скорость, МГц	VCU	Блок DMA	CLA	RAM	Flash	ROM	Каналы ШИМ	ШИМ высокого разрешения	Импульсный датчик	Захват событий	Таймеры*	12-битные каналы АЦП /Время преобразования, нс	Компараторы	USB (хост)	McBSP	I ² C	UART / SCI	SPI					Lin	CAN	Внешняя шина памяти	
TMS320F28069	90	Да	Да	Да	100	256	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28069	90	Да	Да	Да	100	256	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28068	90	Да	Да	-	100	256	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28068	90	Да	Да	-	100	256	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28067	90	-	Да	-	100	256	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28067	90	-	Да	-	100	256	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28066	90	-	Да	-	68	256	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28066	90	-	Да	-	68	256	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28065	90	Да	Да	Да	100	128	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28065	90	Да	Да	Да	100	128	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28064	90	Да	Да	-	100	128	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28064	90	Да	Да	-	100	128	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28063	90	-	Да	-	68	128	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28063	90	-	Да	-	68	128	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP
TMS320F28062	90	-	Да	-	52	128	Загрузка	15	6	1	3	12	12/289	3	0-1	1	1	1	2	2	-	1	-	3,3	40	Да/Да	80 LQFP, 80 HTQFP
TMS320F28062	90	-	Да	-	52	128	Загрузка	19	8	2	7	16	16/289	3	0-1	1	1	2	2	2	-	1	-	3,3	54	Да/Да	100 LQFP, 100 HTQFP

Все устройства доступны в квалификации AEC-Q100 (125 °C) с максимальным температурным режимом.

* Таймеры включают таймеры ЦП, ШИМ, eCAP и сторожевой таймер.

Микроконтроллеры для продвинутых решений в сфере освещения

Решения для освещения с микроконтроллерами от корпорации TI предоставляют разработчикам эффективные, гибкие и масштабируемые управление и контроль

Интеллектуальное освещение – это возможность снизить количество используемого света и/или энергии таким образом, чтобы правильное количество света попадало именно туда, где он необходим. Освещение с цифровым управлением с применением микроконтроллеров позволяет разработчикам пользоваться преимуществами уникальных характеристик светодиодов и других источников света для разработки эффективных, масштабируемых и гибких структур интеллектуального освещения. Благодаря цифровому управлению разработчики могут масштабировать и легко подстраивать конструкцию под несколько применений, максимально используя возможности многократного использования и снижая время разработки. Цифровой подход также позволяет внедрять

в ПО множество аппаратных функций, таких как мягкий запуск, поддержка и смещение фазы ШИМ, устраняя дополнительные компоненты, а также снижая стоимость и сложность системы. Решения корпорации TI в сфере связи и управления предназначены как для проводных, так и для беспроводных систем, поддерживающих широкий спектр стандартов связи. TI предлагает широкий спектр решений с микроконтроллерами для ваших нужд по созданию осветительных конструкций на основе светодиодов и других технологий, в форме демонстрационных платформ и комплектов разработки. В таблице представлены решения, доступные на сегодня.

Основные преимущества:

- Поддержка протоколов связи, являющихся стандартом для

индустрии. Связь по линиям электросети (PLC), DALI, DMX512, ZigBee®, 6LoWPAN и многих других.

- Гибкость и масштабируемость структуры, предоставляющие максимальные возможности многократного использования и снижения стоимости.
- Высокоэффективное управление светодиодами и другими источниками света.
- Интеллектуальное управление освещением даёт интеллектуальным структурам освещения возможность управлять стабильностью светового потока, повышая надёжность и срок службы светодиодов.
- Интеграция питания посредством цифрового питания для адаптируемой структуры полной системы с меньшим количеством компонентов.
- Ускорение разработки с помощью широкого выбора средств и комплектов оценки.

Таблица

Решение/Протокол	Продукт	Инструмент/Комплект	Для получения более подробной информации
DALI	MSP430™ MCU/ Piccolo™ (C2000™ MCU)	TPS62660 LED-338 EVM TMDSIACLEDCKIT	www.ti.com/daliappnote
DMX512	MSP430 MCU/ Stellaris®/ Piccolo (C2000™ MCU)	DMX512, примечание к приложениям. Разработка третьих сторон TMDSIACLEDCKIT	MSP430 – демонстрационный код и пример структуры доступны по запросу на сайте www.ti.com/technicalsupport ; Stellaris – доступен через третью сторону Golden IC Technology Co., Ltd. support@golden-ic.com
Связь по линиям электропередачи	Микроконтроллеры C2000	TMDSPLCKIT-V3 TMDSIACLEDCKIT	www.ti.com/plc
ZigBee® / 802.15.4	MSP430F54xxA	Плата экспериментатора MSP430F5438	www.ti.com/msp430f5438
6LoWPAN	CC430 (Микроконтроллер MSP430 + низковольтный радиочастотный передатчик)	Структура третьей стороны	Доступен через третью сторону Sensinode, www.sensinode.com/EN/contact
Питание цифровой части	Piccolo (Микроконтроллер C2000)	TMDSDCDCLEDKIT TMDSRGBLEDKIT TMDSIACLEDCKIT	www.ti.com/led_devkit www.ti.com/rgb_led www.ti.com/tool/tmddiacledcomkit
Управление цифровым сигналом (с несколькими ШИМ)	Stellaris LM4F	Комплект оценки, имеющий до 40 выводов ШИМ	www.ti.com/cortexm4f
Решения для управления, измерения и затемнения	Микроконтроллер MSP430	Комплекты разработки и оценки	www.ti.com/msp430

Цифровое управление светодиодами с помощью микроконтроллера позволяет разработчикам использовать все преимущества уникальных характеристик светодиодов. Микроконтроллеры реального времени серии C2000™ и Piccolo™ от TI могут выполнять все функции управления питанием, необходимые для осветительного продукта, предоставляя гибкость в разработке региональных продуктов или быстрых примеров разработки. Микроконтроллеры оборудованы низкочастотным суммирующим блоком для дополнительных полосок светодиодов, высоким коэффициентом затемнения, более 20000:1, и высокой частотой ШИМ-затемнения, более 100 кГц. Цифровая связь реализуется проводными или беспроводными средствами связи

Создавайте интеллектуальные осветительные продукты с помощью микроконтроллеров Piccolo:



- Независимое затемнение 6 полосок светодиодов.

- Поддержка протоколов связи, включая:
 - DALI, DMX512 и связь по линиям электросети (PLC).
 - Интеллектуальное управление силовым каскадом, освещением и связью с помощью микроконтроллера.
- Полный пример структуры с питанием от сетей переменного тока. Комплект светодиодного освещения от линии переменного тока и связи Piccolo TMD51ACLEDCKIT.

посредством нескольких различных стандартов связи, включая 6LoWPAN и связь по линиям электропередачи. Корпорация TI предлагает решения с микроконтроллерами для любых нужд разработки и управления све-

одиодными конструкциями, включая демонстрационные платформы и комплекты разработки.

Для получения более подробной информации посетите сайт www.ti.com/led.

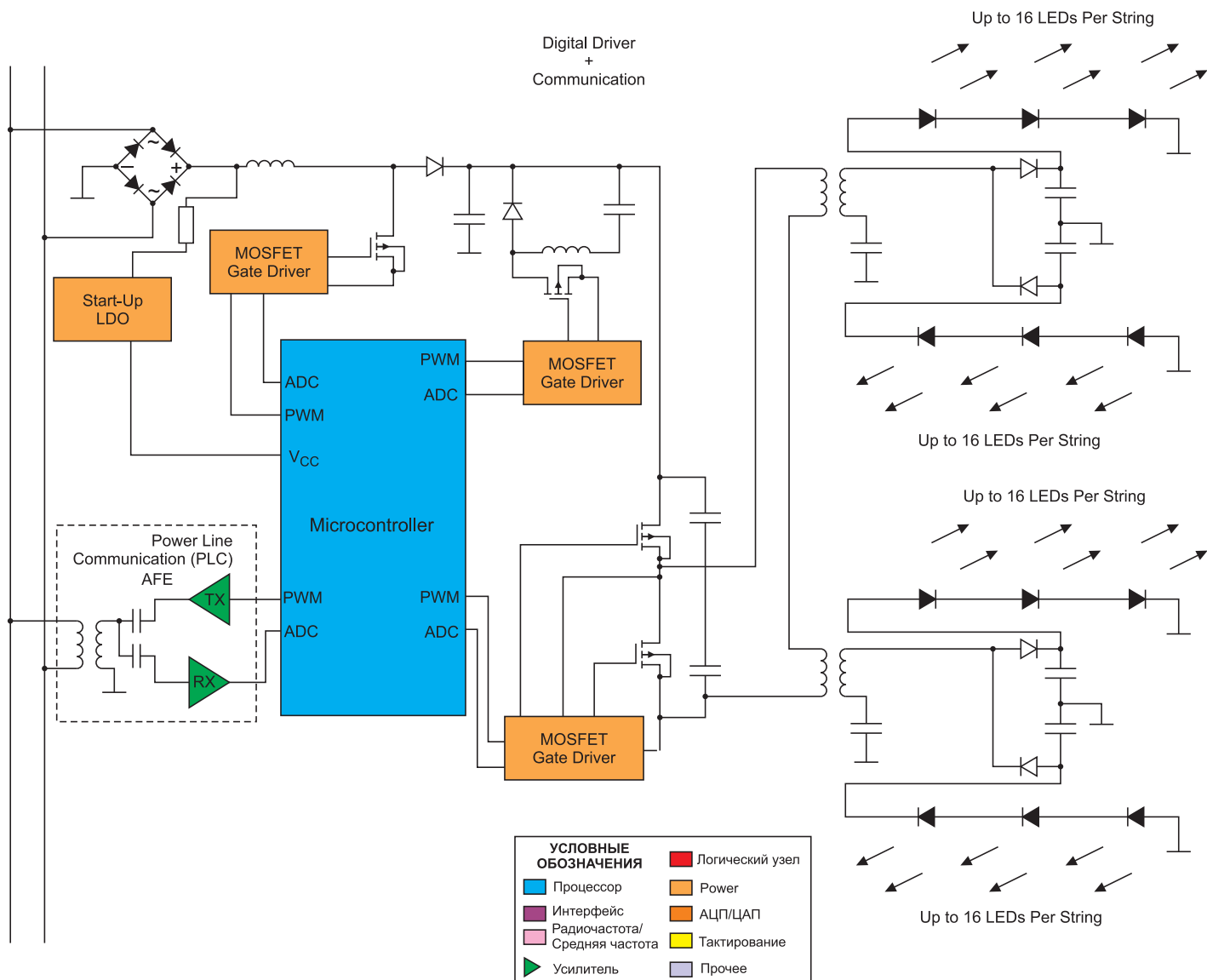


Рисунок. Продвинутое решение для освещения с использованием микроконтроллера: светодиодный трансформатор с несколькими полосками

Измерение углового положения становится компактнее, надёжнее и точнее с интерфейсом датчика углового положения, обладающим наибольшей степенью интеграции в отрасли

Новый преобразователь сигнала датчика углового положения в цифровые сигналы позволяет сэкономить до 50% пространства на печатной плате и сократить затраты на комплектующие изделия в автомобильных и промышленных системах



TI представила первый в отрасли интерфейс датчика углового положения с интегрированным стабилизатором питания, усилителем устройства возбуждения и функциями обеспечения безопасности работы. Новое устройство способно одновременно возбуждать катушку датчика углового положения и рассчитывать угол поворота и скорость вращения вала электродвигателя без внешних компонентов, необходимых конкурирующим решениям. Архитектура преобразователя сигнала датчика углового положения в цифровые сигналы PGA411-Q1 помогает разработчикам повысить точность системы и устойчивость окончательного оборудования, такого как тяговые преобразователи тока для гибридных автомобилей или электромобилей (HEV/EV), электроусилители руля, встроенные старт-стопные генераторы, устройства управления промышленными серводвигателями переменного тока и устройства управления роботами-манипуляторами.

Основные особенности и преимущества PGA411-Q1:

- **Высокий уровень интеграции:** PGA411-Q1 снижает затраты на комплектующие изделия и сокращает требуемое место на печатной плате на 50%, позволяя отказаться как минимум от 10% внешних и пассивных компонентов. Его встроенный усилитель устройства возбуждения, повышающий преобразователь высокого напряжения с защитой от КЗ и программируемые пороги обнаружения отказов и фильтры позволяют PGA411-Q1 поддерживать широкую линейку датчиков углового положения с эффективным напряжением 4 и 7 В и зачастую исключают необходимость внешних электрических схем.

- **Усовершенствованные функции обеспечения безопасности работы:** встроенная функция самопроверки (BIST) выполняет самопроверку аналоговых и логических компонентов автоматически после запуска устройства, позволяя улучшить обнаружение скрытых неисправностей. Самопроверка и встроенная диагностика в значительной степени снимают необходимость внешней защиты и позволяют инженерам разрабатывать системы, соответствующие требованиям сертификации безопасности функционирования уровня полноты безопасности автомобиля (ASIL) D в соответствии со стандартом Международной организации по стандартизации (ISO) 26262, в отличие от конкурирующих решений.
- **Архитектура, обеспечивающая точность и устойчивость системы:** архитектура устройства обеспечивает функции защиты от превышения допустимого напряжения, недостаточного напряжения и перегрева, а также включает разделение силовых блоков и блоков высокого напряжения с одной стороны, и других частей устройства, таких как аналоговый входной блок (AFE), которые можно легко повредить, — с другой. Кроме того, встроенные компараторы AFE устраняют необходимость во внешнем аналого-цифровом преобразователе, что способствует повышению устойчивости благодаря уменьшению влияния шума дискретизации на входные сигналы от датчика.
- **Сокращение времени, требуемого для инженерно-технической поддержки:** встроенные программируемые функции, такие как внутренняя система тактирования, AFE и расширенные функции диагностики и защиты, позволяют инженерам настроить устройство для поддержки именно нужных им датчиков углового положения и систем. Разработчики могут легко изменять внутренние параметры и переходить на новые платформы не прилагая серьезных усилий, которые обычно требуются при доработке аппаратной части или отладке новой системы.

Конструкция, обеспечивающая резервирование системы обеспечения безопасности работы

Разработчики могут сочетать преобразователь сигнала датчика углового положения PGA411-Q1 с микроконтроллерами C2000™ F28379 (MCU) TI и технологией позиционного управления приводом DesignDRIVE Position

Manager для резервирования функций обеспечения безопасности работы. Технология DesignDRIVE Position Manager даёт инженерам доступ к базовым функциональным возможностям, необходимым для взаимодействия с датчиками углового положения, экономя время, затрачиваемое на разработку, поддержку и испытания устройств в составе промышленных сервоприводов и приводов с частотными преобразователями.

PGA411-Q1 пополняет растущую линейку инновационных измерительных устройств Texas Instruments, которые обеспечивают эксплуатационные характеристики, точность и энергопотребление, требующиеся от измерительных устройств.

Инструменты и средства ускорения разработки

Инженеры могут легко и быстро оценить эксплуатационные характеристики преобразователя PGA411-Q1 с по-

мощью оценочного модуля (EVM). Оценочный модуль PGA411-Q1 EVM можно приобрести непосредственно в корпорации TI или у её авторизованных дистрибьюторов по цене \$149*. Разработчики также могут оценить пригодность данного устройства для их систем с помощью базовой разработки от TI: базовая разработка автомобильного преобразователя сигнала датчика углового положения в цифровые сигналы для системы обеспечения безопасности.

Корпус, наличие и цена

В настоящее время PGA411-Q1 выпускается в 64-контактном высокотемпературном корпусе HTQFP PowerPAD™ и продаётся по цене от \$12,96 при объёме партии 1000 штук.*

* Цена действительна при покупке на сайте TI.

www.ti.com/PGA411-Q1

Типовой проект однофазного двухрежимного инвертора

TI рекомендует законченный типовой проект однофазного инвертора (DC/AC), построенного на базе микроконтроллера F28377D семейства C2000. Инвертор поддерживает два режима работы. Первый – «классический» преобразователь частоты, применяемый для управления электроприводом, или в т. н. Grid-tie-инверторах, то есть устройствах для возврата в электросеть избыточ-

ной энергии, полученной, например, от солнечной батареи. Второй режим – это режим, обычно используемый в устройствах бесперебойного питания (UPS).

Программное обеспечение проекта поддерживается средой powerSUITE framework, которая позволяет адаптировать ПО и настраивать характеристики управления с использованием таких инстру-

ментов, как Compensation Designer и SFRA (Power Supply Software Frequency Response Analyzer Tool). Высокоэффективное и интуитивно понятное ПО делает данный проект весьма привлекательным для инженеров, проектирующих инверторы для UPS или приложения альтернативной энергетики.

Основные характеристики:

- Входное напряжение: переменное 220 В или 110 В, постоянное 380 В.
- Выходная мощность до 600 ВА.
- КПД до 98%.

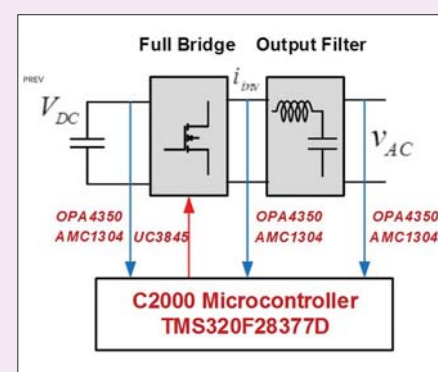
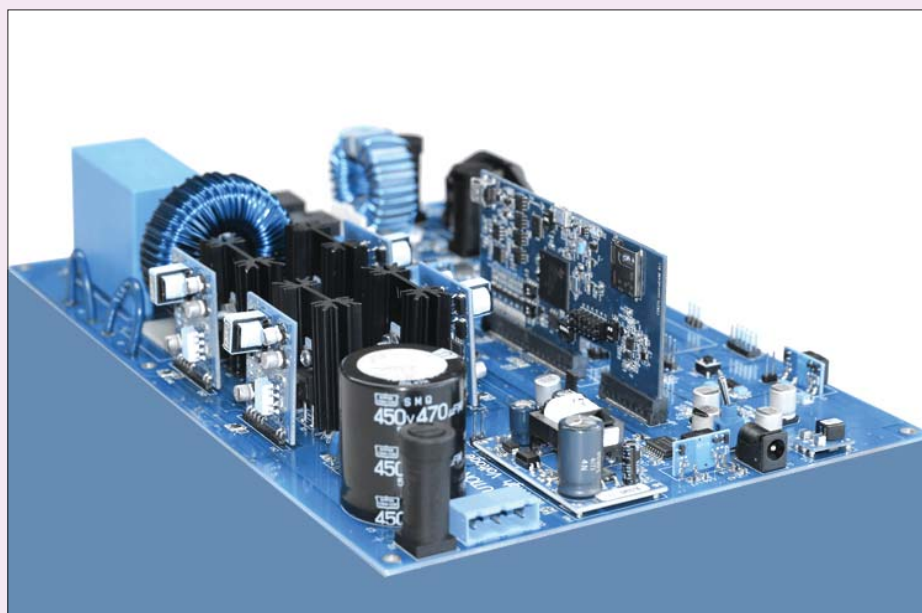


Рисунок. Блок-диаграмма инвертора

www.ti.com

Окончание.

Начало в №2-2016 бюллетеня «Компоненты Т1»

Испытания герконовых переключателей и реле на надёжность

Надёжность и конструкция герконовых контактов

Ничто другое в проектировании герконовых переключателей не является более спорным вопросом, чем конструкция контактов переключателя. Какое покрытие контактов следует использовать? Рутениевое, родиевое или иридиевое? Следует ли его наносить гальванизацией или напылением? Какова правильная толщина покрытия? Как выбранное покрытие будет вести себя при пусковых токах и других жёстких нагрузках? Какую структуру слоёв следует использовать? Корпорация Coto Technology имеет многолетний опыт оценки таких вопросов. Мы уверены, что напылённое рутениевое покрытие является наилучшим вариантом для всех применений в области АТЕ. Твёрдость и высокая точка кипения рутения по сравнению с другими металлами платиновой группы обеспечивают превосходные характеристики износа и устойчивости к залипанию контактов. Нанесение рутения напылением – более медленный и дорогостоящий процесс, чем нанесение электролитического покрытия, обычно используемое изготовителями переключателей, однако оно даёт превосходную надёжность контактов, устраняя примесные включения. Эти качества были продемонстрированы контролируемые одновременными испытаниями герконовых переключателей Coto и переключателей, изготовленных нашими конкурентами. Недавнее независимое исследование подтверждает эти выводы

Ошияма и др. [5] пришли к выводу, что перенос металла в условиях горячего переключения является главной причиной отказов в виде залипания и что переключатели с рутениевыми контактами были в семь раз меньше подвержены этому эффекту, чем переключатели с родиевыми контактами.

Системы для испытания реле

К системам для испытания долговечности реле предъявляются уникальные требования, включая необходимость быть более надёжными, чем испытываемые ими устройства. По причине уникальных требований к системам для испытания долго-

вечности реле корпорация Coto Technology в 1980 г. разработала и создала свой первый специализированный тестер долговечности и с тех пор несколько раз модернизировала систему. Теперь у Coto есть шесть тестеров под названием Coto System 300, установленных в штаб-квартире корпорации на Род-Айленд в США и на производстве в Мехикали в Мексике (рисунок 2).

Каждая система имеет 32 испытательных канала, способных испытывать герконовые переключатели при нагрузках, которые могут варьировать от 0,03 В, 1 мА (30 мкВт) до 60 В, 1 А (60 Вт). Вспомогательные модули формирователей позволяют использовать нагрузки до 150 В, 10 А (1500 Вт) или 1000 В, 10 мА (10 Вт). Модульные съёмные платы нагрузок позволяют настраивать резистивные, емкостные, индуктивные или гибридные нагрузки (рисунок 3).

Частота испытательных циклов обычно устанавливается равной 200 Гц или разворачивается с шагом 10 Гц до диапазона в 255 Гц. Мягкие залипания и пропуски проверяются в каждом цикле переключения. Если обнаруживается любое из них, система ждёт 0,5 с и проверяет, присутствует ли всё ещё отказ, и регистрирует жёсткое залипание или жёсткий пропуск, если таковой имеется. Кроме того, через запрограммированные интервалы выполняются параметрические измерения сопротивления контактов; эти показатели могут быть впоследствии использованы для построения графика с целью оценки деградации сопротивления контактов в ходе выполненного испытания на долговечность.



Рисунок 2. Coto Technology System 300.
Система для испытаний долговечности реле

Зарегистрированные данные по долговечности экспортируются в формат Microsoft Excel для последующей обработки статистических показателей надёжности с помощью коммерческих программных средств для оценки надёжности.

У Coto также есть специализированное оборудование для испытаний на надёжность, которое может испытывать отдельные реле при ВЧ-нагрузках в диапазоне частоты свыше 20 кГц и до 1 МГц, при нагрузках до 300 В, 6 А. Такие реле обычно используются в радиовещании и медицинском оборудовании. Камера для испытаний на воздействие окружающей среды компании Coto также позволяет проводить испытания на долговечность при температурах от -40 до +150 °С в режимах статической или циклической температуры.

Получение высочайшей надёжности от своих герконовых реле

Вы приняли решение использовать герконовые реле в своём следующем коммутационном проекте и выбрали, какое изделие Coto представляется вам подходящим. Специалист по применению проверил ваше предполагаемое использование и подтвердил, что вы сделали наиболее подходящий выбор. Что вы можете сделать в ходе процесса проектирования, чтобы обеспечить получение максимальной надёжности? Вот несколько подсказок:

1. Холодное переключение, если это возможно. Это не всегда целесообразно, но если вы можете спроектировать свою систему так, чтобы реле переключались только тогда, когда ток выключен, срок службы реле значительно удлинится.
2. Избегайте реактивных нагрузок. Герконовые реле наиболее надёжны при переключении резистивных нагрузок. Высокие пусковые токи от ёмкостных цепей могут вызвать преждевременный отказ контактов или даже приваривание контактов, а индуктивные нагрузки могут вы-

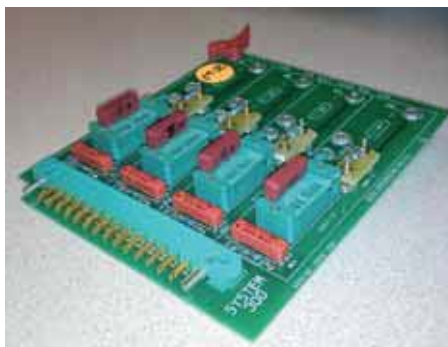


Рисунок 3. System 300. Плата нагрузок системы для испытаний на долговечность

- звать чрезмерное образование электрических дуг при размыкании. Обратитесь в компанию Coto за технической поддержкой, если вы предполагаете, что вам придётся переключать реактивную нагрузку.
3. Поддерживайте достаточное для переключения напряжение обмотки. Для реле с номинальным напряжением катушки 5 В обычно будет указано рабочее напряжение, при котором оно должно срабатывать, равное 3,8 В. Постарайтесь обеспечить, чтобы подаваемое на катушку напряжение было хотя бы на 25% выше, то есть 4,75 В. Это превышение на 25% будет гарантировать прочное замыкание контактов, увеличивающее срок службы реле.
 4. Магнитное взаимодействие. Если реле предполагается расположить на печатной плате вплотную друг к другу, позаботьтесь о том, чтобы они были ориентированы так, чтобы минимизировать магнитное взаимодействие. Обычно это означает ориентирование реле с противоположной полярностью. Оптимальные схемы расположения приведены в каталоге Coto.
 5. Используйте реле с оболочкой из чёрных металлов. Многие реле Coto предлагаются с металлическим экраном, который сводит к минимуму магнитное взаимодействие и поддерживает максимальное уплотнение. По возможности выбирайте реле с оболочкой.
 6. Поддерживайте низкую рабочую температуру. Сопротивление катушки герконового реле уве-

личивается на 0,39% при повышении температуры на каждый градус Цельсия. Если допустить, что вы используете источник питания катушки постоянного напряжения, повышение температуры на 50 °С приведёт к увеличению сопротивления катушки на 20% и к соответствующему снижению на 15% подаваемой на катушку мощности. Это снижает его превышение напряжения обмотки над порогом переключения и может снизить долговечность реле.

7. Поддерживайте напряжение катушки после замыкания реле. Избегайте использования таких ИС управляющей цепи реле, которые позволяют понизить напряжение катушки после того, как реле замкнётся, чтобы сэкономить энергию (или просто выключите запрограммированное снижение). У большинства маленьких герконовых реле недостаточная разница между напряжениями втягивания и отпускания, чтобы таким образом поддерживать превышение, и долговечность может пострадать.
8. Используйте для катушек реле независимый источник питания. Катушки реле являются индуктивными и могут отсылать по линиям питания потенциально опасные пиковые броски. Нормой хорошего проектирования является обеспечение независимого БП для катушек реле. Рассмотрите вариант внешнего подавления индуктивных пиковых бросков для всех реле, у которых нет встроенных диодов.
9. Запрограммируйте периодический тренировочный цикл (для реле формы С). Герконовые реле формы С, которые активируются только иногда, длительное время простаивают с нормально замкнутыми контактами. Это может иногда приводить к инерционности контактов, когда реле активируется в первый раз, или в редких случаях реле может остаться залипшим в нормально замкнутом положении. Программирование периодических всплесков срабатывания реле может значительно ослабить проблему.

Распределение Вейбулла и расчёт его параметров

Это распределение широко описывается в литературе по надёжности. Число циклов до отказа для выборки реле или переключателей аппроксимируется методами наименьших квадратов с использованием функции распределения Вейбулла с двумя параметрами $F(t)$, где

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\eta)^\beta}, \quad (5)$$

где $F(t)$ – функция ненадёжности, t – время или циклы до отказа, η и β – параметры распределения Вейбулла.

Это уравнение можно линеаризовать с помощью преобразований:

$$y = \log_e(\log_e(1/(1-F(t)))) \quad (6)$$

$$x = \log_e(t). \quad (7)$$

После линейной регрессии x по y наклон линии y наклон линии регрессии $= \beta$, а отрезок $= \beta \log_e(\eta)^{1/\beta}$.

При заданном числе циклов до отказа для определённой выборки реле значения $F(t)$ можно вычислить при помощи аппроксимации Бернарда для медианных рангов:

$$F(t) = (j - 0,3) / (N + 0,4), \quad (8)$$

где j – порядковый номер ранга для отказа, а N – общее число отказов. При обращении с цензурированными данными от образцов, которые прошли испытание без отказа, следует принимать специальные предосторожности.

МСBF изделия и его доверительные пределы после этого вычисляются исходя из подобранных параметров η и β . Параметр η (эта) – это ресурсная характеристика, или ресурс для 63,2% отказа. Параметр наклона распределения Вейбулла β особенно полезен, поскольку его величина связана с характеристиками износа испытываемого изделия. Значение $\beta < 1$ указывает на отказы типа «детской

Таблица 2. Вычисление гамма-функции [8]

Разложение в ряд 2 для $1/\Gamma(z)$			
6.1.34	$\frac{1}{\Gamma(z)} = \sum_{k=1}^{\infty} c_k z^k \quad (z < \infty)$		
k	Ck		
1	1.	00000	000000
2	0.	57721	56649 015329
3	-0.	65587	80715 202538
4	-0.	04200	26350 340952
5	0.	16653	86113 822915
6	-0.	04219	77345 555443
7	-0.	00962	19715 278770
8	0.	00721	89432 466630
9	-0.	00116	51675 918591
10	-0.	00021	52416 741149
11	0.	00012	80502 823882
12	-0.	00002	01348 547807
13	-0.	00000	12504 934821
14	0.	00000	11330 272320
15	-0.	00000	02056 338417
16	0.	00000	00061 160950
17	0.	00000	00050 020075
18	-0.	00000	00011 812746
19	0.	00000	00001 043427
20	0.	00000	00000 077823
21	-0.	00000	00000 036968
22	0.	00000	00000 005100
23	-0.	00000	00000 000206
24	-0.	00000	00000 000054
25	0.	00000	00000 000014
26	0.	00000	00000 000001

смертности», число которых потенциально можно сократить путём производственных усовершенствований или изготовления или отсеять отбраковочными испытаниями. Значения $\beta > 1$ более желательны, поскольку они указывают на нормальные механизмы износа после периода надёжной работы. Типовые значения β для герконовых реле обычно находятся в диапазоне от 1,5 до 4.

Описанное выше уравнение регрессии может быть подобрано при помощи программного обеспечения электронных таблиц общего назначения, такого как, например, Microsoft Excel. Однако обработка наборов данных с цензурированными данными недостаточно сложна. Такие имеющиеся в продаже программные пакеты, как Reliasoft Weibull++ [6] или Minitab [7], значительно упрощают вычисления, а также имеют встроенную возможность расчёта

таких дополнительных параметров, как доверительные пределы.

МСBF можно рассчитать исходя из шкалы Вейбулла [2] по формуле:

$$МСBF = \eta \Gamma(1+1/\beta), \quad (9)$$

где $\Gamma(z)$ – гамма-функция. Эта функция имеется в таблицах и легко вычисляется в электронной таблице с помощью разложения в ряд (таблица 2). Программное обеспечение Reliasoft Weibull++ имеет калькулятор МСBF, упрощающий работу.

Для получения дополнительной информации обращайтесь к менеджерам компании Сканти.

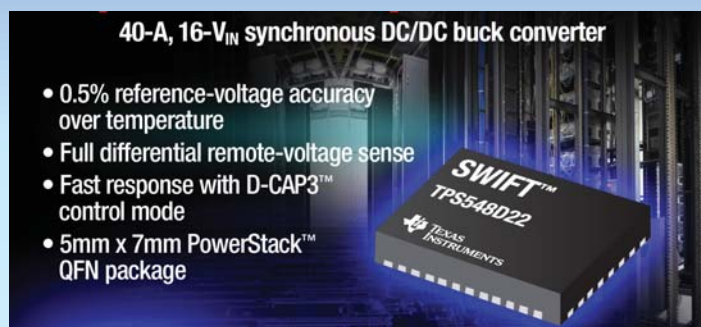
Литература

1. Weibull W. «A Statistical Distribution of Wide Applicability», J. Appl. Mech.18: 293-297 (1951).
2. Dodson B. Weibull Analysis, Milwaukee WI: American Society for Quality, 1994 (ISBN 0-07389-295-X).
3. Sutherland E. F. "Predicting Early Failure of Dry Reed Contacts", Proc. 25th Annual Relay Conference, Oklahoma State University, April 26/27, 1977.
4. Gusciora R. H. "A Statistical Study of Contact Attributes and Reed Relay Life", Proc. 27th Annual Relay Conference, Oklahoma State University, April 24/25, 1979.
5. Oshiyama Y., M. Fukushima and F. Katada. "Life Time Diagnosis of Reed Relays Operated Under Hot Conditions". Proceedings of the 50th Int'l Relay Conference, Newport Beach, Ca., USA, April 14-17, 2003. pp. 4/1-4/5.
6. Reliasoft Weibull++ Version 7 (Reliability Statistics Software). Tucson AZ: Reliasoft Corporation. www.reliasoft.com.
7. Minitab Version 15 for Microsoft Windows (Statistical Software). State College PA: Minitab Inc. www.minitab.com.
8. Abramowitz, Milton; Stegun, Irene A., eds. (1972). Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables, New York: Dover Publications, ISBN 978-0-486-61272-0.

¹ Поскольку ошибки по времени до отказа больше ошибок оценок ненадёжности, общепринятой практикой является назначение логарифмического преобразования времени до отказа в качестве зависимой переменной и выполнение регрессии x по y , а не более привычной y по x . Также можно использовать другие методы для оценки параметров регрессии Вейбулла, такие как оценка по методу максимального правдоподобия (ММП). Подробные сведения приведены в документации к программному обеспечению Reliasoft Weibull++ [6] и документации к Minitab [7].

Преобразователь постоянного тока с входным напряжением 16 В и наибольшим в отрасли током 40 А

Понижающий преобразователь с топологией SWIFT™ от TI обладает истинно дифференциальной схемой дистанционного измерения напряжения



TI представила первый в отрасли 40-А синхронный преобразователь постоянного тока с входным напряжением до 16 В, обладающий истинно дифференциальной схемой дистанционного измерения напряжения. Выпускаемый в небольшом корпусе PowerStack™, понижающий преобразователь TPS548D22 с топологией SWIFT содержит встроенные МОП-транзисторы, что позволяет применять его для питания специализированных интегральных схем и цифровых сигнальных процессоров в приложениях с жесткими ограничениями по размерам. При совместном использовании с разработанным Texas Instruments программным инструментом WEBENCH® Power Designer микросхемы TPS548D22 дадут инженерам возможность ускорить проектирование и вывод на рынок своих устройств с высокой плотностью мощности, предназначенных для питания средств проводной и беспроводной связи, корпоративных и облачных вычислений, а также систем хранения данных. В преобразователе постоянного тока TPS548D22 использована запатентованная топология схемы управления D-CAP3™, содержащая цепи для истинно дифференциального дистанционного измерения напряжения и обеспечивающая точность опорного напряжения 0,5% во всем рабочем диапазоне температур в соответствии с требованиями к питанию современных процессоров, изготавливаемых по субмикронным технологиям. Читайте сообщение в блоге: «Использование преобразователей в высокоточных приложениях, локализованных к нагрузке».

Основные особенности и преимущества TPS548D22

- Встроенные силовые МОП-транзисторы верхнего и нижнего плеча с сопротивлениями открытых каналов сток-исток 2,9 и 1,2 мОм соответственно увеличивают плотность мощности и надёжность системы.
- Истинное дифференциальное дистанционное измерение напряжения улучшает стабилизацию выходного напряжения и повышает общую точность системы.

- Простой в использовании режим управления D-CAP3 с адаптивным временем включения позволяет достичь высокой точности и очень малого времени реакции на переходные процессы в нагрузке, не требуя частотной коррекции контура регулирования, что упрощает конструкцию и сводит к минимуму количество внешних компонентов. Подробнее о возможностях режима управления D-CAP3 можно узнать из статьи: «Устройство генерации пилообразного напряжения повышенной точности для модуляции D-CAP3».
- Безвыводной плоский квадратный корпус PowerStack (типа QFN) обеспечивает очень высокую плотность мощности и позволяет легко отводить тепло во внутренние земляные слои печатной платы через единственную площадку на нижней поверхности корпуса, при очень малом количестве межслойных переходов в печатной плате.
- К другим возможностям, помогающим обеспечить предсказуемую и надёжную работу, относятся внутренне реализованный плавный пуск, защита от пониженного входного напряжения и отключение при перегреве.
TPS548D22 – первый в семействе 40-А преобразователей, пополнивший линейку высокоточных преобразователей постоянного тока с топологией SWIFT корпорации Texas Instruments. Посмотрите видео «Источники питания, локализованные к нагрузке: преобразователи или контроллеры?», которое поможет Вам определить, подходит ли преобразователь с встроенными МОП-транзисторами для Вашей системы питания, локализованной к нагрузке. Загрузите также базовую разработку системы питания для коммутаторов Ethernet на предприятии с использованием TPS548D22.

Наличие, корпуса и цена

Микросхемы выпускаются в 40-выводных корпусах QFN типа PowerStack размером 5×7×1,5 мм и продаются по цене \$4,19 за штуку при объёме партии 1000 штук*. Принимаются заказы на оценочный модуль TPS548D22EVM-784.

Узнайте больше о линейке устройств TI для управления питанием. Получите больше информации о линейке SWIFT – высокоэффективных импульсных стабилизаторах с богатым набором функций со встроенными полевыми транзисторами.

*Цена действительна при покупке на сайте TI.

www.ti.com/tps548d22

AN-1952. Проектирование с использованием термопар

В 1821 году Томас Зеебек (Thomas Seebeck) открыл физическое явление, при котором, если соединить два разнородных металлических проводника по обоим концам и нагреть один стык, в термоэлектрической цепи создаётся постоянный ток. Если противоположный стык разомкнут, можно измерить напряжение, которое пропорционально разности температур между нагретым стыком (измеряемый, или «горячий спай») и разомкнутым концом (опорный, или «холодный спай»), по которому производится измерение. Данное физическое свойство, названное эффектом Зеебека, является основой термопарных датчиков.

Термопары имеют несколько преимуществ, делающих их популярными во многих применениях, таких как промышленность, медицина и бытовая техника. Термопары, по сравнению с другими популярными датчиками температуры, такими как удалённые диоды, терморезисторы и датчики на основе интегральных схем, являются наиболее выносливыми, наименее дорогостоящими и могут работать в самом широком диапазоне температур. Кроме того, они являются пассивными датчиками,

не требующими электрического возбуждения для работы, тем самым снижая сложность системы. Наряду со многими преимуществами важно полностью понимать их электрические характеристики при проектировании.

Термопарные датчики разделяют согласно различным методам калибровки (тип К, тип J и т. д.), основанным на типах разнородных металлов, используемых для создания спаев термопары. В зависимости от метода калибровки термопара будет иметь

чувствительность ($\text{мкВ}/^\circ\text{C}$), диапазон температур и кривую нелинейного напряжения в этом диапазоне температур. Например, тип К термопары имеет среднюю чувствительность приблизительно $41 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$ и рабочий диапазон от -200 до 1250°C . Кривые напряжения термопары являются нелинейными в их рабочих диапазонах температур, как видно на рисунке 1.

При проектировании с использованием термопар важно понимать, что они являются биполярными; это означает, что они могут генерировать положительное или отрицательное напряжение в зависимости от того, выше или ниже измеряемая температура, чем температура системы.

Как упоминалось ранее, напряжение, создаваемое термопарой, является относительным к разности температур между измерительным спаем, который находится в среде измерения, и опорным (холодным) спаем, который обычно находится в среде измерительной системы. Это означает, что термопара способна только распознать разность температур между двумя точками, но не имеет возможности измерить абсолютную температуру. Для того чтобы определить абсолютную температуру измерительной среды, необходимо определить температуру холодного спая и учесть её при расчёте абсолютной температуры. Данный метод называется «компенсация холодного спая» и выполняется при помощи температурного датчика, такого как LM94022 от корпорации Texas Instruments, в измерительной системе в непосредственной близости к холодному спаю. Этот температурный датчик должен иметь изотермическое

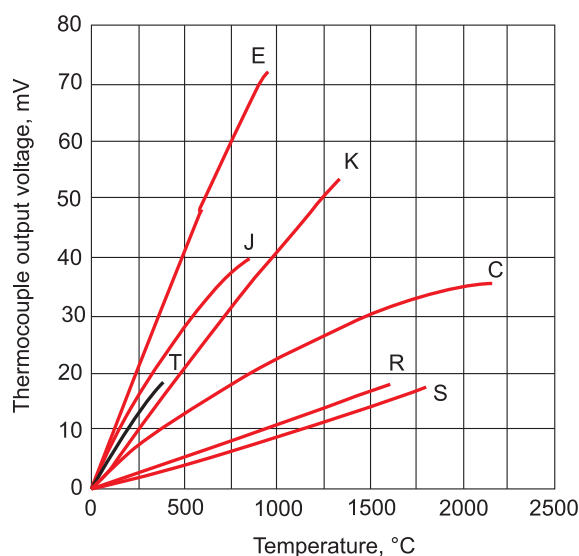


Рисунок 1. Выходное напряжение термопары по отношению к температуре

соединение с коммутационной панелью для снижения любых потенциальных перепадов температур.

Если конструкция использует температурный датчик на печатной плате, почему бы просто не использовать его в том же месте, где и термопара? Это возвращает нас к преимуществам датчика на основе термопары. Кремниевый датчик температуры нельзя расположить в печной камере при температуре 1000 °С. В связи с их характерной хрупкостью элементы термисторов не очень хорошо подходят для жёстких промышленных сред. Суть в том, что термопары имеют сочетание прочности, диапазона рабочих температур и стоимости, что не может быть превзойдено другими датчиками температуры.

В зависимости от диапазона температур и требований к точности в приложении, часто необходимо усилить сигнал термопары перед обработкой системой посредством аналого-цифрового преобразователя (АЦП) или микроконтроллера. Распространённой конфигурацией усилителя термопары является дифференциальный усилитель термопары (рисунок 2). Одним из очевидных преимуществ дифференциального усилителя является минимизация эффекта наводки синфазных помех, которые могут быть весьма значительными по длине проводов термопары в среде с помехами.

Если задать: $R_{F1} = R_{F2} = R_F$ и $R_{G1} = R_{G2} = R_G$, формула для усиления данного контура упрощается до $A_V = R_F/R_G$. Фильтрацию получаем, добавив C_{F1} и C_{F2} . Полагая, что $C_{F1} = C_{F2} = C_F$, определяем частоту НЧ-фильтрации с помощью следующей формулы:

$$f = 1/(2\pi R_F C_F).$$

Низкое напряжение смещения на выходе (V_{OS}), помехи низкого напряжения (e_n), высокий коэффициент ослабления синфазных сигналов и выходной сигнал с равной напряжению питания амплитудой (rail-to-rail) являются важными техническими характеристиками усилителя при данном применении. Типовой выходной сигнал термопары может находиться в пределах микровольт, таким образом, важно, чтобы напряжение смещения на выходе

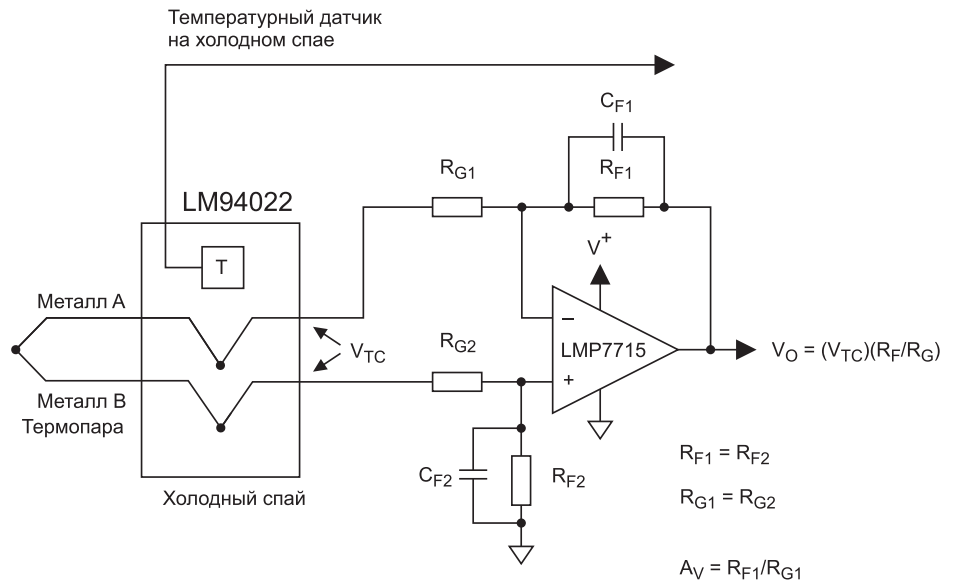


Рисунок 2. Дифференциальный усилитель термопары

и электрические помехи оставались на низком уровне и являлись несущественными по отношению к измеряемому сигналу. Наличие усилителя с высоким коэффициентом ослабления синфазных сигналов снижает потенциальное влияние синфазных помех, чаще всего встречающихся в окружающей измерительной среде. В дополнение, усилитель с выходным сигналом с равной напряжению питания амплитудой позволяет проектировщикам согласовать входной диапазон измерений АЦП, обеспечивая наилучшую возможность для того, чтобы увеличить доступные коды. Кроме того, выход усилителя rail-to-rail позволяет проектировщикам учесть полный входной диапазон АЦП, обеспечивая наилучшую возможность увеличить полезные коды. Усилитель, обеспечивающий превосходный показатель производительности по всем параметрам, — PowerWise™ LMP7715 (прецизионный усилитель с низким уровнем шума). В качестве прецизионной части LMP7715 имеет максимальное напряжение смещения ± 150 мкВ при типовом дрейфе напряжения смещения ± 1 мкВ/°С. Этот операционный усилитель предлагает низкое напряжение помех 5,8 нВ/rtHz и имеет высокий коэффициент ослабления синфазных сигналов (100 дБ).

Для проектировщика зачастую является трудным измерить температуры, присутствующие в месте или рядом с расположением системы. Это происходит из-за того, что в данной

точке измерения термопара производит нулевое напряжение или близкое к нему и усилитель находится в режиме выходного насыщения — как известно, выходной сигнал rail-to-rail в точности не соответствует полному размаху напряжения.

В действительности выходной сигнал большинства усилителей может находиться в пределах десятков милливольт от шины питания. Так каким же образом выполняется данное измерение в общей системе с однополярным питанием? Можно добавить отрицательное напряжение смещения в данную систему при помощи инвертора с генератором подкачки, такого как LM7705 от TI — малощумящего генератора отрицательного напряжения смещения (рисунок 3). Данный чип с окружающими его компонентами будет производить $-0,23$ В и позволит измерять температуры вплоть до температуры вашей системы.

Рассмотрим случай, когда необходимо измерить температуры ниже температуры вашей системы. Как упоминалось ранее, термопара — это биполярный прибор. Когда измеряемая температура ниже температуры системы, термопара производит отрицательное напряжение, пропорциональное разности температур. Для того чтобы оставаться в пределах входного синфазного сигнала и избежать входного насыщения, необходимо добавить схему смещения уровня. Один из путей — буферизировать делитель резистора и подключить данную цепь к резистору R_F ,

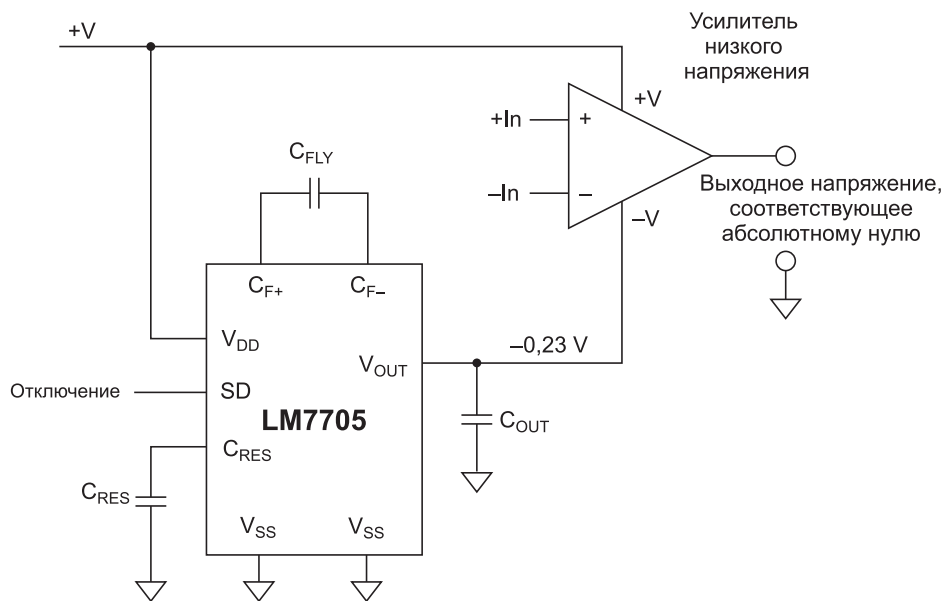


Рисунок 3. LM7705 – генератор отрицательного напряжения смещения

подключённому к неинвертирующему входу операционного усилителя (рисунок 4). Буфер имеет двойное назначение: первое – используется факт протекания минимального тока во входной цепи усилителя, что поддерживает стабильное напряжение резистивного делителя, и второе – обеспечивается низкоимпедансное сопряжение со схемой усилителя.

Онлайн-инструмент проектировщика датчиков (Sensor Designer online

tool от TI) WEBENCH® и поддерживающие оценочные платы используют все методы, рассмотренные в данном отчёте об эксплуатации. Используйте инструмент проектировщика датчиков (Sensor Designer tool) для выбора существующих термопар или для того, чтобы создать собственное исполнение; инструмент предоставит схему, подходящую датчику и соответствующую диапазону измерения температур. Инструмент также предо-

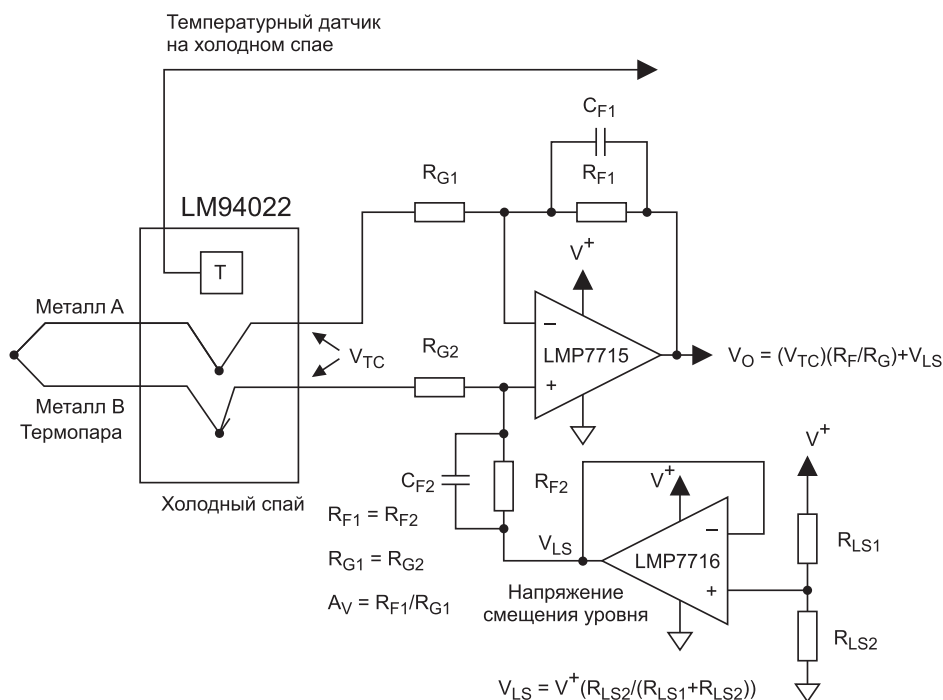


Рисунок 4. Контур смещения уровня

ставляет определение погрешности, перечень материалов, техническую документацию и возможность заказать поддерживающие оценочные платы. Инструмент позволяет с лёгкостью оптимизировать собственный замысел, предоставляя возможность менять датчики, усилители и АЦП, наряду с немедленным предоставлением новых определений погрешностей на основе новых параметров. Проектирование схемы, которая будет удовлетворять требуемым техническим характеристикам, – это просто и быстро. За более подробной информацией и для воплощения собственного замысла посетите сайт WEBENCH Sensor Designer: www.ti.com/ww/en/analog/webench/sensors/index.shtml.

Термопары являются популярными, так как это недорогие и износостойкие приборы, работающие в большом температурном диапазоне. При проектировании с использованием термопар следует помнить о типе прибора, чувствительности и о том, что данные приборы биполярны.

Конфигурация дифференциального усилителя является популярной схемой, позволяющей получить хорошие показатели коэффициента ослабления синфазных сигналов. В зависимости от требуемых нужд, возможно, появится необходимость добавить генератор отрицательного напряжения смещения или схему смещения уровня в контур. В связи с его низким шумом, низким напряжением смещения, высоким коэффициентом ослабления синфазных сигналов и возможностью получить выходной сигнал с равной напряжению питания амплитудой, усилитель PowerWise LMP7715 обеспечивает точный подбор приборов для эксплуатации термопар. Для ускорения процесса проектирования термопары WEBENCH Sensor Designer tool от TI позволяет проектировать от идеи до моделирования, от моделирования до создания опытного образца без лишних усилий.

Литература

1. SNOA544A. Последняя редакция. Май 2013 г. «AN-1952. Проектирование с использованием термопар».

Пауль Грох (Paul Grohe)

Проектирование фемтоамперных цепей с низкой утечкой

Часть 1



Данная статья даст представление о хитрых и необычных методиках, необходимых для успешного создания слаботочных цепей. Первая часть определяет и описывает схемы, которые переносят столь слабые токи. Она пояснит проблемы, которые возникают при проектировании этих цепей, и исследует применение методов экранирования и защиты. Во второй части выполнено исследование того, как выбор компонентов влияет на рабочие характеристики цепей с низкими утечками, и рассмотрено, какими путями помехи прокрадываются в схемы с низкими утечками. В третьей части приведены подробные методики проектирования плат и показан пример схемы с низкими утечками. Там также будет дано описание того, как проверить рабочие характеристики данных методик проектирования схем с низкими утечками.

Слаботочная аппаратура

Цепи, переносящие фемтоамперы тока (1 фемтоампер = 10^{-15} А),

имеют множество тонкостей, которые не учитывались бы при проектировании и компоновке обычных схемных решений. Если вы не обратите внимания на эти тонкости, цепь не достигнет минимально возможного разрешения и проявит склонность к дрейфу из-за компонентов, материалов и компоновки схемы. Знание ограничений и утечек в цепи, а также обеспечение способов их минимизации или устранения приведёт к улучшению рабочих характеристик схемы.

Мир токов ниже пикоампера уникален и играет по особому набору правил. В этом мире даже механические части конструкции могут стать частями электрической цепи. Проектирование работы схемы на уровнях долей пикоампера и фемтоамперов требует специальных методик и компромиссов, которых обычные уровни токов, как правило, не требуют. Незнание этих предосторожностей или пренебрежение ими могут привести к нескончаемой головной боли для проектировщиков. А инженеры-электронщики обнаружат, что они выступают также и в роли инженеров-механиков.

Для сведения: 1 А равен потоку $6\,241\,500\,000\,000\,000\,000$ или $6,24^{18}$ электронов/с; 1 пА, или 1^{-12} А, равен $6,24$ млн электронов/с; а 1 фА равен 1^{-15} А, или 6240 электронов/с. В мире пикоамперов есть три обычных врага: утечки токов, источники помех и паразитная ёмкость. Хорошая слаботочная схема должна сводить к минимуму воздействия этих постоянных врагов и находить баланс между оптимальными рабочими характеристиками и технологичностью производства. Вам по-

надобятся специальные методики и материалы, которые могут быть несовместимы с обычными технологическими маршрутами.

Многие цепи с высоким полным сопротивлением зачастую проходят напрямую на вход усилителя при отсутствии каких-либо параллельных резистивных соединений. Примерами таких цепей служат датчики кислотности, усилители газоанализаторов, медицинские датчики, схемы выборки и хранения, а также инструментальные усилители на трёх ОУ. Цепи могут иметь полные входные сопротивления в тераомном диапазоне. На таких низких уровнях токов зачастую используется усилитель напряжения, управляемый током, или преобразователь тока в напряжение. Вы обнаружите такую конфигурацию цепи в неинвертирующем усилителе, усилителях фотодетекторов, преобразователях тока в напряжение и схемах фотоэлектрических умножителей. Критически важными узлами являются узел инвертирующего входа усилителя и элементы его обратной связи. Ток утечки в этом узле определяет предельную точность такого устройства.

Цепи с более сильными токами, такие как низкочастотные фильтры и логарифмические усилители, также выигрывают от применения методик проектирования схем с низкими утечками. Они будут иметь расширенный динамический диапазон с повышенной минимальной точностью и меньший дрейф, чем неоптимизированные схемы.

Причины нарушений

Загрязнённые дорожки печатной платы могут вызвать утечку при сла-

бых токах. Грязь между дорожками и на изолирующем материале (не на самой дорожке или проводе) вызывает утечку, вызванную токопроводящей средой между двумя проводниками. Сама по себе сухая грязь может не вызывать проблемы. Однако сочетание грязи с влагой, солями и маслом становится способным проводить ток. Идея здесь проста: соблюдайте чистоту.

Влага является инициатором большинства проблем с утечками. Когда влага сочетается с солями из окружающей среды и другими загрязняющими веществами, её электропроводность увеличивается. Изоляция, печатные платы и другие гигроскопичные материалы впитывают влагу, снижая электрическое сопротивление материалов и вызывая увеличение утечек между проводниками.

Загрязнение между проводниками при наличии нужного сочетания материалов и влаги также может создать гальваническую пару. Влажная и солёная грязь между медной дорожкой и оцинкованным винтом или алюминиевым корпусом будет создавать ток между материалами. Этот ток вызывает погрешности измерений и коррозию материалов. Поскольку уровень влажности меняется в течение дня, в зависимости от сезона и географического положения, это создаёт базовую утечку, которую трудно устранить. Эти утечки меняются ежечасно, еженедельно или ежегодно, в зависимости от окружающей среды и сезона.

Частицы пыли и влага в воздухе по мере их перемещения над проводником создают за счёт трения небольшой заряд, поэтому следует защитить входную цепь от перемещающихся воздушных потоков. Позаботьтесь о том, чтобы охлаждающий воздушный поток от вентилятора не проходил прямо над чувствительными узлами. Воздушный поток может также вызвать накопление пыли и влаги на проводниках и компонентах.

Необходимо учесть в схеме свойства изолирующих материалов. Эти материалы входят в непосредственный контакт с низкоуровневыми сигналами, обычно это происходит через разъёмы, крепления или материал платы. В электронной промыш-

ленности большая часть обычных изоляторов – это оргстекло, стекло, керамика, ПВХ (поливинилхлорид), эпоксидная смола и тефлон. Каждый материал имеет свои слабые и сильные стороны. Сухой воздух является отличным изолятором. Нахождение проводников на открытом воздухе может обеспечить результаты с наименьшими утечками. Воздух имеет низкое напряжение пробоя, что ограничивает эту методику для областей применения с высоким напряжением. ПТФЭ (политетрафторэтилен) и ФЭП (фторированный этилен-пропилен), более широко известный как тефлон, имеют наилучшие характеристики по утечкам и высокому напряжению из всех обычных изолирующих материалов, но они дорогостоящие, мягкие и трудно обрабатываются. Тефлоновые платы стоят дорого из-за самого материала и необходимости дополнительных этапов в производственном процессе.

Керамика, хотя и является хорошим изолятором, обычно бывает пьезоэлектриком. Керамика самостоятельно генерирует заряд под действием механического напряжения или удара. Она также легко впитывает влагу, если не герметизирована или не покрыта глазурью. Стекло, хотя и является хорошим изолятором, проявляет некоторые пьезоэлектрические свойства, как у керамики. В корпусах ИС используется прессованное стеклокерамическое соединение, которое позволяет протекать токам менее 1 фА. Эпоксидная смола является прекрасным недорогим изолятором, однако она гигроскопична и со временем впитывает влагу. Во многих компонентах, разъёмах и изоляции проводов используется ПВХ, который может генерировать заряд, если его согнуть или потереть им о другой проводник, точно так же, как расчёсывание волос может порождать ток. Поэтому следует избегать изоляции из ПВХ во входной цепи и вблизи неё.

Может показаться логичным создать схему с минимально низкой утечкой на пластине из тефлона. Однако это может быть плохой идеей. Поскольку тефлон – хороший изолятор, любой попавший на его поверхность заряд будет рассеиваться медленно. Если вблизи находится

чувствительный узел, накопленный заряд будет приводить к медленному успокоению или дрейфу. Лучшим методом будет покрытие большой поверхностной площади защищённой токопроводящей плоскостью. Несмотря на то, что этот метод кажется контрпродуктивным по отношению к желанию получить низкую утечку, в целом следует свести к минимуму использование изоляторов. Изоляционный материал должен обеспечивать изоляцию, но использование слишком большого его количества создаёт поверхность для накопления излишнего заряда.

Для цепей низкого напряжения алюминиевая прокладка, накрытая сверху маленьким кусочком тефлоновой изоляции, работает лучше и стоит дешевле, чем использование полностью тефлоновой накладки. Если цепь будет работать с высокими напряжениями, вам нужна тефлоновая накладка из-за её улучшенных изолирующих свойств. В случае цепей переменного тока тонкий изолятор имеет повышенную паразитную ёмкость, которая может вызывать новые проблемы. Как во всём аналоговом проектировании, вам следует рассмотреть много компромиссных решений. Платы печатного монтажа оказывают большое влияние на проектирование для низких утечек, поскольку материал платы находится в непосредственном контакте со всеми узлами цепи.

Рабочие характеристики вашей схемы хороши лишь настолько, насколько хороши рабочие характеристики материала платы. Как и в случае РЧ-цепей, которые работают на гигагерцевых частотах, вы должны считать плату активным компонентом. Большая часть характеристик материала платы и методов её разработки фокусируются на изготовлении радиочастотных схем. Изготовители связывают спецификации материала платы с цепями, которые работают на этих скоростях. Они учитывают требования по низкому уровню тока, указывая объёмное удельное сопротивление. Спецификации изготовителя предназначены для исходного многослойного материала до обработки, а не готового изделия. Такое изделие является сэндвичем из ламинатов,

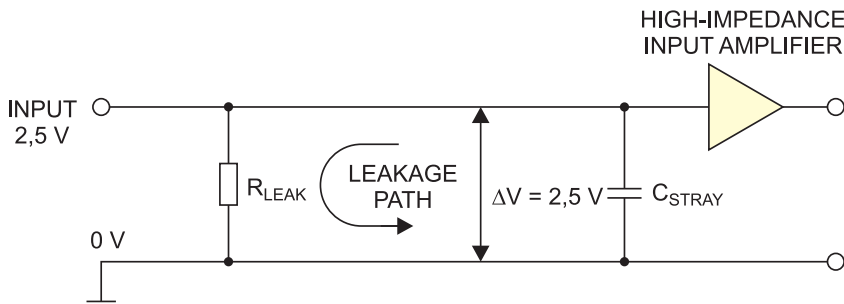


Рисунок 1. Схема цепи с входным напряжением 2,5 В и смещением 2,5 В в каналах паразитной ёмкости и утечек

скрепляющих клеев, наполнителей, паяльных масок и рисунков размещения компонентов, которые составляют плату.

Наиболее широко распространённым материалом печатной платы является FR4 (огнестойкий, тип 4), который содержит пропитанную эпоксидной смолой стеклоткань. Изготовители прессуют эту эпоксидную смолу под высоким давлением для образования прочной платы. FR4 имеет хорошие электрические свойства, но не является лучшим материалом для слаботочных цепей. Рабочие характеристики FR4 можно улучшить с помощью специальной компоновки и технологий разводки и изготовления платы.

Если рабочие характеристики важнее стоимости, можно использовать экзотические гибриды тефлона или керамики, такие как гибридные материалы для подложек Duroid корпорации Rogers, предназначенные для использования в сверхвысокочастотных или сверхвысокоскоростных цифровых схемах. Превосходные контролируемые диэлектрические свойства материала могут обеспечить в два или три раза меньшую паразитную

ёмкость и утечку, чем позволяя свойства FR4, но при двукратном-пятикратном повышении стоимости.

Платы также требуют специальных процессов изготовления и травления, которые могут оказаться неприемлемо сложными для некоторых цехов по изготовлению плат. Мягкий гнувшийся материал 3003 от компании Rogers, который является усиленным керамикой ПТФЭ, требует подложки для обеспечения механической прочности. Rogers 5880 (усиленный стеклом ПТФЭ) даёт наилучшие характеристики по слабому току и паразитной ёмкости, но он слишком хрупок и легко трескается. Можно создать гибридную плату из улучшенных материалов для критически важных слоёв и из FR4 для некритических слоёв и механической прочности. Однако такой подход является дорогостоящим и требует использования самого современного цеха по изготовлению плат.

Будьте осторожны при нанесении паяльной маски. Хотя паяльные маски обычно помогают снизить инфильтрацию влаги в материал платы, но при больших площадях тефлона могут возникнуть проблемы с по-

верхностным зарядом. Лучше будет использовать защитную зону в виде плоскости из чистой меди (без маски) вокруг чувствительных узлов. Во избежание окисления либо сделайте эту зону слоем пайки компонентов, либо позолотите или залудите её.

Экранирование, защита, ограждение

Вы подсоединяете проводом металлический экран, корпус или некое иное ограждение к заземлению или общему потенциалу. Однако при высоких полных сопротивлениях эти экраны создают проблемы с паразитной ёмкостью и утечками. Рассмотрим, например, цепь с входным напряжением 2,5 В и смещением 2,5 В в каналах паразитной ёмкости и утечек (рисунок 1). Напряжение 2,5 В на сопротивлении утечки создаёт ток утечки, а источник напряжения 2,5 В заряжает или разряжает паразитную ёмкость, на что требуется некоторое время, чтобы справиться с высоким полным сопротивлением источника, — а это влияет на время стабилизации измеряемой величины.

Защиты имеют большое значение в субпикоамперных схемах, поскольку они могут подавлять токи утечки на входе и большую часть ёмкости креплений. Вы запрашиваете защиту потенциалом, равным уровню входного сигнала. Для этого вы применяете буферизированный выход, идущий из измерительного усилителя. Эта защита работает как субэкран, окружающий и защищающий линии входного сигнала. Внешние утечки теперь втекают в защиту с низким полным сопротивлением вместо входных дорожек (рисунок 2). Такой метод даёт всего несколько милливольт разности потенциалов вместо 2,5 В между линиями, и через резистор утечки R_{LEAK} и конденсатор паразитной ёмкости C_{STRAY} протекают меньшие токи. В качестве бонуса защиты также снижают входную ёмкость благодаря эффекту самонастройки. Если этот метод будет применён правильно, он может нейтрализовать ёмкость крепления и кабеля. К сожалению, невозможно нейтрализовать ёмкость входного каскада усилителя.

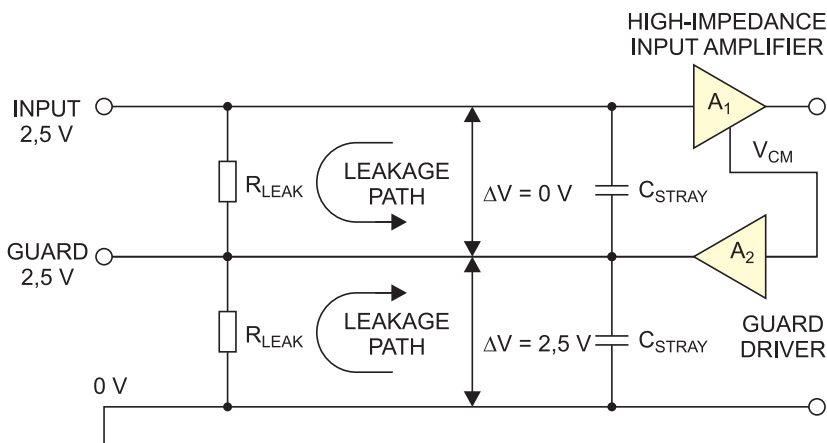


Рисунок 2. Схема защиты с низким полным сопротивлением, подавляющая внешние утечки на входе

Разместите входные дорожки и все чувствительные компоненты обратной связи на своей плате внутри периметра широких медных защитных дорожек (рисунок 3). Затем уберите из этой зоны паяльную маску, чтобы снизить поверхностные заряды. Буферный усилитель A2 управляет защитным контуром. В инвертирующих и трансимпедансных схемах вы доводите потенциал защиты до того же потенциала, что и узел неинвертирующего входа, и подаёте потенциал на неинвертирующий контакт буфера защиты. Неинвертирующий узел имеет низкое полное сопротивление, и буфер не оказывает воздействия на работу цепи. Защита должна закрывать всю входную секцию, инвертирующий узел и резистор обратной связи. Распространите её как можно дальше в цепь датчика без воздействия на его работу.

При проектировании неинвертирующего режима доведите потенциал защиты до того же потенциала, что и инвертирующий входной узел, — через буфер. Этот узел следит за входным сигналом посредством обратной связи усилителя. Примите меры, чтобы ёмкость входа буфера не вызвала образования пиков из-за ёмкостной нагрузки инвертирующего узла. Усилитель мощности защиты должен быть способен к единичному усилению и защищён от коротких замыканий и внешних перенапряжений. Полоса пропускания буфера должна быть немного шире полосы пропускания главной цепи, чтобы уменьшить ошибки фазового запаздывания. Избегайте пиковых выбросов в буфере защиты, чтобы предотвратить нестабильность системы. Заземлённый экран защищает цепь от внешних шумов и ЭМ-помех путём шунтирования помех на землю. Поскольку заземлённый экран, как правило, не отслеживает входное напряжение, он не подавляет ёмкости, порождаемой защитой.

В предыдущих примерах вы буферизировали линию защиты узла цепи с помощью отдельного усилителя, обеспечивая низкое полное сопротивление для управления экранами и защитами коаксиального кабеля. Если вам нужно защитить небольшое

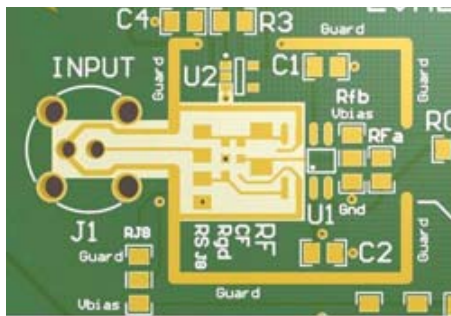


Рисунок 3. Размещение на плате входных дорожек и чувствительных компонентов обратной связи внутри периметра широких медных защитных дорожек

пространство, можно «извлечь» локальную защиту из противоположной входной клеммы. Не забывайте о том, что локальная защита также добавляет ёмкость в узел, к которому она подключается. Эта ёмкость может приводить к формированию пиков в конфигурациях неинвертирующих усилителей. Если противоположный узел имеет высокое полное сопротивление, защита может вносить внешние помехи в суммирующий узел, если только вы не экранируете саму защиту. Не используйте небуферизованную защиту для управления внешними схемами. Используйте её только для прилегающей зоны, окружающей устройство.

Имейте в виду, что защита — это не заземление, а заземление, как правило, не является защитой. Линии защиты не должны переносить никаких токов, кроме утечек, и с ними нужно обращаться, как с сигнальными линиями. Для эффективных схем используйте защиту и заземления совместно. Защита окружает входную дорожку, а заземлённые экраны предохраняют защиту от внешних помех. При компоновке платы разместите плоскость защиты или дорожки за-



Рисунок 4. Мультигигаомные резисторы в стеклянных корпусах

щиты под сигнальными дорожками. Соблюдайте осторожность, чтобы не слишком раздробить слой питания или заземления. Окружите входную цепь защищённым коконом с помощью металлических экранов на видимых сторонах компонентов и дорожках защиты в слоях под чувствительными узлами.

Вы должны заключить слаботочные цепи в герметизированную среду. При возможности вложите пакет с осушителем для поглощения любых признаков влаги. Точки входа, выхода и управления должны быть воздухонепроницаемыми. Для слаботочных измерений можно использовать триаксиальные кабели и разъёмы. Такой кабель содержит как наружный заземляющий экран, так и внутренний экран защиты вокруг центральной жилы, при этом защита доходит до точки измерения. В коммерческом испытательном оборудовании часто используются триаксиальные разъёмы BNC Trompeter серии 70. Agilent предпочитает стиль с тремя ушками, а Keithley — с двумя ушками.

Выбор компонентов. Воздействия, обусловленные выбором компонентов. Резисторы

Цепи с высоким полным сопротивлением по своей природе влекут за собой использование высокоомных резисторов (рисунок 4). Номиналы лежат в пределах от килоом до сотен мегаом и даже до десятков тераом.

Помимо обычных, связанных с резисторами ошибок, которых мы ожидаем, — обычного разброса номиналов и температурного коэффициента (tempco), — есть другие ошибки, которые имеют большое значение в этих цепях.

Высокоомные резисторы генерируют много шума (рисунок 5). Любимое тепловое уравнение м-ра Джонсона даёт очень большие числа при его решении для очень больших значений сопротивления. Резистор номиналом 10 МОм генерирует 2,4 мкВ п-п шума при ширине полосы пропускания всего 1 Гц. Резистор номиналом 1 ГОм

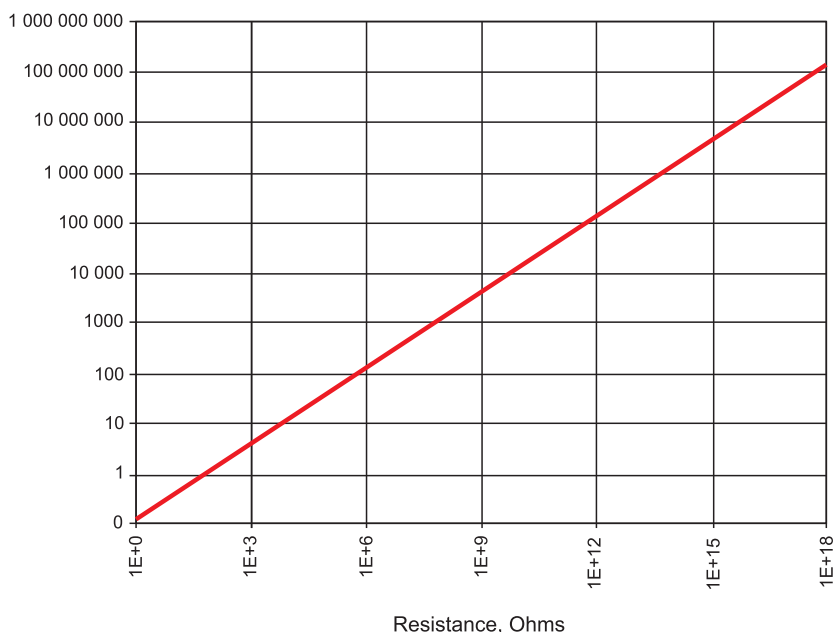


Рисунок 5. Тепловой шум резистора

генерирует 24 мкВ п-п шума при той же полосе пропускания — 1 Гц.

Быстрым способом приближённо рассчитать в нВ/Гц среднеквадратичный шум резистора при комнатной температуре (25 °С) является умножение квадрата сопротивления на 0,13 (или 0,128299): среднеквадратичный шум резистора в нВ/Гц = 0,13×sqrt(R). (Умножьте среднеквадратичное значение на 6, чтобы получить Vp-p.)

Во многих случаях вы обнаружите, что шум больше ожидаемого уровня полезного сигнала. Поэтому важно ограничить ширину полосы пропускания измерения только тем, что требуется. Каждый дополнительный герц ширины полосы пропускания просто добавляет больше шума.

Экзотические материалы, используемые в конструкции высокоомных резисторов, также могут вносить дополнительный шум, который может увеличивать теоретический шум. Нет ничего необычного в том, что реальный шум окажется немного выше того, что было рассчитано для значения сопротивления.

Резисторы также могут иметь значительную параллельную ёмкость. Типовой резистор мощностью 0,25 Вт может иметь ёмкость от 0,15 до 0,5 пФ, параллельную с резистором. При рассмотрении высоких полных сопротивлений имеет значение каждый пикофард, в особенности в случае контуров с высоким значением обратной связи.

Один из приёмов для снижения последовательно включённой ёмкости состоит в том, чтобы использовать несколько последовательно соединённых резисторов вместо одного резистора (рисунок 6). Таким образом, паразитные ёмкости располагаются последовательно.

Если один резистор номиналом 10 МОм имеет ёмкость 0,2 пФ, тогда два последовательных резистора номиналом 5 МОм имеют ёмкость 0,1 пФ, пять резисторов номиналом 2 МОм имеют ёмкость 0,04 пФ, а десять резисторов номиналом 1 МОм имеют ёмкость 0,02 пФ. При числе резисторов более пяти эффект падает. Резисторы должны быть спаяны непрерывной цепью и все размещены



Рисунок 6. Последовательно включённые резисторы для снижения ёмкости

над платой для получения наилучших результатов. Два или три резистора для поверхностного монтажа можно установить вертикально на одной контактной площадке.

Высокоомные резисторы также могут иметь коэффициент воздействия напряжения, когда значение сопротивления изменяется по мере увеличения напряжения на резисторе. Это наиболее очевидно при высоких напряжениях (> 100 В) и обычно не является большой проблемой для резисторов в цепи обратной связи со слабым сигналом, поскольку напряжения на них очень низкие или нулевые.

Некоторые из резисторов, в особенности мультигигаомных типов для поверхностного монтажа, изготавливаются на подложке из экзотических материалов и могут потребовать серебряного припоя или других особых предосторожностей при пайке. Очень внимательно изучите описание резистора и прочитайте замечания изготовителя по применению.

Не следует прикасаться к корпусам высокоомных резисторов, их следует очень осторожно брать за выводы во избежание попадания масел с рук на поверхности корпусов резисторов. Эти резисторы могут также иметь тонкое защитное силиконовое покрытие для герметизации от влаги, которое важно не повредить. Рекомендуется надевать перчатки, если нужно взяться за корпус резистора. Резисторы номиналами в тысячи гигаом, как правило, помещаются в стеклянный корпус для уменьшения утечек и защиты элемента. Снова внимательно прочитайте описание на предмет каких-либо предупреждений или инструкций по обращению и очистке.

Ёмкость

Есть два типа конденсаторов: умышленные и неумышленные. «Умышленные» конденсаторы — это те, которые вы намеренно устанавливаете в цепь, а «неумышленные» — это те, которые вы там не устанавливали, но которые естественным образом сопровождают каждый узел вашей цепи. Эти неумышленные конденсаторы известны как «блуждающие», поскольку каждый проводник,

обращённый к другому проводнику, является конденсатором.

Из-за сверхвысоких полных сопротивлений, обычно связанных со слабботочными измерениями ($> \text{ГОм}$), эффекты от паразитной ёмкости деталей и цепей весьма широко распространены и их нельзя игнорировать. Несколько пикофард паразитной ёмкости, о которых обычно не стоило бы и думать в «нормальной» цепи, могут стать большой неприятностью в цепях с высоким полным сопротивлением. Константы времени в мультигигаомном и пикофардном мире могут достигать секунд и даже минут.

Именно ёмкость компонентов и паразитная ёмкость монтажа, а не полоса пропускания усилителя, обычно будут диктовать окончательную ширину полосы пропускания узла. Поэтому минимизация паразитной ёмкости имеет решающее значение, если требуется какая-либо существенная ширина полосы пропускания.

«Насыщение» (soakage) конденсатора, или диэлектрическая абсорбция

«Насыщение» конденсатора, или диэлектрическая абсорбция, – это кажущаяся способность конденсатора

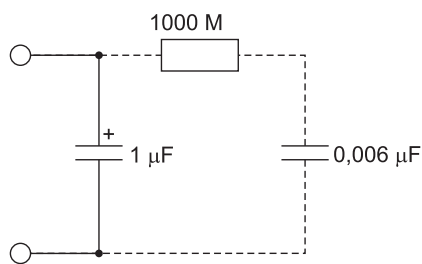


Рисунок 7. Модель насыщения конденсатора

после разряда «помнить», до какого напряжения он был заряжен ранее.

О модели насыщения можно думать как о втором конденсаторе с очень большим подключённым последовательно сопротивлением, параллельном главному конденсатору (рисунок 7).

Простое закорачивание главного конденсатора ёмкостью 1 мкФ не разряжает полностью «параллельный» конденсатор из-за наличия последовательного сопротивления. После этого параллельный конденсатор медленно подзаряжает главный конденсатор через это сопротивление. В результате получается, что напряжение разомкнутой цепи главного конденсатора медленно ползёт вверх до значения, близкого к исходному напряжению заряда.

Из-за высоких полных сопротивлений, обычно используемых в слабботочных цепях, этот эффект может быть заметной частью измерения, в осо-

бенности в конденсаторах выборки и хранения, интегрирования и даже в ёмкости некоторых изоляционных материалов.

Тип и качество диэлектрика или изоляции определяют величину насыщения. Тефлоновые и полимерные конденсаторы очень хороши, в то время как танталовые, керамические и большинство электролитических конденсаторов могут быть неудовлетворительными. Даже другие материалы, такие как поликарбонатные платы, разъёмы и изоляторы, могут иметь эффекты абсорбции. Боб Пиз (Bob Pease) написал статью, в которой он протестировал несколько типов конденсаторов на утечку. Как и ожидалось, тефлоновые и различные полимерные конденсаторы возглавили список с наименьшей абсорбцией, а танталовые, слюдяные и керамические имели наибольшую абсорбцию.

Для минимизации диэлектрической абсорбции узлы должны быть заземлены или удерживаться в состоянии минимальных потенциалов во время простоя, а конденсаторы должны быть закорочены резисторами с низким сопротивлением. Избегайте длительного сохранения высоких напряжений на измерительных узлах и не позволяйте интеграторам «катиться по рельсам» в течение длительных периодов времени.

Окончание следует.

UCC21520 – двухканальный изолированный драйвер IGBT/MOSFET

Микросхема UCC21520 представляет собой двуканальный драйвер затворов мощных МОП- или IGBT-транзисторов. Максимальные выходные токи каждого из каналов составляют 4 (вытекающий) и 6 А (втекающий). Напряжение изоляции между входом и выходами составляет $5,7$, между каналами – $1,5$ кВ. В микросхеме используется ёмкостная технология изоляции, что исключает эффект старения, характерный для изоляторов на базе оптронов. Срок службы изоляционного барьера – не менее 40 лет.

Основные характеристики:

- Напряжение изоляции 5700 В (по стандарту UL1577).
- Длительность рабочих (проходящих) импульсов не менее 10 нс.
- Максимальная задержка распространения сигнала: 19 нс.

- Совместимость по входу с ТТЛ и КМОП-логикой.
- Напряжение питания входной части: от 3 до 18 В.
- Напряжение питания выходной части: до 25 В.
- Корпус SOIC-16W, соответствующий промышленному стандарту.

Гибкая двухканальная архитектура драйвера позволяет использовать его в целом ряде популярных топологий, таких как синхронные понижающие и повышающие конвертеры, мостовые и полумостовые схемы с гальваноразвязкой, трёхфазные схемы управления электроприводом. Микросхема предназначена для применения в импульсных источниках питания, частотных преобразователях, драйверах электродвигателей, устройствах бесперебойного питания, зарядных устройствах.

www.ti.com

Базовые TI Design-решения для беспроводной связи

Базовое решение сетевого узла датчиков влажности и температуры для сетей топологии «звезда», обеспечивающее срок службы дискового элемента питания 10+ лет.

В данном решении используется нановаттный системный таймер корпорации Texas Instruments, платформа беспроводного сверхнизкомощного микроконтроллера (МКБ) SimpleLink™ и технологии измерения влажности, чтобы продемонстрировать метод со сверхнизким потреблением мощности для включения рабочих циклов конечных узлов сети датчиков. Эти технологии обеспечивают чрезвычайно длительный срок службы батарейки: более 10 лет при использовании батарейки с ионно-литиевым дисковым элементом питания CR2032. Это решение содержит методы проектирования системы, подробные результаты испытаний и информацию, позволяющую быстро привести схему в состояние готовности к работе.



Характеристики:

- использование нановаттного системного таймера для включения рабочих циклов системы позво-

ляет добиться срока службы дискового элемента питания CR2032 10+ лет;

- конфигурируемый интервал активизации системы;
- чрезвычайно слабый ток в выключенном состоянии (183 нА в течение 59,97 с);
- сверхслабый ток во включенном состоянии (4,04 мА в течение 30 мс);
- погрешность измерения относительной влажности $\pm 3\%$;
- погрешность измерения температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

Базовое решение беспроводного монитора электродвигателя

Стимулом к созданию этого решения послужила необходимость контролировать степень исправности электродвигателей и машин для точного прогнозирования и планирования технического обслуживания (или замены) при минимизации расходов и простоев в условиях промышленного производства. На сегодня миллионы промышленных электродвигателей контролируются ручными или проводными измерительными устройствами на основе пьезоакселерометров. Годовые затраты на мониторинг этих электродвигателей составляют приблизительно \$300 США на один электродвигатель.

Недавние успехи в области информационных технологий

со сверхнизким потреблением мощности, миниатюризации радиочипов и пьезоэлектрических датчиков позволили разрабатывать и внедрять недорогие и маленькие мониторы электродвигателей, обладающие возможностями беспроводной связи. Эти беспроводные мониторы электродвигателей питаются от дисковых элементов питания со сроком службы более 10 лет. Эти системы обеспечивают такую же широкодиапазонную чувствительность, что и существующие переносные системы, собирают данные о вибрациях и выполняют спектральный анализ данных. Такие встроенные интеллектуальные возможности позволяют устанавливать и контролировать эти системы в труднодоступных местах. Сэкономленные благодаря этим возможностям деньги могут окупить расходы на такие системы за несколько месяцев. В беспроводном решении для контроля электродвигателей используются два разных, но электрически эквивалентных форм-фактора для разработки и испытаний. Это следующие форм-факторы:

- модульный форм-фактор;
- компактный форм-фактор.

В случае модульного форм-фактора средства проектирования TI LaunchPad™ и разъёмы EM позволяют объединить несколько радиочипов и процессоров с подсистемами управления энергией и датчиков. Компактный форм-фактор использует микроконтроллерный блок (МКБ) со сверхнизким потреблением мощности MSP430FR5969 с радиочипом CC2650 BLE, однако может подклю-

чатся к нескольким платам датчиков.

Стандартная плата датчиков поддерживает датчик вибраций PCB Piezotronic. 30-контактный разъём расширения на плате малого форм-фактора позволяет управлять базовой платой при помощи МКБ, радиочипа CC2650 или обоих устройств. Системное программное обеспечение предполагает использование вами обоих устройств. Этот TI Design фокусируется на системе с компактным форм-фактором.



Характеристики:

- MSP МКБ для анализа/записи на 100 мкА;
- 6-мА радиосвязь стандарта *Bluetooth*® Low Energy;
- 40-нА режим бездействия системы;
- 10-кГц/16-битный датчик вибраций;
- визуализация iPad®/Android™;
- это схемное решение протестировано и включает микропрограмму, ГИП, демонстрационную версию и руководство по началу работы.

Базовое решение SimpleLink™ Multi-Standard CC2650 SensorTag

Новый мультистандартный набор для «Интернета вещей» SimpleLink™ Multi-Standard SensorTag предлагает реализовать идею подключённого к облаку продукта. Содержащий 10 маломощных датчиков МЭМС в миниатюрном корпусе, этот набор может быть расширен модулями DevPack для упрощения добавления ваших собственных датчиков и приводов.

Подключитесь к облаку с помощью *Bluetooth*® Smart, и через три минуты вы получите данные от своих датчиков по сети. Прибор SensorTag сразу же готов к работе с приложе-

нием iOS™ и Android™ и для начала не требует опыта программирования.

Новый SensorTag базируется на беспроводном МКБ CC2650, обеспечивая снижение энергопотребления на 75% по сравнению с предыдущими продуктами *Bluetooth*® Smart. Это позволяет SensorTag питаться от батарейки и расходовать ресурс единственного дискового элемента питания в течение многих лет.

Bluetooth® Smart SensorTag использует технологию iBeacon. Это позволяет вашему телефону запускать приложения и индивидуально настраивать контент на основании данных SensorTag и физического местоположения. Дополнительно SensorTag может поддерживать технологию ZigBee® и 6LoWPAN.



Характеристики:

- поддерживает 10 низкомощных датчиков, включая датчики окружающего освещения, цифровой микрофон, магнитный датчик, датчики влажности, давления, акселерометр, гироскоп, магнитометр, датчики температуры объекта и температуры окружающей среды;
- сверхнизкая мощность, обеспечивающая многолетний ресурс питания от одного дискового элемента и позволяющая использовать безбатарейные приложения при помощи высокопроизводительного ARM® Cortex®-M3 CC2650 wireless MCU;
- связь через облако позволяет получать доступ к своему SensorTag и контролировать его откуда угодно;
- поддержка мультистандартности позволяет использовать ZigBee® или 6LoWPAN после простой модернизации микропрограммы;
- модули DevPack позволяют расширять возможности SensorTag в соответствии с вашими проектными решениями.

Подсистема wM-Bus 169-МГц RF для интеллектуальных счётчиков газа и воды, соответствующая стандартам кат. 1 организации ETSI

Данное базовое решение является очень низкоомощной, рассчитанной на приёмник кат. 1 ETSI радиочастотной подсистемой для интеллектуальных счётчиков газа и воды с поддержкой wM-Bus, работающей на частоте 169 МГц. Она обеспечивает одни из лучших из представленных на рынке показателей по блокированию, избирательности и чувствительности приёмника для всех N-режимов wM-Bus согласно EN13757-4:2013 и всех соответствующих им вариантов, которые были определены в Италии и Франции. В этом оптимизированном по стоимости решении без фильтра ПАВ и без термостабилизированного кварцевого генератора (ТСХО) используется дружественное по отношению к РЧ преобразование постоянного тока в постоянный для снижения среднего энергопотребления при сохранении высочайших радиочастотных характеристик.



Характеристики:

- рассчитанная на приёмник кат. 1 ETSI РЧ-подсистема;
- лидирующая на рынке подсистема по показателям блокирования, избирательности и чувствительности приёмника для wM-Bus на частоте 169 МГц;
- полностью соответствует требованиям wM-Bus для Италии и Франции (с внешним устройством РА) в диапазоне 169 МГц;
- высокоэффективный, дружественный по отношению к РЧ пре-

- образователь постоянного тока в постоянный;
- не требует дорогостоящих фильтров ПАВ и ТСХО.

Реализация связи SimpleLink™ Wi-Fi® в интеллектуальном счётчике электроэнергии

Данное решение реализует трёхфазный счётчик электроэнергии с поддержкой связи Wi-Fi®. Электронный счётчик SoC используется для выполнения всех метрологических функций и управления приёмопередатчиком SimpleLink™ Wi-Fi®. Данные интеллектуального счётчика можно затем просматривать на любом подключённом к сети Wi-Fi® устройстве через стандартный web-браузер.



Характеристики:

- реализация трёхфазного электронного счётчика, который рассчитывает такие метрологические параметры, как действующий ток, действующее напряжение, активную и реактивную мощность и энергии, коэффициент мощности и частоту;
- возможности связи Wi-Fi® по сетям IEEE 802.11 b/g/n с любого смартфона, планшета или компьютера через стандартный web-браузер;
- 160-сегментный жидкокристаллический дисплей для отображения состояния Wi-Fi® и метрологических параметров;

- допускает расширения для поддержки других интернет-приложений;
- ГИП (графический интерфейс пользователя) на базе ПК для калибровки.

Умная розетка с дистанционным отключением и возможностями связи Wi-Fi®

Данное решение реализует измерение энергии от одной розетки вместе с возможностями подключения/отключения и связью по сети Wi-Fi®. Разработчики могут быстро создавать сетевые устройства контроля нагрузки для приложений автоматизации промышленных зданий и жилых помещений.



Характеристики:

- возможности связи SimpleLink™ Wi-Fi® по сетям IEEE -802.11 b/g/n с любого смартфона, планшета или компьютера через стандартный web-браузер;
- измерение однофазной энергии с расчетом действующего тока, действующего напряжения, активной и реактивной мощности и энергии, коэффициента мощности и частоты;
- полупроводниковое реле обеспечивает возможности подключения/отключения;
- компактное конструктивное исполнение с минимальным набором компонентов в спецификации;
- компоненты низкой мощности плюс эффективное питание обеспечивают низкое энергопотребление системы;

- данное системное решение протестировано и включает в себя микропрограмму для измерения энергии, возможности связи Wi-Fi® и релейное управление, а также демонстрационное приложение на базе Android™ и руководство пользователя.

Шлюз между Bluetooth® Low Energy (Bluetooth® Smart) и RS-485

Modbus – это протокол прикладного уровня для последовательной передачи данных, который часто использует интерфейс RS-485 для последовательной передачи данных. Данное базовое решение реализует шлюз между Modbus и Bluetooth® Smart CC2540 wireless MCU. Он служит в качестве замены проводов в сети RS-485 и позволяет другому совместимому с Bluetooth® Smart устройству, такому как компьютер или смартфон, легко подключаться к существующей сети RS-485.



Характеристики:

- реализует беспроводное подключение к промышленным электронным устройствам при помощи решения CC2540T Bluetooth® Smart Gateway, рассчитанного на температуру до 125 °C;
- простая и готовая к использованию конструкция сокращает время от начала разработки до выпуска на рынок;
- предусмотрено приложение Android™ (ModbusController) для обеспечения возможности кон-

троля и связи с периферийным программным обеспечением Modbus;

- это решение протестировано и включает микропрограмму, ГИП (графический интерфейс пользователя), демонстрационную версию и руководство по началу работы.

Базовое решение CC2540 Bluetooth® Low Energy USB Dongle

USB-ключ CC2540 – это законченный пример способа использования беспроводного МКБ Bluetooth® Low Energy (BLE) с поддержкой USB. Базовое решение можно использовать для задействования приложений Bluetooth® Smart и Интернета вещей в любой системе, которая содержит USB-хост.



Характеристики:

- простое соединение BLE-к-USB – Добавляет BLE к существующему продукту с USB;
- имеются отладочный заголовок, светодиоды и кнопки – для ускорения разработки;
- его также можно использовать как сниффер сетевых пакетов для анализа протокола BLE и отладки на уровне программного обеспечения и системном уровне (используйте бесплатное программное средство SmartRF Packet Sniffer).

Платформа газовых датчиков с технологией Bluetooth® Low Energy

Данное базовое решение предназначено для беспроводных датчиков газа низкой мощности и поддерживает широкий ассортимент электромеханических датчиков газа. Обладая универсальностью конфи-

гулируемого интерфейса, настраиваемого под Bluetooth® Low Energy, ZigBee® RF4CE, 6LoWPAN или ANT, это гибкое и сертифицированное решение для датчиков идеально подходит для различных приложений обеспечения безопасности зданий, управления промышленными процессами и здравоохранения.



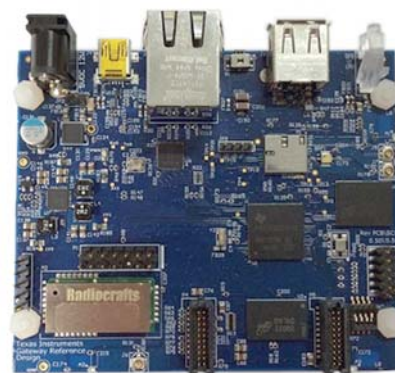
Характеристики:

- контролирует широкий ассортимент газов: окись углерода, кислород, аммиак, фтор, двуокись хлора и многие другие;
- поддерживает 2- и 3-проводные электромеханические датчики газа;
- соответствует регулятивным нормам FCC (Федеральной комиссии по связи) и IC (Стандартам канадской промышленности);
- работает от батарейки с дисковым элементом питания;
- легко контролирует концентрации газа через мобильное приложение датчиков газа iOS.

Базовое решение Smart Home and Energy Gateway

Базовое решение Smart Home and Energy Gateway (шлюз для «умного дома» и управления энергией) представляет собой пример реализации измерения, управления и связи энергетических систем для «умных» домов и зданий. Этот пример решения является связующим звеном между различными интерфейсами связи, такими как Wi-Fi®, Ethernet, ZigBee®

или Bluetooth®, которые обычно находятся в жилых и коммерческих зданиях. Поскольку предметы в жилых домах и зданиях становятся все более связанными, конструкция шлюза должна быть гибкой для приспособления к разным радиочастотным стандартам, так как ни один радиочастотный стандарт не является доминирующим на рынке. Данный образец шлюза решает эту проблему, поддерживая существующие старые радиочастотные стандарты (Wi-Fi®, Bluetooth®) и более новые радиочастотные стандарты (ZigBee®, BLE).



Характеристики:

- показательное сосуществование ZigBee®, Wi-Fi®, Bluetooth® и NFC (коммуникация ближнего поля) способствует одновременной работе разных коммуникационных профилей;
- показательная бесшовная интеграция профилей для интеллектуальной автоматизации энергопотребления, освещения и эксплуатации зданий;
- показательный мост между HAN (домашняя сеть) и LAN (локальная сеть)/WAN (глобальная сеть);
- позволяет разрабатывать реальные межсетевые приложения для «умного дома» и управления энергопотреблением с использованием образцов схемных решений, спецификации материалов, файлов проектирования и ссылок на бесплатные загрузки программного обеспечения.

Литература

1. www.ti.com/sensortag

EM8500 – микросхема управления энергонакоплением и питанием от солнечных батарей и термоэлектрических генераторов в диапазоне мощности от мкВт до мВт



EM8500 представляет собой решение для управления питанием от первичных (термоэлектрических генераторов, солнечных батарей, гальванических элементов) и вторичных (аккумуляторов, ионисторов и обычных конденсаторов) источников постоянного тока в диапазоне мощности от микроватт до милливольт.

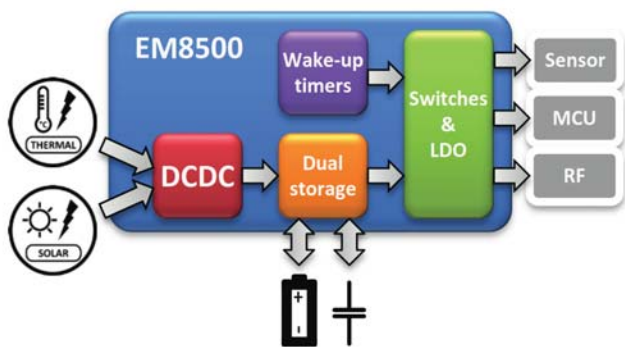
Для достижения наилучшей эффективности в EM8500 применяется технология отслеживания точки максимальной мощности.

При использовании перезаряжаемых гальванических элементов вместе с аккумулятором/конденсатором в EM8500 встроен механизм оптимизации, увеличивающий время жизни батареи.

Для обеспечения точечного управления приложением в EM8500 имеются 4 независимых выхода питания, а также спящий режим с возможностью отключить все или только некоторые источники энергии.

Применение:

- Устройства с возможностью зарядки от солнечных батарей и/или термоэлектрических генераторов (ТЭГ).
- Персональные гаджеты.
- Маячки и беспроводные датчики/мониторинг окружающей среды.
- Устройства с батарейным питанием.



Основные особенности:

- **Интеллектуальное управление питанием:**
 - Потребление 25 нА в режиме регулирования.
 - 3 вспомогательных входа.
 - Программируемое выходное напряжение.
 - Функция будильника – внутренний счётчик или внешнее событие.
- **Сверхнизкое входное напряжение и мощность:**
 - «Холодный» старт: 0,3 В/3 мВт.
 - Рабочий режим от 0,1 В/1 мВт.
- **Сверхнизкое собственное потребление:**
 - 15 нА от батареи в защищённом режиме.
 - 125 нА при питании слаботочных приложений.
- **Быстрый старт из «холодного» состояния:**
 - Быстрый старт благодаря двум накопителям.
 - STS/LTS: (Short Term Storage / Long Term Storage).
 - Поддержание STS в конфигурировании окна напряжений, когда LTS ниже заданного минимума.
- **MPPT – технология отслеживания точки максимальной мощности:**
 - Полностью встроенная MPPT, конфигурируемая для солнечной батареи или термоэлектрического генератора через EEPROM безо всяких внешних компонентов.
- **USB-зарядник:**
 - Конфигурируемый зарядный ток.
 - Работа приложения от USB источника питания.
- **Увеличение времени жизни первичных батарей:**
 - Конфигурирование для увеличения времени жизни перезаряжаемой батареи на LTS (с использованием накопителя энергии).
- **Гибкий интерфейс:**
 - SPI или I²C.
- **Конфигурирование через EEPROM:**
 - Не требуется внешних компонентов, значения по умолчанию хранятся в EEPROM.
- **Контроль зарядки:**
 - Прекращение зарядки при достижении заданного значения.
 - Конфигурирование в пределах как ниже, так и выше напряжения платы защиты батареи.
- **Измеритель освещённости (датчик тока) в нескольких диапазонах.**
- **Размер корпусированной версии 4×4 мм (на кристалле тоже доступны).**
- **Преимущества EM8500 перед конкурентными предложениями:**
 - Существенно лучшие условия холодного старта, лучшая эффективность, меньшее потребление.

Йонг Ксай (Yong Xie), Пол Брохлин (Paul Brohlin)

Оптимизация рабочих характеристик GaN-транзисторов со встроенным драйвером

Объединение полевых GaN-транзисторов с драйверами упрощает конструкции силовых каскадов на основе GaN-транзисторов. Транзисторы на основе нитрида галлия (GaN) могут переключаться намного быстрее, чем кремниевые полевые МОП-транзисторы, и таким образом способны обеспечить меньшие потери на коммутацию. Однако при высоких скоростях нарастания сигнала определённые типы корпусов могут ограничивать коммутационные характеристики полевых GaN-транзисторов. Объединение GaN-транзистора с драйвером в одном корпусе уменьшает паразитные индуктивности и оптимизирует коммутационные характеристики. Объединение с драйвером также позволяет реализовать защитные функции.

Введение

С точки зрения коммутационных характеристик транзисторы на основе нитрида галлия (GaN) обладают преимуществами перед кремниевыми МОП-транзисторами благодаря меньшей ёмкости выводов при таком же сопротивлении открытого канала и отсутствию паразитного диода с его

потерями на восстановление при переключении. Благодаря этим особенностям полевые GaN-транзисторы могут осуществлять коммутацию с более высокими частотами, повышая плотность мощности и улучшая рабочие характеристики в переходных режимах, сохраняя при этом приемлемый уровень коммутационных потерь.

Традиционно GaN-приборы реализуются в корпусах как дискретные устройства с внешними драйверами, так как при изготовлении GaN-приборов и их драйверов используются разные технологии, и даже их изготовители могут быть разными. У каждого корпуса будут проводочные выводы и/или контакты, которые вносят паразитную индуктивность, как показано на рисунке 1а. При коммутации с высокими скоростями нарастания напряжения в десятки-сотни вольт за наносекунду эти паразитные индуктивности могут приводить к коммутационным потерям, затухающим переходным процессам («звону») и проблемам с обеспечением надёжности.

Объединение GaN-транзистора с его драйвером (рисунок 1б) устраняет индуктивность цепи «общий провод – исток» и существенно снижает индуктивность между выходом драйвера и затвором GaN-транзистора, а также индуктивность в цепи заземления драйвера. В этой статье мы рассмотрим проблемы и ограничения, обусловленные паразитными параметрами корпуса. Оптимизация этих параметров в интегрированном корпусе уменьшает паразитные эффекты и позволяет добиться превосходных коммутационных характеристик при скоростях нарастания напряжения более 100 В/нс.

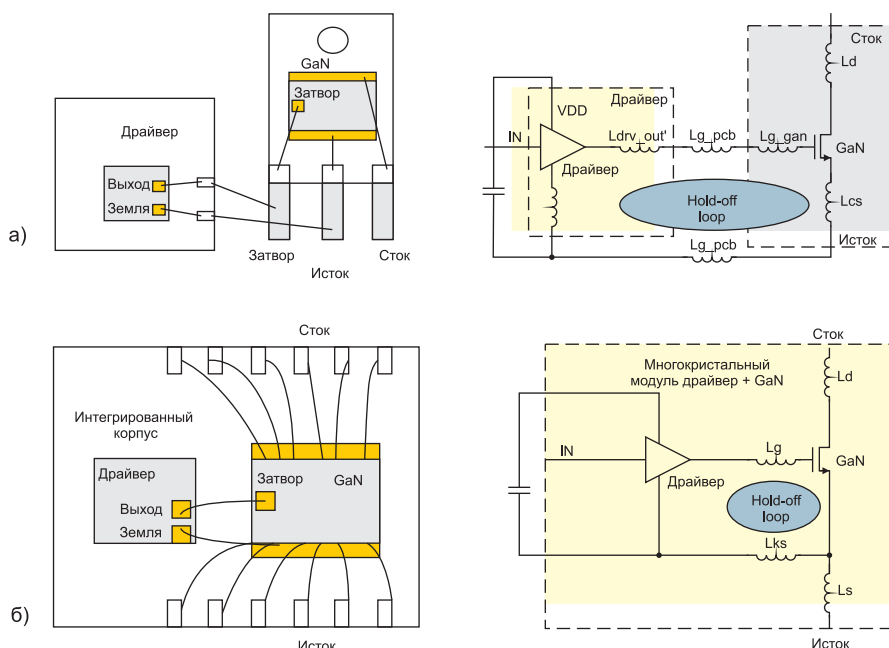


Рисунок 1. а) GaN-транзистор с драйвером в отдельном корпусе, б) в интегрированном корпусе GaN/драйвер

Схема для моделирования

Чтобы смоделировать влияние паразитных индуктивностей, мы использовали полумостовой силовой

каскад на основе GaN-транзистора в режиме обеднения в конфигурации с прямым подключением драйвера (рисунок 2). Мы собрали полумост как понижающий преобразователь с напряжением на входе 480 В, 50%-ным рабочим циклом с временем отключения 50 нс (выходное напряжение $V_{\text{вых}} = 240$ В) и током индуктивности 8 А. Драйвер переключает затвор GaN-транзистора напрямую между уровнями напряжения включения и отключения. Сопrotивление драйвера определяет скорость нарастания напряжения GaN-устройства при включении. Ток истока моделирует индуктивную нагрузку, подключённую к коммутационному узлу (SW) в понижающем преобразователе в режиме постоянной проводимости.

Индуктивность общего истока

Одним из наиболее важных паразитных элементов при высокоскоростной коммутации является индуктивность общего истока (L_{cs} на рисунке 1а), которая ограничивает скорость нарастания тока стока транзистора. В обычном корпусе TO-220 исток GaN-прибора выводится с помощью проволочных выводов на единый вывод, куда подключаются и ток стока, и ток затвора. Эта индуктивность общего истока модулирует напряжение затвор-исток при изменении тока стока. Индуктивность общего истока — включая проволочный вывод и вывод корпуса — может превышать 10 нГн, ограничивая скорость нарастания (di/dt) и увеличивая потери на коммутацию.

В случае интегрированного корпуса (рисунок 1б) земля драйвера подключается проволочным выводом напрямую к контактной площадке истока кристалла GaN. Такое двухпроводное подключение минимизирует индуктивный тракт общего истока, который совместно образует цепь питания и цепь затвора, позволяя устройству переключаться с намного большими скоростями нарастания тока. Вывод истока для двухпроводного подключения можно добавить и в корпус отдельного устройства, но наличие дополнительного вывода

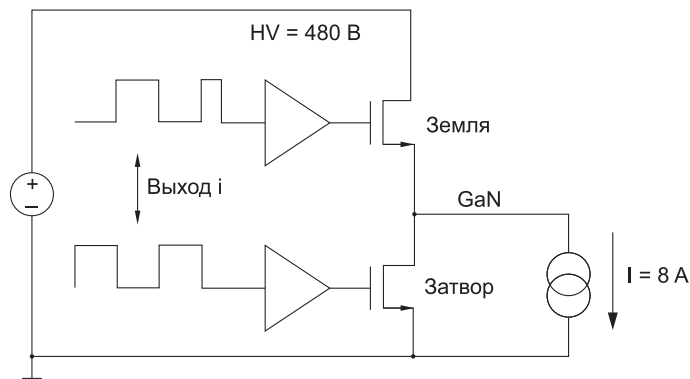


Рисунок 2. Упрощённая схема полумоста для моделирования

делает такой корпус нестандартным. Вывод истока с двухпроводным подключением также должен быть проложен на печатной плате для обратного соединения с корпусом драйвера, что увеличивает индуктивность цепи затвора.

На рисунке 3 показаны сигналы жёсткого переключения при включённом ключе верхнего плеча. При индуктивности общего истока 5 нГн скорость нарастания становится наполовину меньше вследствие эффекта истощения истока. Меньшая скорость нарастания ведёт к увеличению времени переходного процесса и к более высоким потерям перекрёстной проводимости, как видно из графиков энергопотребления. При индуктивности общего истока 5 нГн потеря энергии возрастает с 53 до 85 мкДж, то есть на 60%. При частоте коммутации 100 кГц потеря мощности увеличивается с 5,3 до 8,5 Вт.

Индуктивность цепи затвора

Индуктивность цепи затвора включает в себя как индуктивность затвора, так и индуктивность заземления драйвера. Индуктивность затвора — это индуктивность между выходом драйвера и затвором GaN. В случае отдельных корпусов индуктивность затвора включает в себя индуктивности проволочного вывода выхода драйвера (L_{drv_out}), индуктивность проволочного вывода затвора GaN-транзистора (L_{g_gan}) и индуктивность печатного проводника на плате (L_{g_pcb}), как показано на рисунке 1а.

В зависимости от размера корпуса индуктивность затвора может находиться в диапазоне от нескольких наногенри в случае компактного корпуса для поверхностного монтажа (например, квадратного плоского безвыводного корпуса) до значе-

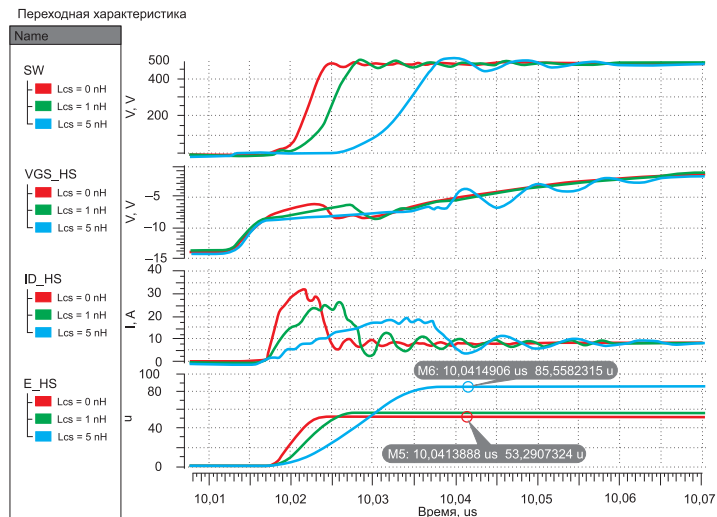


Рисунок 3. Включение верхнего плеча при различных индуктивностях общего истока: красный = 0 нГн, зелёный = 1 нГн, синий = 5 нГн. Характеристика E_{HS} — это результат интегрирования V_{DS} (напряжение сток-исток) и I_{DS} (ток сток-исток) верхнего плеча устройства по времени (энергопотребление)

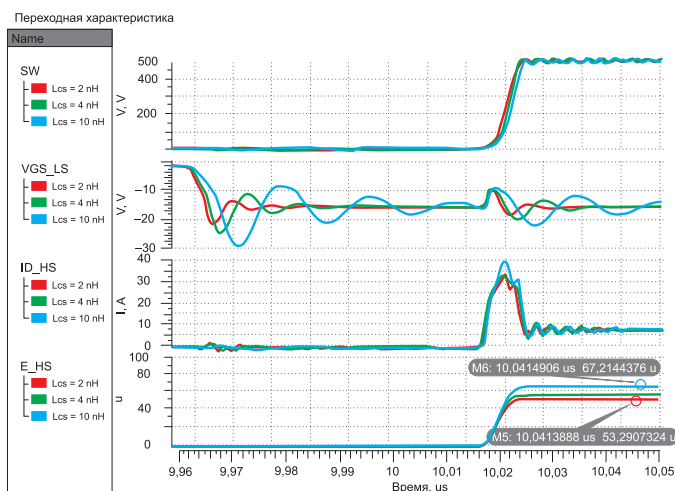


Рисунок 4. Сигналы при отключённом нижнем плече и включённом верхнем плече при различных индуктивностях цепи затвора: красный = 2 нГн, зелёный = 4 нГн, синий = 10 нГн. E_HS – энергопотребление в верхнем плече

ний более 10 нГн в случае силового корпуса с выводами (например, TO-220). Если драйвер объединяется с полевым GaN-транзистором на одной выводной рамке (рисунок 1б), затвор GaN-транзистора напрямую соединяется с выходом драйвера, что может снизить индуктивность затвора до значений менее 1 нГн. Объединение в одном корпусе также может существенно уменьшить индуктивность заземления драйвера (с Ldrv_gnd + Ls_pcb на рисунке 1а до Lks на рисунке 1б).

Снижение индуктивности цепи затвора сильно влияет на коммутационные характеристики, особенно во время отключения, когда сигнал на затворе GaN-транзистора снижается благодаря резистору. Резистор должен иметь достаточно низкий номинал, чтобы устройство не включалось вновь, когда

его сток подтягивается к верхнему уровню во время переключения. Этот резистор образует индуктивно-резистивно-емкостной (L-R-C) колебательный контур вместе с ёмкостью затвор-исток GaN-прибора и индуктивностью цепи затвора. Согласно выражению 1, добротность этого контура:

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

При большей индуктивности цепи затвора добротность увеличивается, и «звон» в контуре становится сильнее. Этот эффект моделируется 1-Ом резистором, выключающим полевой GaN-транзистор нижнего плеча. На рисунке 4 это происходит примерно в момент 9,97 мкс, когда индуктивность цепи затвора меняется с 2 до 10 нГн. В случае индуктивности 10 нГн напряжение

затвор-исток нижнего плеча колеблется, опускаясь на 12 В ниже отрицательного смещения затвора. Это значительно увеличивает нагрузку на затвор GaN-транзистора. Следует заметить, что перегрузка затвора любого полевого транзистора повышает опасения, связанные с надёжностью системы.

Индуктивность цепи затвора также оказывает существенное влияние на запирающую способность. Когда затвор транзистора нижнего плеча удерживается в состоянии отключения, а транзистор верхнего плеча включён, ёмкость сток-затвор нижнего плеча создаёт большой ток в цепь запёртого затвора. Этот ток открывает затвор через индуктивность цепи затвора. На рисунке 4 показана ситуация в момент времени около 10,02 мкс. По мере увеличения индуктивности напряжение затвор-исток (VGS) возрастает, увеличивая сквозной ток, который виден на графиках тока стока верхнего плеча (ID_HS). Сквозной ток вызывает увеличение потери энергии при перекрёстной проводимости (E_HS) с 53 до 67 мкДж.

Одним из способов снижения потерь в затворе является увеличение запирающего сопротивления, что, в свою очередь, уменьшает добротность L-R-C-контура согласно выражению (1). На рисунке 5 показан результат моделирования при индуктивности цепи затвора 10 нГн и запирающем сопротивлении (Rpd), меняющемся от 1 до 3 Ом. Хотя недорегулирование затвора ограничивается несколькими вольтами ниже отрицательного смещения при 3-Ом понижающем сопротивлении, запирающая способность ухудшается, вызывая больший сквозной ток. Это становится очевидным, если обратиться к графикам тока стока.

Графики энергии E_HS показывают дополнительную потерю 13 мкДж в каждом цикле переключения, то есть почти 60%-ный рост с уровня в 53 мкДж по сравнению со случаем индуктивности цепи затвора 2 нГн и сопротивлении запирающего резистора 1 Ом (рисунок 4).

При частоте коммутации 100 кГц потеря мощности в транзисторе верхнего плеча увеличивается с 5,3 до 8 Вт вследствие сквозного тока, обусловленного как высокой индуктивностью цепи затвора, так и высоким запирающим

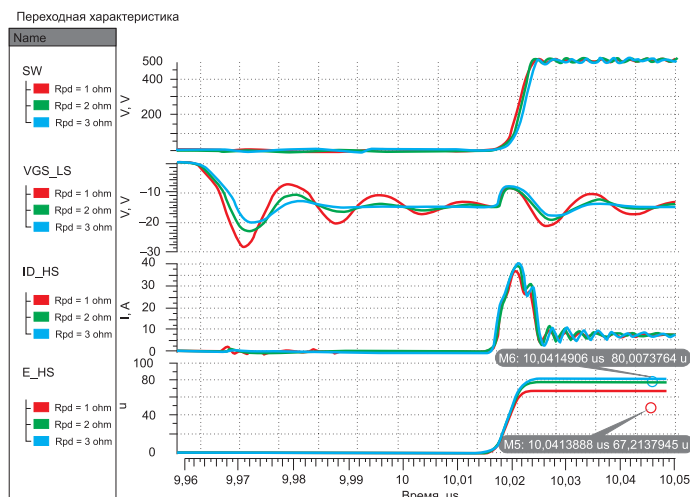


Рисунок 5. Результат моделирования при индуктивности цепи затвора 10 нГн и запирающем сопротивлении: Rpd = 1 Ом (красный), 2 Ом (зелёный) и 3 Ом (синий). E_HS – энергопотребление в верхнем плече

сопротивлением. Эта дополнительная потеря мощности может сильно затруднить теплоотвод в силовых приборах, а также увеличить стоимость их корпусов и охлаждения.

Можно подать смещение на затвор, чтобы получить большее отрицательное напряжение на нём для снижения сквозного тока, но это увеличивает нагрузку на затвор, а также потери в течение мёртвого времени, когда транзистор находится в третьем квадранте. Поэтому при высокой индуктивности цепи затвора трудно достичь компромисса между нагрузкой на затвор и запирающей способностью транзистора. Нужно либо увеличить нагрузку на затвор, либо допустить сквозной ток полумоста, который увеличивает потери при перекрёстной проводимости и затухающий переходный процесс в силовой цепи и может создать проблемы, связанные с областью надёжной работы (ONP) транзистора. Корпус GaN-транзистора, объединённого с драйвером, обеспечивает низкую индуктивность цепи затвора и сводит к минимуму как нагрузку на затвор, так и опасность сквозного тока.

Защита GaN-транзисторов

Установка драйвера в одну рамку выводов с GaN-транзистором гарантирует, что их температуры близки друг к другу, поскольку рамка выводов является превосходным проводником тепла. В драйвер может быть встроена функция измерения температуры и защиты от перегрева, которая выключает GaN-транзистор, если температура выходит за допустимый порог.

Защита от перегрузки по току может быть реализована с помощью последовательно подключённого МОП-транзистора или параллельно подключённого измерительного GaN-транзистора. В обоих случаях требуются соединения с низкой индуктивностью между GaN-транзистором и его драйвером. Поскольку GaN-транзистор обычно переключается очень быстро, с высоким значением di/dt , дополнительная индуктивность в соединении может вызвать затухающие переходные процессы и требует большой длительности блокирования, чтобы не допустить ложного срабатывания защиты

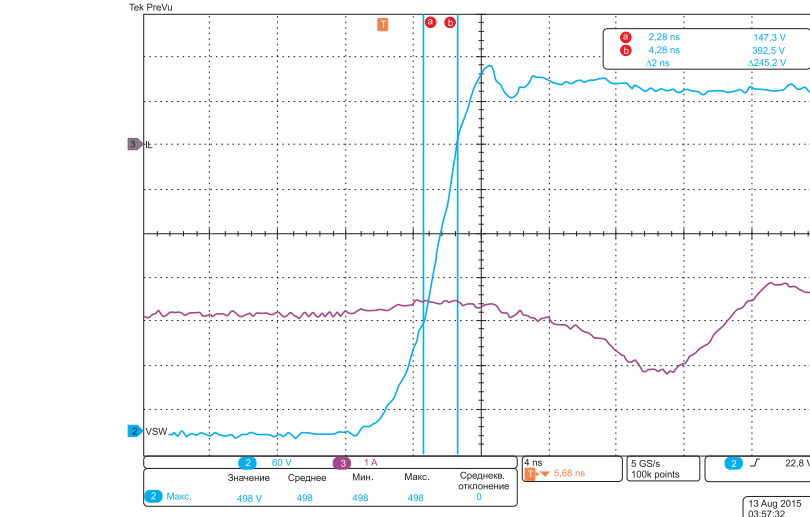


Рисунок 6. Вид сигнала в коммутационном узле при включённом верхнем плече в полумостовом преобразователе (канал 2).

от перегрузки по току. Объединение с драйвером обеспечивает соединения с минимальной индуктивностью между схемой измерения и GaN-транзистором, поэтому схема защиты от перегрузки по току может срабатывать максимально быстро, защищая устройство от чрезмерных токов.

Вид сигнала при ступенчатом переключении

На рисунке 6 показан сигнал при переключении полумоста, собранного из двух GaN-транзисторов в квадратных плоских безвыводных корпусах (QFN) размером 8x8 мм со встроенным драйвером. Канал 2 показывает коммутационный узел, когда транзистор верхнего плеча быстро переключается со скоростью нарастания сигнала 120 В/нс при напряжении шины 480 В. Оптимизированный корпус транзистора, объединённого с драйвером, и печатная плата ограничивают перенапряжение значением менее 50 В. Обратите внимание: сигнал снят с помощью зондов и осциллографа с частотой 1 ГГц.

Заключение

Объединение GaN-транзистора и его драйвера в одном корпусе исключает индуктивность общего истока, позволяя реализовать более высокие скорости нарастания тока. Оно также уменьшает индуктивность цепи затвора, что позволяет свести к минимуму нагрузку на затвор во время отключе-

ния и увеличивает запирающую способность транзистора. Кроме того, такое объединение позволяет разработчикам реализовать эффективную защиту от перегрева и от перегрузки по току полевых GaN-транзисторов.

Литература

1. Майкл Симен (Michael Seeman) и Дэйв Фримен (Dave Freeman). Усовершенствование решений для источников питания за счёт многообещающих возможностей GaN-приборов. Официальная документация корпорации Texas Instruments, февраль 2015 г.
2. Сандип Р. Бахл (Sandeep R. Bahl). Комплексная методика количественной оценки надёжности GaN-устройств. Официальная документация корпорации Texas Instruments, март 2015 г.
3. Загрузите бесплатную программу: TINA-TI.
4. Нарендра Мехта (Narendra Mehta). Преимущество эксплуатационных характеристик модуля полевых GaN-транзисторов перед кремниевыми. Официальная документация корпорации Texas Instruments, март 2015 г.
5. Жонг Е (Zhong Ye). Безмостовой преобразователь коэффициента мощности с двухтактным выходным каскадом на основе полевых GaN-транзисторов, работающий в режиме непрерывных токов. Семинар по проектированию источников питания Texas Instruments, 2014 г.

Силовой каскад с напряжением 600 В на основе полевого GaN-транзистора от TI – революция в области высокоэффективного преобразования энергии

Первое публично анонсированное решение высоковольтного полевого GaN-транзистора, объединённого с драйвером, производства Texas Instruments вдвое увеличивает плотность мощности и наполовину уменьшает её потери.



Integrated 600-V GaN FET power stage

- Easy-to-design
- Twice the power density, half the power loss
- Enables new topologies

TEXAS INSTRUMENTS

Корпорация Texas Instruments объявила о создании образцов силовых каскадов с полевыми транзисторами на основе нитрида галлия (GaN) с напряжением 600 В и сопротивлением 70 мОм, став первым и единственным изготовителем полупроводниковых приборов, официально предлагающим высоковольтное решение, объединяющее GaN-транзистор и драйвер затворов. Новый 12-А силовой каскад LMG3410 в сочетании с аналоговыми и цифровыми контроллерами преобразователей энергии от TI позволяет разработчикам создавать

более компактные, более эффективные и обладающие лучшими эксплуатационными характеристиками решения, чем проекты на основе кремниевых полевых транзисторов. Эти преимущества особенно важны в изолированных высоковольтных приложениях для возобновляемых источников энергии, промышленных компьютеров, систем связи и индустриального оборудования. «Пройдя испытания надёжности в течение более 3 млн часов, LMG3410 вселяет в разработчиков силовых систем уверенность в возможности реализации

потенциала нитрида галлия и заставляет их пересматривать архитектуру систем питания, рассматривая такие решения, которые были нереализуемы ранее, – говорит Стив Ламбузес, вице-президент корпорации Texas Instruments по силовым решениям для высокого напряжения. – Укрепляя репутацию Texas Instruments как корпорации, обладающей возможностями изготовления и обширными знаниями и опытом в области проектирования систем, новый силовой каскад является значительным шагом в направлении укрепления позиций компании на рынке GaN-устройств». Имея встроенный драйвер и обладая такими характеристиками, как нулевой ток восстановления при выключении, LMG3410 обеспечивает надёжную работу, особенно в системах с быстрым переключением, где её применение может существенно (на 80%) снизить коммутационные потери. В отличие от дискретных полевых GaN-транзисторов, простая в эксплуатации микросхема LMG3410 имеет встроенные интеллектуальные функции, обеспечивающие защиту изделия с помощью блокировки питания при пониженном напряжении (UVLO), защиту от перегрева и перегрузки по току.

Проверенная технология изготовления и компоновки корпуса

LMG3410 – первая полупроводниковая интегральная микросхема (ИС), включающая в себя полевые GaN-транзисторы. Имея в качестве фундамента многолетний опыт

в области производства и технологий, TI способна создавать свои GaN-приборы на производственных площадках, предназначенных для выпуска кремниевых приборов, и аттестовать их по методикам, превосходящим требования обычных стандартов JEDEC (Объединённого инженерного совета по электронным устройствам), чтобы обеспечить надёжность и долговечность GaN-приборов в тех условиях эксплуатации, которые предъявляют к изделию самые высокие требования. Удобный корпус поможет интегрировать изделия на основе GaN в прикладные системы, такие как преобразователи переменного/постоянного тока с контроллером коэффициента мощности (PFC), формирователи шин постоянного тока высокого напряжения и фотоэлектрические (ФЭ) инверторы.

Основные особенности и преимущества LMG3410:

- Удвоение плотности мощности. Силовой каскад с напряжением 600 В обеспечивает 50%-ое снижение потерь мощности в контроллере коэффициента мощности с выходным двухтактным каскадом по сравнению даже с новейшими повы-

шающими преобразователями с контроллерами коэффициента мощности на основе кремниевых приборов. Сокращение числа комплектующих изделий и более высокий КПД позволяют уменьшить размер источника питания на 50%.

- Уменьшение паразитной индуктивности корпуса. Квадратный плоский безвыводной корпус нового устройства размером 8×8 мм снижает потери мощности, нагрузку на компоненты, создаваемую высоким напряжением, и электромагнитные помехи (ЭМП) по сравнению с дискретными GaN-решениями.
- Возможность использования новых топологий. Нулевой заряд обратного восстановления GaN-транзисторов позволяет использовать новые топологии коммутации, включая топологии контроллера коэффициента мощности с выходным двухтактным каскадом и LLC-топологии для увеличения плотности мощности и КПД.

Для поддержки разработчиков, использующих преимущества GaN-топологии в своих разработках, TI также предлагает новые изделия, рас-

ширяющие спектр применений GaN-приборов. LMG5200POLEVM-10 – оценочный модуль для локализованных к нагрузке источников питания (POL) с напряжением от 48 до 1 В будет включать в себя новый контроллер полевых GaN-транзисторов TPS53632G, соединённый с силовым каскадом на основе полевых GaN-транзисторов с напряжением 80 В LMG5200. Это решение позволяет достичь КПД 92% в промышленных системах, системах связи и передачи данных.

Наличие и цены

Texas Instruments предлагает комплект разработчика, который включает в себя плату полумоста и четыре образца микросхемы LMG3410. Во второй комплект входит материнская плата для оценки на уровне системы. При совместном использовании эти два комплекта позволяют сразу же перейти к стендовым испытаниям и проектированию. Два комплекта разработчика можно приобрести непосредственно в корпорации Texas Instruments по цене \$299 и \$199. Цена действительна при покупке на сайте TI.

www.ti.com/lmg3410-pr-eu

TPS61021 – повышающий преобразователь с рекордно низким входным напряжением и током нагрузки до 3 А

Микросхема TPS61021 позволяет создавать узлы питания для портативных изделий, питающихся от щелочных или литиевых батарей. Она обеспечивает напряжение 3,3 В при токе нагрузки до 1,5 А от батареи, разряженной до 1,8 В. Поддерживая заданное выходное напряжение даже при снижении входного до 0,5 В, TPS61021 позволяет увеличить «время жизни» батареи и продлить срок эксплуатации прибора. Микросхема работает на фиксированной частоте 2 МГц при значительных токах нагрузки и способна

переходить в энергосберегающий режим при малых токах. В режиме «выключено» (EN=0) нагрузка полностью отключена от входного напряжения.

Основные характеристики:

- Входное напряжение от 0,5 до 4,4 В (для старта из холодного состояния требуется не менее 0,9 В).
- Выходное напряжение от 1,8 до 4 В.
- Встроенный ключ на ток 3 А минимум. Типовое значение 4,3 А.
- Ток собственного потребления 17 мкА.

Микросхема TPS61021 имеет защиту от перенапряжения на выходе (4,35 В), защиту от КЗ и от перегрева. Выпускается в корпусе WSON-8 с рекордно малыми габаритами – 2×2 мм.

Микросхема TPS61021 найдет широкое применение в таких изделиях, как IoT-изделия с батарейным питанием, игровые устройства, термостаты, портативные медицинские приборы, устройства резервного питания.

www.ti.com

Литиевые элементы питания

1) Дисковые литиевые батареи

- Номинальное напряжение **3 В**
- Срок хранения до **10 лет**
- Саморазряд менее **1%** в год
- Температурный диапазон **-30...+70 °C** и **-40...+85 °C**

2) Выводные дисковые литиевые батареи

- 2-выводные для горизонтального и вертикального монтажа
- 3-выводные для горизонтального и вертикального монтажа
- Isotan – 2-выводные, пригодные для пайки волной припоя

3) Держатели для батарей

- Держатели для поверхностного монтажа
- Штыревые держатели
- Штыревые держатели с позиционирующим выводом

4) Корпусированные батареи (модули питания)

- Герметичные корпуса для использования в условиях повышенной влажности и большого содержания пыли
- Температурный диапазон **-40...+85 °C**
- Пригодны для пайки волной припоя
- Вариант исполнения с развязывающими диодами
- Монтаж в сквозные отверстия

Серебряно-цинковые и воздушно-цинковые элементы питания

- Часовые
- Для слуховых аппаратов
- Номинальное напряжение **1,55 В**
- Саморазряд менее **10%** в год
- Температурный диапазон **0...+60 °C**

Литий-полимерные аккумуляторы

- Номинальное напряжение **3,7 В**
- Температурный диапазон **-20...+60 °C**
- Различные виды выводов

www.renata.com

The swiss power source



Отличительной чертой компании является высокое качество продукции, достигаемое его контролем на всех этапах производства: от проверки поступающего сырья до выходного контроля

Как использовать управление скоростью нарастания выходного напряжения для снижения ЭМП



колебание в области пика сигнала в коммутационном узле зависит как от скорости коммутации полевого МОП-транзистора ключа в верхнем плече, так и от паразитных индуктивности и ёмкости полевых МОП-транзисторов верхнего и нижнего плеч и самой печатной платы. Это затухающее колебание сигнала в коммутационном узле нежелательно, потому что оно может увеличивать нагрузку напряжением полевого МОП-транзистора нижнего плеча и создавать ЭМП.

Чтобы установить взаимосвязь между колебанием сигнала в коммутационном узле понижающего преобразователя, изображённого на рисунке 1, и ЭМП, которые оно создаёт, были проведены испытания кондуктивных помех согласно методике CISPR 25 международного специального комитета по радиопомехам для 5-го класса. Результаты приведены на рисунке 2. Данные измерений показывают, что кондуктивные помехи, создаваемые понижающим преобразователем, превышают пределы, установленные для 5-го класса, на 15 дБмкВ в диапазоне частот 30–108 МГц.

Первым шагом к снижению ЭМП является уменьшение колебаний в коммутационном узле. Для этого есть несколько способов: первый — замедлить включение и выключение полевого МОП-транзистора, от которого зависит длительность переднего и заднего фронтов сигнала в коммутационном узле. Это можно сделать, добавив резисторы (R_{HO} и R_{LO}), включённые последовательно с затворами полевых МОП-транзисторов (рисунок 3). Второй способ — доба-

Во многих промышленных и автомобильных системах для питания используются синхронные понижающие преобразователи; в таких системах также требуется обеспечить низкий уровень кондуктивных и излучаемых помех, чтобы источники питания не создавали помех другому оборудованию, которое использует ту же шину (входного напряжения

V_{IN}). Например, в автомобильной информационно-развлекательной системе электромагнитные помехи (ЭМП) могут привести к нежелательному шуму в автомобильной стереосистеме.

На рисунке 1 показана схема синхронного понижающего преобразователя и вид сигнала в его коммутационном узле. Затухающее

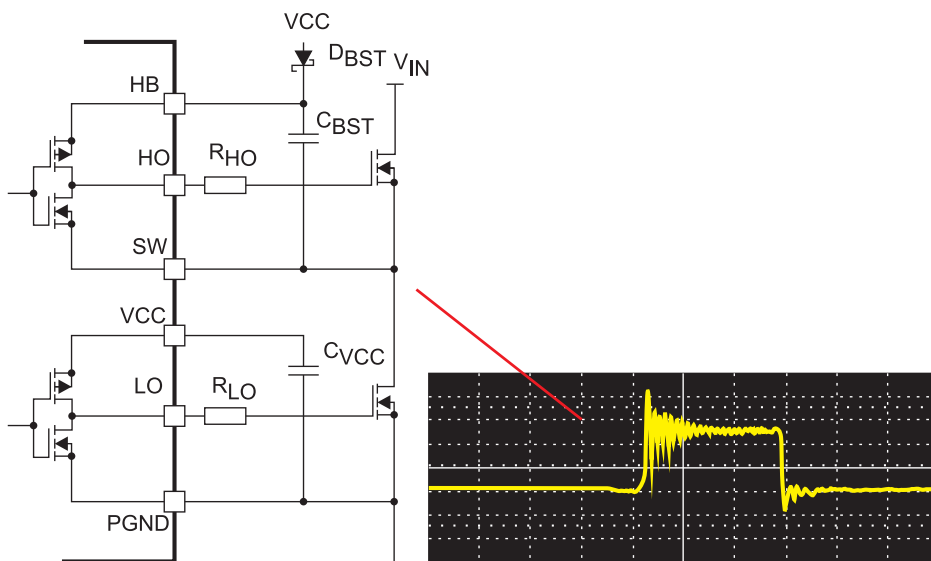


Рисунок 1. Синхронный понижающий преобразователь

вить снаббер (демпфер, R_{SUB} и C_{SUB}) между коммутационным узлом и землёй. Снаббер уменьшает паразитные индуктивности и ёмкости при коммутационных переходных процессах.

Альтернативой вышеописанным способам снижения колебаний сигнала в коммутационном узле является использование контроллера синхронного понижающего преобразователя LM5140-Q1 для автомобильных систем. Одна из ключевых отличительных особенностей LM5140-Q1 – управление скоростью нарастания выходного напряжения. Контролируя выводы истока и стока драйвера, можно независимо управлять временем включения и выключения полевых МОП-транзисторов как верхнего, так и нижнего плеча. В течение периода, когда нижний полевой МОП-транзистор нижнего плеча выключается, а верхний полевой МОП-транзистор верхнего плеча включается, напряжение в коммутационном узле возрастает от потенциала земли до V_{IN} . Если время включения верхнего полевого МОП-транзистора верхнего плеча слишком короткое, выброс напряжения в коммутационном узле во время этого переходного процесса будет слишком сильным. Увеличение номинала резистора R_{HO} уменьшает ток возбуждения, текущий в полевой МОП-транзистор верхнего плеча, замедляя включение этого полевого МОП-транзистора и способствуя снижению колебаний сигнала в коммутационном узле. Замедление выключения полевого МОП-транзистора верхнего плеча увеличит коммутационные потери. Выбирая R_{HO} , нужно будет найти компромисс между низким уровнем ЭМП и коммутационными потерями полевого МОП-транзистора верхнего плеча.

Потери в полевом МОП-транзисторе нижнего плеча включают в себя потери на $R_{DS(ON)}$, потери во время задержки между сигналами открытия и закрытия и потери во внутреннем паразитном диоде полевого МОП-транзистора. В течение времени задержки (когда полевые МОП-транзисторы верхнего и нижнего плеч выключены) внутренний паразитный диод полевого МОП-транзистора нижнего плеча проводит ток индуктивности. Внутренние

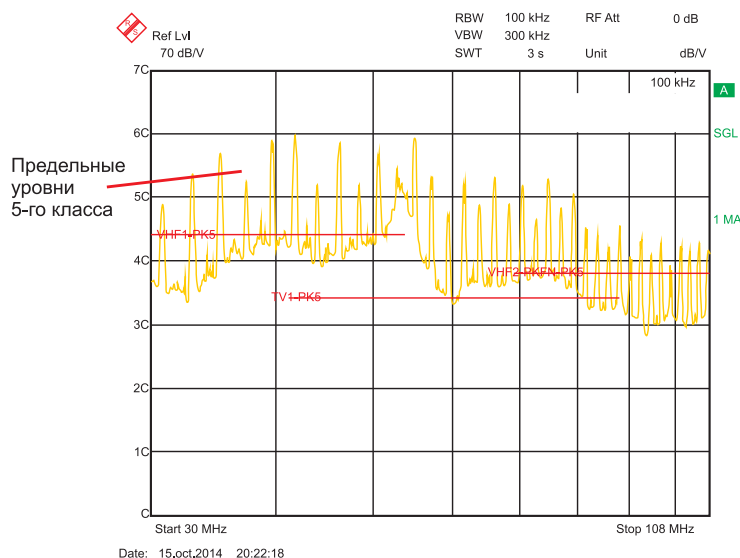


Рисунок 2. 5-й класс CISPR 25, 30–108 МГц, понижающий преобразователь, $V_{IN}=12\text{ В}$, $V_{OUT}=3,3\text{ В}$, $I_{OUT}=5\text{ А}$

паразитные диоды полевых МОП-транзисторов обычно имеют высокое падение напряжения в режиме прямого тока, поэтому они могут существенно снижать КПД. Сокращение времени, в течение которого внутренний паразитный диод полевого МОП-транзистора нижнего плеча проводит ток, повышает КПД. При использовании управления скоростью нарастания выходного напряжения резистор (R_{OL}) может быть введён между

выходом драйвера LM5140-Q1 (вывод LO) и затвором полевых МОП-транзисторов в нижнем плече, чтобы увеличить время, в течение которого происходит выключение полевого МОП-транзистора нижнего плеча. Замедление включения сокращает время задержки между закрытием одного и открытием другого полевого МОП-транзистора в нижнем и верхнем плечах, повышая КПД понижающего преобразователя. При уменьшении времени задержки син-

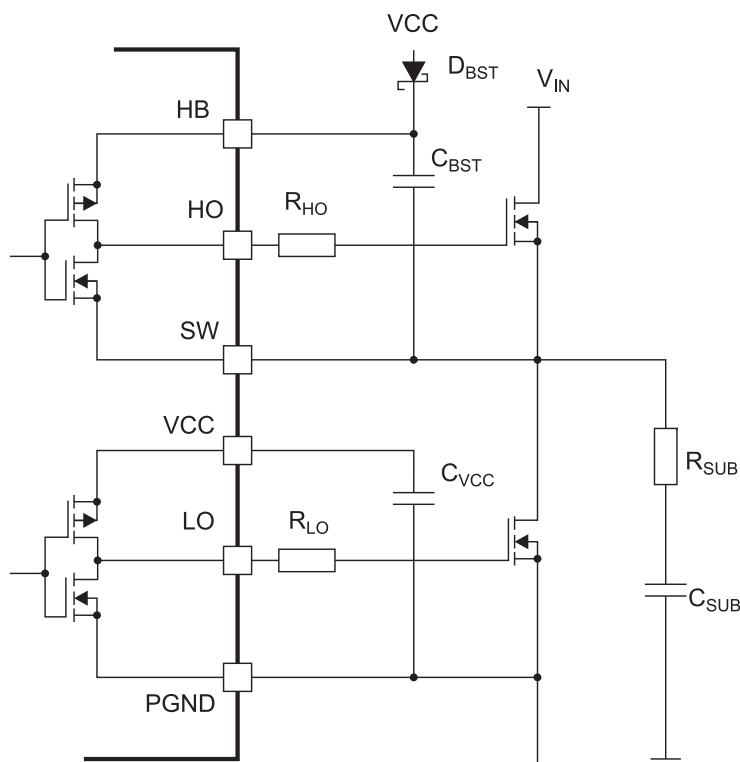


Рисунок 3. Схема включения и выключения

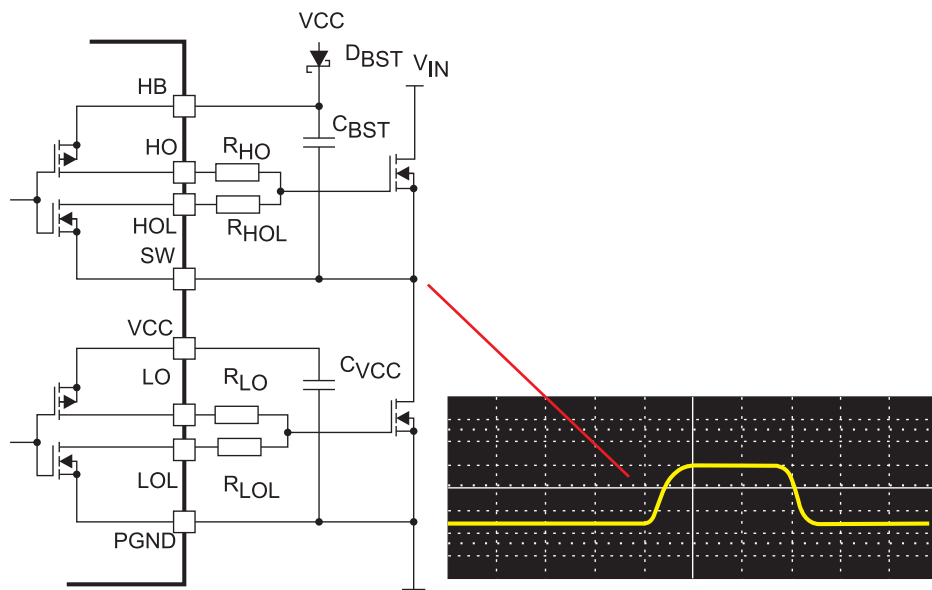


Рисунок 4. Вид сигнала в коммутационном узле понижающего преобразователя с управлением скоростью нарастания выходного напряжения

хронного понижающего преобразователя следует убедиться в том, что полевые МОП-транзисторы в верхнем и нижнем плечах никогда не бывают открыты одновременно.

На рисунке 4 показан другой источник питания (не тот, что показан на рисунке 1). В данном рисунке применён контроллер LM5140-Q1.

Использование управления скоростью нарастания выходного напряжения оптимизирует длительность переднего и заднего фронтов сигнала в коммутационном узле, устраняя затухающие колебания этого сигнала.

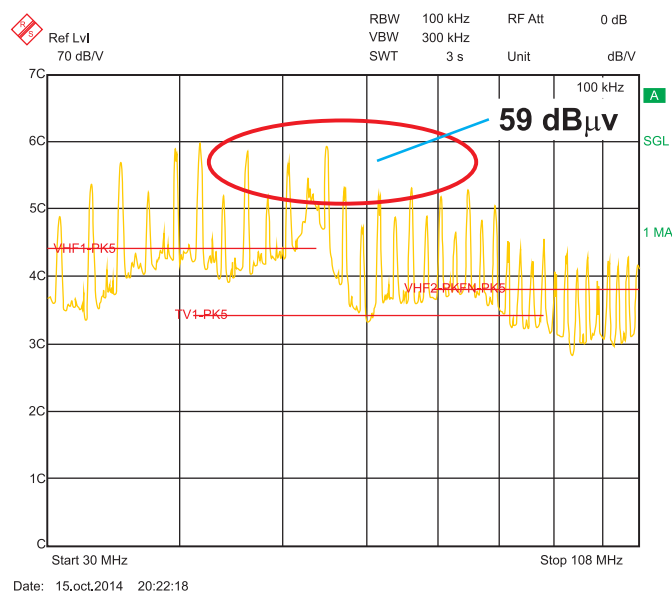
Следующий шаг – определение кондуктивных помех по методике CISPR 25 для 5-го класса. Были вы-

браны такие номиналы резисторов управления скоростью нарастания выходного напряжения: $R_{HO}=10\text{ Ом}$, $R_{HOL}=0\text{ Ом}$, $R_{LO}=10\text{ Ом}$ и $R_{LOL}=10\text{ Ом}$. Резисторы, выбранные для этой системы, представляют собой хорошую начальную точку проектирования любой прикладной системы, в которой выходная мощность меньше 50 Вт. На рисунке 5 показаны результаты и подведены итоги испытания на кондуктивные помехи.

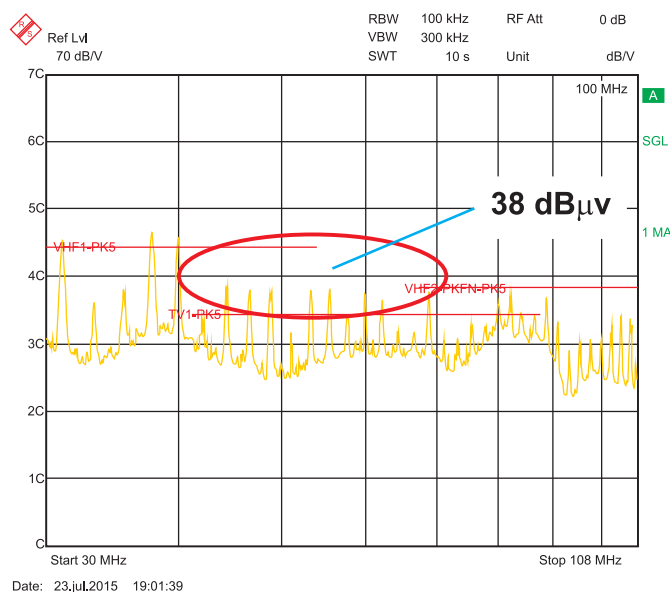
Понижающий преобразователь, использующий LM5140-Q1 с управлением скоростью нарастания выходного напряжения, уменьшил кондуктивные помехи на 21 дБмкВ. Он также обеспечил лучшее управление нарастанием и убыванием сигнала в коммутационном узле и исключил необходимость снаббера, который усложняет схему и увеличивает её стоимость. Правильно выбирая номиналы резисторов схемы управления нарастанием напряжения, на выходе можно не только уменьшить ЭМП, но и повысить КПД системы.

Литература

1. Руководство пользователя по оценочному модулю LM5140-Q1 на сайте www.ti.com



а)



б)

Рисунок 5. Сравнение управления скоростью нарастания выходного напряжения: CISPR 25, класс 5, $V_{IN}=1.2\text{ В}$, $V_{OUT}=3.3\text{ В}$, $I_{OUT}=5\text{ А}$: а) без управления скоростью нарастания выходного напряжения; б) с управлением скоростью нарастания выходного напряжения

Высоковольтные твердотельные реле CotoMOS®



Компания COTO Technology, американский производитель герконовых и твердотельных сигнальных реле, представила – твердотельные реле CotoMOS® серии 140.

Высоковольтные реле СТ140 и CS140 – это качество COTO в индустриальном стандарте – 6-контактном DIP-корпусе. Обе модификации обеспечивают высокое напряжение переключения и высокий ток нагрузки. СТ140 используется для монтажа в отверстия, а CS140 – для поверхностного монтажа. Оба реле идеально подходят для тестового и контрольно-

измерительного оборудования, инверторов солнечных батарей и т. п.

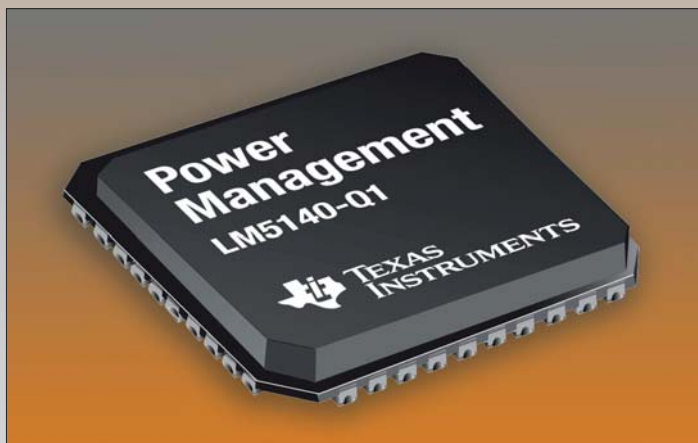
Параметры реле СТ140/CS140:

- Контактная форма 1 А.
- Напряжение переключения 1500 В.
- Ток нагрузки 45 мА (DC – до 70 мА).
- Сопротивление во включённом состоянии – 180 Ом.
- Ток утечки не более 10 мкА.
- Напряжение пробоя 3750 В (5 кВ с суффиксом Н).

www.cotorelay.com

Инновационный контроллер преобразования постоянного тока с широким диапазоном входных напряжений от TI работает при рекордном для отрасли напряжении 65 В

Понижающий преобразователь с рабочей частотой 2,2 МГц и низким током потребления значительно уменьшает системные шумы и экономит место в системах питания автомобильных устройств



TI представила двухканальный синхронный понижающий преобразователь с рабочей частотой 2,2 МГц и уникальным набором функций, разработанный для существенного снижения уровня электромагнитных помех (ЭМП) и высокочастотных шумов в высоковольтных понижающих преобразователях постоянного тока, которые используются в таких системах, как автомобильные информационно-развлекательные системы и системы питания аппаратуры высшего класса. Контроллеры LM5140-Q1 имеют два выхода с чередующимися фазами и выпускаются в корпусах со смачиваемыми припоем контактами, что ускоряет производственный процесс. Вместе с предлагаемым TI инструментарием проектирования WEBENCH® Automotive Design микросхема LM5140-Q1 позволяет инженерам быстрее выводить на рынок свои разработки для автомобильной промышленности.

Ключевые особенности и преимущества LM5140-Q1

- Широкий диапазон рабочих напряжений, от 3,8 до 65 В, гарантирует надёжность работы в стартовых режимах и при сбросе нагрузки в системах с 12- и 24-В свинцово-кислотными и перспективными 48-В литий-ионными автомобильными аккумуляторными батареями [1].

Номер детали	Диапазон рабочего напряжения (abs max), В	Рабочая частота, МГц	Ток потребления IQ, (эксплуатация/выключение), мкА	Комплект
LM5140-Q1	3,8–65 (70)	2,2 или 0,44	35/9	40-pin VQFN*
LM53600-Q1	3,5–36 (42)	2,1	23/1,8	10-pin WSON*
LM53601-Q1	3,5–36 (42)	2,1	23/1,8	10-pin WSON*
LM53602-Q1	3,5–36 (42)	2,1	24/1,7	16-pin HTSSOP
LM53603-Q1	3,5–36 (42)	2,1	24/1,7	16-pin HTSSOP

* Корпус со смачиваемыми припоем выводами.

- Рабочая частота 2,2 МГц с возможностью использования внешней синхронизации смещает коммутационные шумы за пределы чувствительного АМ-диапазона, исключая необходимость в переключениях частоты.
- Уникальное регулируемое управление скоростью нарастания выходного сигнала с помощью драйверов затворов снижает уровень излучаемых ЭМП на величину до 10 дБ ценой потери менее 1% КПД, снижая потребность во внешней фильтрации ЭМП, экономя площадь печатной платы и упрощая соблюдение требований к ЭМП автомобильного стандарта CISPR 25.
- Низкий ток потребления (IQ), равный 35 мкА, в режиме ожидания (один канал работает без нагрузки) увеличивает продолжительность работы от аккумулятора «постоянно включённых» систем.
- Смачиваемые припоем выводы микросхемы позволяют выполнять визуальный контроль качества паяных соединений, что ускоряет производственный процесс.

Промышленные системы, например программируемые логические контроллеры или оборудование промышленной автоматизации, требуют регулируемого напряжения более 15 В.

Микросхема LM5140-Q1 добавилась к недавно вышедшим понижающим преобразователям LM53600-Q1, LM53601-Q1, LM53602-Q1 и LM53603-Q1, завершив формирование семейства контроллеров и преобразователей для автомобильных систем, потребляющих токи от менее 1 А до более 10 А. Все эти устройства имеют частоту коммутации более 2 МГц, отличаются низкими значениями IQ и сниженным уровнем ЭМП.

Возможность приобретения, корпус, цена

Микросхемы LM5140-Q1 можно приобрести непосредственно на сайте www.ti.com или у авторизованных дистрибьюторов компании. Микросхемы выпускаются в 8-выводных корпусах типа VQFN (очень тонкий квадратный корпус с выводами, загнутыми под него) размером 6×6×0,9 мм по цене 3,90\$ США за штуку при объёме партии 1000 штук при покупке на сайте производителя. Можно также заказать оценочный модуль LM5140-Q1 и загрузить инструментарий разработчика синхронного понижающего преобразователя постоянного тока LM5140-Q1, чтобы быстро начать проектирование.

Литература

1. Maintaining Output Voltage Regulation During Automotive Cold-Crank with LM5140 Dual Synchronous Buck Converter». Terry Allinder (SNVA748), January 2016.

Твердотельные накопители 2.5" SATA SSD 3IE

Специализация компании Innodisk

Компания Innodisk специализируется на предоставлении надёжных продуктов памяти и технологий для ответственных применений. Мы понимаем, насколько важно качество промышленных дисков и DRAM-модулей. Именно поэтому вся продукция Innodisk производится на нашем собственном заводе промышленного класса.

Также у нас есть команда разработчиков ПО, которая имеет многолетний опыт в области кастомизации, что позволяет быстро и точно реагировать на запросы клиентов и поставлять высоконадёжные индивидуальные решения.



торые требования, такие как надёжность и безопасность данных.

Для промышленных и встраиваемых систем



Продукты компании могут быть использованы в широком диапазоне промышленных/встраиваемых систем, от автоматизации, телекоммуникаций и транспорта до медицинского оборудования. Также предлагается кастомизация изделий для различных условий работы и разных температур.

Для ответственных применений

Для аэрокосмической и оборонной промышленности компания предлагает одни из самых прочных и надёжных продуктов памяти на рынке. Их изделия не только отвечают строгим стандартам устройств, предназначенных для ответственных применений, но и превосходят неко-

Для транспортных систем



Flash- и DRAM-продукты Innodisk для транспортных систем специально предназначены для работы в сложных условиях. Эта продукция обладает низким энергопотреблением, ударопрочностью и способностью работать при экстремальных температурах, что делает её одними из самых надёжных решений хранения данных для транспортных систем.

Расшифровка наименований:

- **Форм-фактор:**

- SSD
- Slim SSD
- SATADOM
- SATA Slim
- mSATA
- mini PCIeDOM
- M.2-SATA(NGFF)
- CF-SATA
- CFast
- CF Card
- EDC
- SD
- microSD
- USB
- nanoSSD

- **Поколение:**

- 3: Поколение III
- 2: Поколение II
- 1: Поколение I

- **Тип flash-памяти:**

- S: SLC.
Компания Innodisk предлагает серию продуктов с SLC flash-памятью, которая имеет высокую скорость записи, низкое энергопотребление и высокую выносливость. Твердотельные накопители на основе SLC flash-памяти отличаются высокой надёжностью и лучше подходят для ответственных применений.
- M: MLC.
Основное преимущество MLC flash-памяти в её более низкой стоимости в связи с более высокой плотностью данных. Это преимущество делает твердотельные накопители на основе MLC flash-памяти прекрасной заменой традиционным жёстким дискам HDD.
- I: iSLC.
Это эксклюзивная технология программного обеспечения от Innodisk, которая улучшает скорость и качество данных, приближая их к скорости записи накопителей на основе SLC flash-памяти. Благодаря ис-

пользованию алгоритмов управления flash-памятью, iSLC улучшает выносливость твердотельного накопителя SSD до 30 000 раз.

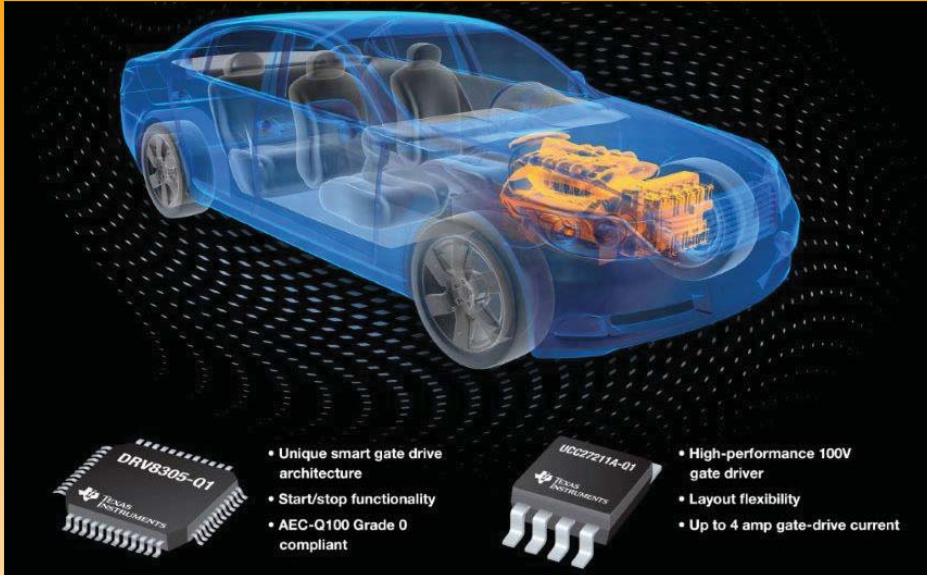
- **Применение и серия:**

- E: Embedded.
Серия Embedded является лучшим решением для встраиваемых систем промышленного класса, потому что продукты данной серии обладают надёжностью, высокой скоростью и длительным сроком службы. Мы предлагаем целый ряд форм-факторов, в том числе твердотельные накопители формата 2,5" и 1,8", SATADOM, mSATA, SATA Slim, iCF, CFast, EDC и SD.
- G: EverGreen.
В серии EverGreen применяется усовершенствованная архитектура L2, которая значительно улучшает скорость случайной записи и срок службы твердотельных накопителей (SSD). Эти особенности лучше всего подходят для файла данных размером меньше или равным 128 Кбайт. При таком использовании диска EverGreen его срок службы может быть продлён более чем в 30 раз по сравнению с обычным накопителем на основе MLC flash-памяти.
- R: InnoRobust.
Серия InnoRobust отвечает всем нынешним требованиям устройств для ответственных применений. Данная серия полностью совместима со стандартами аэрокосмических систем и систем высокой готовности, в том числе MIL-STD-810F/G и MIL-I-46058C. Твердотельные накопители серии InnoRobust полностью защищены от пыли, ударов, вибраций и экстремальных температур. Наша компания является одной из лидирующих среди разработчиков технологий, обеспечивающих сохранность и защиту конфиденциальных данных на диске.

Получить более подробную информацию можно, обратившись в любой офис компании СКАНТИ или по e-mail naa@scanti.ru.

Поддержка продвижения бесщеточных электродвигателей постоянного тока для автомобилей. Два новых драйвера электродвигателей

Драйверы повышают эксплуатационные характеристики силового агрегата, поддерживая **старт-стопный режим**



TI представила два новых драйвера для автомобильных электродвигателей, которые поддерживают высокоэффективные системы силовых агрегатов. DRV8305-Q1, контроллер трёхфазного ЭД с высокой степенью интеграции и драйверами внешних силовых ключей для бесщёточных электродвигателей постоянного тока, и UCC27211A-Q1, сильноточный полумостовой драйвер МОП-ключей, улучшают эксплуатационные характеристики системы и обеспечивают гибкость разработок для удовлетворения разнообразных требований автомобильных систем. Для систем силового агрегата, таких как насос коробки передач или вентиляторы охлаждения двигателя, DRV8305-Q1 обладает интеллектуальной архитектурой драйвера затвора с программируемым управлением скоростью нарастания напряжения, что позволяет легко оптимизировать внешние МОП-транзисторы с точки зрения электромагнитной совместимости (ЭМС). При диапазоне рабочих температур от -40 до 150 °C DRV8305-Q1 соответствует техническим условиям по температуре автомобильных устройств класса 0 совета по автомобильной электронике (АЕС)-Q100.

Другие преимущества и особенности:

- **Поддержка старт-стопного режима.** Устройство работает при напряжении от 4,4 В для поддержки старт-стопного режима, что позволяет производителям автомобилей выполнить строгие требования к эффективности использования топлива и стандарты по уровню выбросов окиси углерода.
- **Экономия места на плате.** Линейный регулятор напряжения 3,3 или 5 В, встроенный в DRV8305-Q1, три усилителя токовых датчиков и интеллектуальная архитектура драйвера затвора уменьшают размер платы и на 20% снижают количество внешних компонентов.
- **Защита от отказов.** Усовершенствованная, реализованная на кристалле защита с подробной диагностикой отказов защищает от перегрева, блокировки при недостаточном напряжении, сквозного тока МОП-транзистора и перегрузок по току. Для разработчиков автомобильных систем, стремящихся к универсальности своих разработок, полумостовой драйвер затвора с напряжением до 100 В UCC27211A-Q1 поддерживает как коллекторные, так и бесколлекторные системы электродвигателей

постоянного тока. Наличие законченной полумостовой схемы позволяет разместить драйвер затвора рядом с МОП-транзисторами, сводя к минимуму паразитные индуктивности и упрощая общую компоновку платы.

Преимущества:

- **Наилучшие эксплуатационные характеристики.** При наименьших в отрасли задержках распространения сигнала, равных 15 нс, наименьших длительностях переднего и заднего фронтов, которые составляют 7 нс, и драйвере затвора с максимальным током 4 А устройство обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики, будучи размещено в компактном корпусе размером 4,89×3,9 мм.
- **Надежная защита.** Драйвер защищен от бросков входного напряжения амплитудой от -12 до $+20$ В — они не могут повредить устройство. DRV8305-Q1 и UCC27211A-Q1 дают разработчикам интегрированные, универсальные решения в широком диапазоне напряжений, токов, вариантов интерфейсов, интеграции и управления.

Корпус, наличие и цена

DRV8305-Q1 можно приобрести в 48-контактном, «высокотемпературном» корпусе типа HTQFP размером 9×9 мм. Цена устройства — \$2,65 при объеме партии 1000 штук*. Разработчики, стремящиеся к скорости и простоте проектирования и конфигурирования систем управления трёхфазных драйверов электродвигателей, могут приобрести оценочный модуль DRV8305-Q1 по цене \$99*.

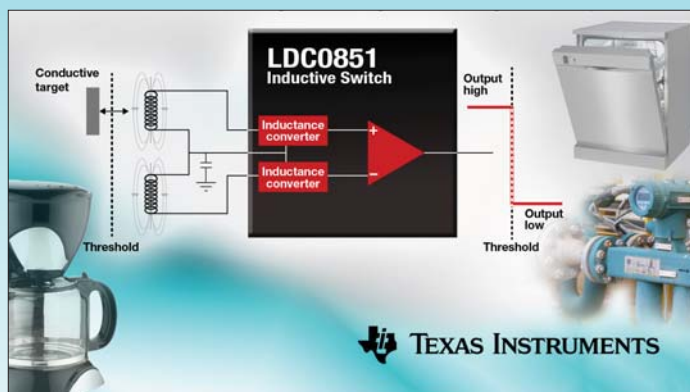
UCC27211A-Q1 выпускается в 8-выводном компактном корпусе (типа SOIC) с компоновкой PowerPAD™ и по цене \$1,77 при объеме партии 1000* штук.

* Цена действительна при покупке на сайте TI.

www.ti.com

Первый в отрасли дифференциальный индуктивный переключатель

Новейшее устройство с индуктивными датчиками обеспечивает высокую надёжность и простоту конструкции переключающих устройств



Texas Instruments представила первый в отрасли дифференциальный индуктивный переключатель с двухкатушечной архитектурой, автоматически компенсирующий отклонения, обусловленные изменениями температуры и старением компонентов. LDC0851 обнаруживает наличие или отсутствие электропроводящего материала, используя простую катушку, созданную на печатной плате. Это уникальное техническое решение позволяет создавать недорогие высоконадёжные устройства коммутации для различных сфер применения, включая кнопки, поворотные переключатели, детекторы открывания/закрывания дверей, а также датчики скорости и направления в персональных электронных устройствах, промышленном оборудовании и системах связи.

LDC0851 обеспечивает точность переключения вне зависимости от изменений температуры, при этом погрешность не превышает 1% от диаметра катушки датчика, что снимает необходимость в заводской калибровке и сводит к минимуму разброс параметров от изделия к изделию. В отличие от альтернативных сенсорных технологий бесконтактная и не использующая магнитов конструкция LDC0851 защищена от грязи, пыли и других факторов окружающей среды, обеспечивая разработчикам надёжное и недорогое решение. Это устройство пополнит линейку интегральных схем для работы с индуктивными датчиками корпорации TI, в которую входит семейство многоканальных преобразователей индуктивности в цифровой сигнал LDC1614.

Основные особенности и преимущества LDC0851:

- **Стабильный порог переключения:** дифференциальная архитектура позволяет поддерживать постоянство порогов переключения во всех диапазонах рабочих температур, влажности и других факторов окружающей среды, а также гарантировать долговременную стабильность параметров, не зависящую от старения компонентов.

- **Высокая точность:** устройство может обеспечивать точность переключения лучше 1%, что на порядок превосходит точность, достижимую при использовании магнитных датчиков, и снижает требования к производственной калибровке.
- **Высокая надёжность:** устойчивость устройства к непроводящим загрязнениям, таким как масло, грязь и пыль, способствует продлению его срока службы и снижению затрат на замену. Переключатель также не чувствителен к магнитным полям постоянной напряжённости, гарантируя надёжную и стабильную работу в широком диапазоне внешних воздействий.
- **Низкое энергопотребление:** короткие рабочие циклы LDC0851 позволяют снизить среднее потребление тока до уровня менее 20 мкА при частоте дискретизации 10 отсчётов в секунду, что почти в пять раз лучше, чем в решениях конкурентов.

Инструменты и средства ускорения разработки

Оценочный модуль LDC0851EVM помогает разработчикам легко сконфигурировать LDC0851 и приступить к его интеграции в систему, не прибегая к программированию. Модуль можно приобрести по цене \$20*.

Для демонстрации возможностей LDC0851 разработан базовый проект инкрементного преобразователя углового положения (TIDA-00828) с простым 32-позиционным поворотным переключателем. Используя всего две микросхемы LDC0851, система может отслеживать как угловое положение, так и направление вращения, а разработчики могут легко увеличить или уменьшить количество положений углового преобразователя. С другими базовыми проектами, использующими индуктивные датчики, можно ознакомиться в библиотеке базовых проектов TI.

Воспользовавшись онлайн-инструментом проектирования WEBENCH®, разработчики смогут в течение нескольких минут приступить к конструированию устройств с индуктивными датчиками. Этот инструмент упрощает проектирование устройств с сенсорными катушками на основании требований конкретных приложений и систем. Оптимизированную конструкцию можно экспортировать в различные системы автоматизированного проектирования (САПР) и быстро интегрировать сенсорную катушку в общую компоновку системы.

Корпус, наличие и цена

Микросхема LDC0851 уже поставляется в безвыводном, очень тонком миниатюрном корпусе типа WSON размером 2x2 мм. Для партий из 1000 приборов установлена цена \$0,38* за штуку.

* Цена действительна при покупке на сайте TI.

www.ti.com/LDC0851



1/2016



2/2016



3/2016

Контакты

Центральный офис

115533, Москва, пр. Андропова, д. 22
БЦ «Нагатинский», 10 этаж
Тел: +7(495)987-1119
факс: +7(495)987-1118
E-mail: order@scanti.com / www.scanti.com

Офис в Санкт-Петербурге

195248, Санкт-Петербург,
пр. Энергетиков, д. 10, БЦ «Крол», офисы: 602, 603
Тел: +7(812)380-8391
Факс: +7(812)380-8392
E-mail: order@scanti.com / www.scanti.com

Офис в Минске

Беларусь, 220099, Минск, ул. Казинца, д. 4, к. 514
(здание ГО «Белресурсы»)
Тел: +375(17)398-2162
Тел./факс: +375(17)256-0867
E-mail: order@scanti.com / www.scanti.com

Офис в Киеве

Украина, 02002, Киев, ул. Марины Расковой, д. 23
офис 1026
Тел./факс: +38(044)206-2277
E-mail: order@scanti.com

3/2016 ВМЕСТЕ В БОРЬБЕ ЗА ЛИДЕРСТВО!