

Компоненты

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПОЛНЫЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЙ

1/2017

- Первый двухдиапазонный беспроводной микроконтроллер CC1350 со сверхнизким энергопотреблением стр. 1
- Микроконтроллеры MSP430™ FRAM с технологией CapTIvate™ стр. 3
- Ускорение автоматизированного производства за счёт использования усовершенствованной технологии развязки цепей стр. 10

Микропотребляющий системный таймер
с функцией

Watchdog
TPL5010





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”

■ Процессоры | Микроконтроллеры | Системы на кристалле

TI представила первый двухдиапазонный беспроводной микроконтроллер со сверхнизким энергопотреблением..... 1

Прадхум Рамкумар (Pradhyum Ramkumar)

Микроконтроллеры MSP430™ FRAM с технологией CapTIvate™. (SLAY044)3

Нужна помощь при грязной работе? Технология CapTIvate™ поможет и в этом!9

■ Интерфейсы и стандартная логика

Марк Морган (Mark Morgan), Джованни Фраттини (Giovanni Frattini)

Ускорение автоматизированного производства за счёт использования усовершенствованной технологии развязки цепей. (SSZY018) 10

■ АЦП, ЦАП, кодеки и декодеры

Дузан Пониквар (Dusan Ponikvar)

Ускорение работы ЦАП на базе ШИМ..... 14

■ Усилители, компараторы и ключи

Лорен Зиберт (Loren Siebert)

Знакомство с операционными усилителями.
Полоса пропускания малого сигнала и полные рабочие характеристики..... 16

■ Датчики

Брайан Фортман (Brian Fortman)

Простой интерфейс с аналоговыми и цифровыми датчиками положения (энкодерами) для систем управления промышленными приводами. (SPRY295) 19

■ Управление питанием

Техническое руководство по Li-SOCl₂ (литий-тионилхлоридным) источникам тока. Часть 1 24



■ Встраиваемые системы и SOM-модули

Твердотельные накопители 2,5" SATA SSD 3IE. Часть 2..... 31



■ Реклама

Первый одночипный eFuse-предохранитель TPS2660 от TI..... 24



Источники питания от компании Xeno Energy..... 29

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

TI представила первый двухдиапазонный беспроводной микроконтроллер со сверхнизким энергопотреблением

Контролируйте сети «Интернета вещей» (IoT) на переносных устройствах при помощи доступного уже сегодня однокристалльного беспроводного решения с поддержкой субгигагерцового диапазона и спецификации Bluetooth® с низким энергопотреблением.



Расширяя функциональность сетей «Интернета вещей», TI анонсировала доступность для массового производства однокристалльного двухдиапазонного беспроводного микроконтроллера, поддерживающего субгигагерцовые технологии и спецификацию Bluetooth® низкого потребления (BLE). Являясь частью программно- и аппаратно-совместимой платформы SimpleLink™ со сверхнизким энергопотреблением корпорации TI, новый беспроводной двухдиапазонный микроконтроллер CC1350 позволяет разработчикам уйти от решения на трёх микросхемах к неболь-

шуму однокристалльному решению, одновременно уменьшая проектную сложность, потребляющую энергию, стоимость и занимаемую на печатной плате площадь. Беспроводной микроконтроллер CC1350 обеспечивает дальность связи до 20 км при питании от миниатюрной батарейки в приложениях промышленной и домашней автоматизации, систем сигнализации и безопасности, интеллектуальных сетей, контроля за перемещениями и приложений сетей беспроводных датчиков.

Отличительные особенности разработанного для энергоэффективных

сетей дальнего радиуса действия (LPWAN) беспроводного микроконтроллера CC1350:

- **Двухдиапазонная связь**, расширяющая функциональность субгигагерцовых сетей реализациями на базе BLE, такими как передача маркера, обновление ПО по воздуху, ускорение пусконаладочных работ при вводе в эксплуатацию, удалённые дисплеи и многое другое.
- **Связь на большом расстоянии** совместно со сверхмалым энергопотреблением 0,7 мкА в спящем режиме, позволяющим работать более 10 лет от одной батарейки.
- **Улучшенная интеграция** в маленьком беспроводном микроконтроллере, комбинирующая субгигагерцовый приёмопередатчик и радиочасть BLE, а также ядро ARM® Cortex®-M3 и flash-память в одном 4x4 мм QFN-корпусе.

Разработчики могут быстро запустить проект на недорогом отладочном комплекте SimpleLink CC1350 LaunchPad™ или связать информацию от датчиков с удалённым хранилищем данных – облаком при помощи демонстрационного набора SimpleLink CC1350 SensorTag, поддерживаемых в интегрированных средах разработчика Code Composer Studio™ и IAR Embedded WorkBench®. Дополнительно TI упрощает процесс разработки, предоставляя множество программных продуктов, включающих примеры организации связи по схеме точка-точка, при помощи инструмента EasyLink, стек протокола беспроводного M-Bus, использующий ОС TI RTOS, так же, как и набор разработчика ПО BLE-Stack 2.2,

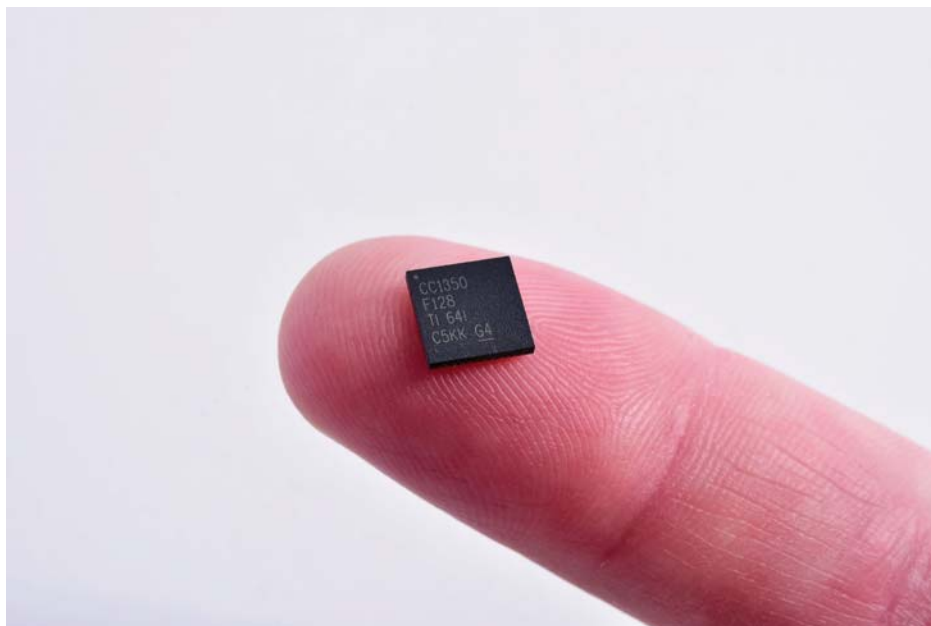
поддерживающий спецификацию *Bluetooth 4.2*. Разработчики также получают доступ к курсам в реальном времени и сообществу инженеров E2E™, помогающим им упростить процесс разработки.

Цена и доступность

Отладочные наборы, построенные на базе субгигагерцового беспроводного микроконтроллера семейства SimpleLink CC1350, доступны для заказа через систему TI Store, а также через авторизованных дистрибьюторов TI.

- Отладочный набор CC1350 (LAUNCHXL-CC1350): USD \$29* – предоставляет полный набор для разработки на базе беспроводных субгигагерцовых технологий и спецификации BLE – аппаратную платформу микроконтроллера, ПО и радиочастотную часть.
- Демонстрационный набор CC1350STK, выходящий в 4Q 2016 по цене \$29,99*, – наглядно показывает работу субгигагерцовых и BLE-проектов на небольшом комплекте, содержащем 10 малопотребляющих MEMS-датчиков, способный подключиться к удалённому хранилищу менее чем за 3 минуты.

Беспроводные микроконтроллеры семейства SimpleLink CC1350, предназначенные для работы в диапазонах ISM и систем SRD 315, 433, 470, 500,



779, 868, 915, 920 и 2,4 МГц, будут доступны в корпусах QFN 4×4, 5×5 и 7×7 мм. Сейчас доступен микроконтроллер для диапазонов ISM 868, 915 и 920 МГц в корпусе 7×7 мм, по цене:

- CC1350F128RGZR по цене \$4,6* при одновременном заказе 1000 шт.

Линейка беспроводных продуктов SimpleLink корпорации TI

Продуктовая линейка низко- и ультранизкопотребляющих бес-

проводных решений – беспроводных контроллеров и процессоров для широкого рынка встраиваемых приложений – делает простой возможность присоединения разнообразных устройств к IoT. Охватывая более 14 стандартов и технологий, включая *Bluetooth®* Smart, Wi-Fi®, Sub-1 GHz, 6LoWPAN, Thread, ZigBee® и другие, изделия SimpleLink помогают производителям легко добавлять возможность беспроводной связи в любую аппаратуру, в любой проект, для любых применений.

* на территории США
www.ti.com/simplelink

TLVx316 – одно-, двух- и четырёхканальные низковольтные Rail-To-Rail операционные усилители

TI представила микросхемы TLV316, TLV2316 и TLV4316 – это КМОП операционные усилители общего назначения, обладающие широкой полосой пропускания, низким током потребления, низкими уровнями шумов и тока смещения. Микросхемы отлично подходят для тех применений, где необходим баланс между ценой и качеством изделия. 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 1,8 до 5,5 В; возможно биполярное питание.
- Rail-To-Rail по входу и выходу.
- Полоса частот до 10 МГц.

- Потребляемый ток 0,4 мА на канал.
- Уровень шумов 12 нВ/√Гц на 1 кГц.
- Ток смещения ±10 пА.
- Встроенный фильтр помех.

В зависимости от числа каналов микросхемы выпускаются в корпусах SC70, SOT-23, VSSOP-8, SOIC-8 или TSSOP-14

www.ti.com

Прадхум Рамкумар (Pradhyum Ramkumar)

Микроконтроллеры MSP430™ FRAM с технологией CapTivate™



TI представила первые микроконтроллеры, которые предлагают сертифицированное решение в соответствии со стандартом IEC 61000-4-6, а также наиболее помехоустойчивые, с емкостными сенсорами.

Будучи лидером в сфере технологий, роль TI состоит в том, чтобы понять проблемы, с которыми могут столкнуться их заказчики, и разработать продукты, которые будут предоставлять решения, облегчающие реализацию инновационных технологий. Например, мы слышали от многих наших клиентов, которые разрабатывают промышленное оборудование, что они нуждаются в проектировании простых интерфейсов, которые могут переносить жёсткие эксплуатационные условия с учётом помех, грязи и жидкостей, препятствующих надёжной работе механических кнопок (рисунок 1).

Для таких заказчиков мы рекомендуем технологию емкостных сенсоров, поскольку она предлагает и стиму-

лирует экономически эффективную альтернативу механическим кнопкам в промышленных и коммерческих приложениях. Например, механические кнопки на кофейнике имеют швы, через которые жидкость и кофейная гуща могут проникнуть в корпус, потенциально вызывая повреждение. С сенсорным пользовательским интерфейсом (UI) прибор может быть

	Industrial Design	Cold Temp/ Environment Noise	Sealed/Durability	Reliability	Haptic Feedback
Kitchen	++	+	++	○	+
Home automation	+	○	+	○	+
Industrial	○	++	++	+	+
Consumer electronics	++	○	○	○	++
Medical	○	++	++	○	+
Automotive	++	+	○	+	++
Wearables	○	+	+	○	++

Рисунок 1. Разработчикам промышленного оборудования необходимо иметь возможность проектировать простые и надёжные интерфейсы, чтобы переносить жёсткие условия эксплуатации

защищён бесшовной металлической или пластиковой оболочкой.

Емкостной сенсор также делает возможными инновационные варианты для интерфейсов, которые увеличивают простоту использования для лучшего восприятия пользователем. Например, наушники могут использовать емкостной датчик приближения для обнаружения, что их не носят, так что они могут сами себя отключать и экономить энергию батареи. Наушники могут также предложить немеханический регулятор, который позволит пользователям легко настраивать громкость.

Емкостной сенсор допускает широкий диапазон различных возможностей, включая:

- Кнопки, линейные и круговые полосы прокрутки. Инженеры теперь не ограничены недостатками механических кнопок. Поворотные и ползунковые элементы делают дизайн более эффективным, а интерфейс пользователя (UI) – интуитивным.
- Надёжность. UIs на основе емкостных сенсоров неуязвимы к повреждениям подобно механическим кнопкам. Они также обеспечивают повышенную защиту от факторов окружающей среды.
- Распознавание приближения и жестов. Обнаруживается, когда пользователи находятся в зоне действия системы, включается другой уровень управления питанием и производительностью. Кроме того, жесты позволяют пользователю взаимодействовать с системой интуитивно.
- Массовое производство. Упрощённый дизайн и уменьшен-

ное число компонентов снижают сложность системы и стоимость.

- Эстетика. UIs с емкостными сенсорами имеют более изящный внешний вид, что является привлекательным для пользователей и они могут быть невидимы, пока не освещены. Приборы также легче поддерживать в чистоте.

Микроконтроллеры (MCUs) MSP430™ FRAM с технологией емкостных сенсоров

Чтобы помочь своим заказчикам в полной мере использовать преимущества UIs с емкостными сенсорами, TI создала новое семейство MCUs со сверхнизким энергопотреблением MSP430FR25x/26x и технологией CapTIvate™ (рисунок 2). Семейство MCUs было разработано, чтобы обеспечить простоту в мелкой и крупной бытовой технике, персональной электронике, системах автоматизации зданий и предприятий.

Кроме эффективной архитектуры, MCUs MSP430FR25x/26x обладают технологией емкостных сенсоров с самым низким энергопотреблением в своём классе. Это делает семейство идеальным для реализации интерфейсов в таких устройствах, как электронные замки, работающие от батарей, портативная электроника и бытовые приборы, отвечающие требованиям стандарта ENERGY STAR®.

Технология предлагает характеристики, которые обеспечивают надёжную и безотказную работу в условиях помех и агрессивных сред, а также способность переносить влагу. Высокая чувствительность технологии CapTIvate™ допускает применение плотных покрытий для защиты оборудования и использование металлических панелей для реализации емкостных кнопок на металлической поверхности. Технология была разработана с учетом простоты использования, так что инженерам нет необходимости быть экспертами в емкостных сенсорах, чтобы получить преимущества UIs на их основе.

Как было сказано ранее, первыми устройствами для исполь-

зования технологии CapTIvate™ от TI является семейство MCUs MSP430FR25x/26x с памятью FRAM. Интегрируя емкостной сенсор, как автономный входной аналоговый интерфейс к полнофункциональным FRAM MCU, TI даёт возможность разработчикам конструировать истинно однокристалльные системы (рисунок 3). Архитектура MCU MSP430 обеспечивает достаточную вычислительную мощность, чтобы поддерживать операции, такие как управление LCD, LEDs, тактильную обратную связь или любые другие задачи управления системой, без необходимости наличия второго MCU. В этом состоит дополнительное преимущество для ускорения проектирования и снижения общей стоимости системы.

Технология CapTIvate™ является чрезвычайно чувствительной; она имеет возможность оценивать изменения ёмкости в пределах 10 фФ и охватывать широкий динамический диапазон ёмкости до 300 пФ, позволяя системам обеспечивать:

- Надёжную работу с плотными покрытиями из стекла, до 60 мм.
- Большую дальность обнаружения приближения, до 30 см
- Улучшенное разрешение для линейных и круговых полос прокрутки, до 10 бит.
- Уменьшение ложных срабатываний при наличии значительной паразитной ёмкости.
- Малый форм-фактор за счёт возможности использования небольших электродов.

Микроконтроллеры MSP430FR25x/26x с технологией CapTIvate™ также могут сканировать 4 электрода одновременно за 500 мкс. Это позволяет улучшить подавление синфазных помех. Кроме того, быстрое сканирование и высокая чувствительность дают возможность создавать приложения с 3-мерной жестикуляцией.

Снижение влияния помех

Помехи являются основной проблемой, стоящей перед конструкто-

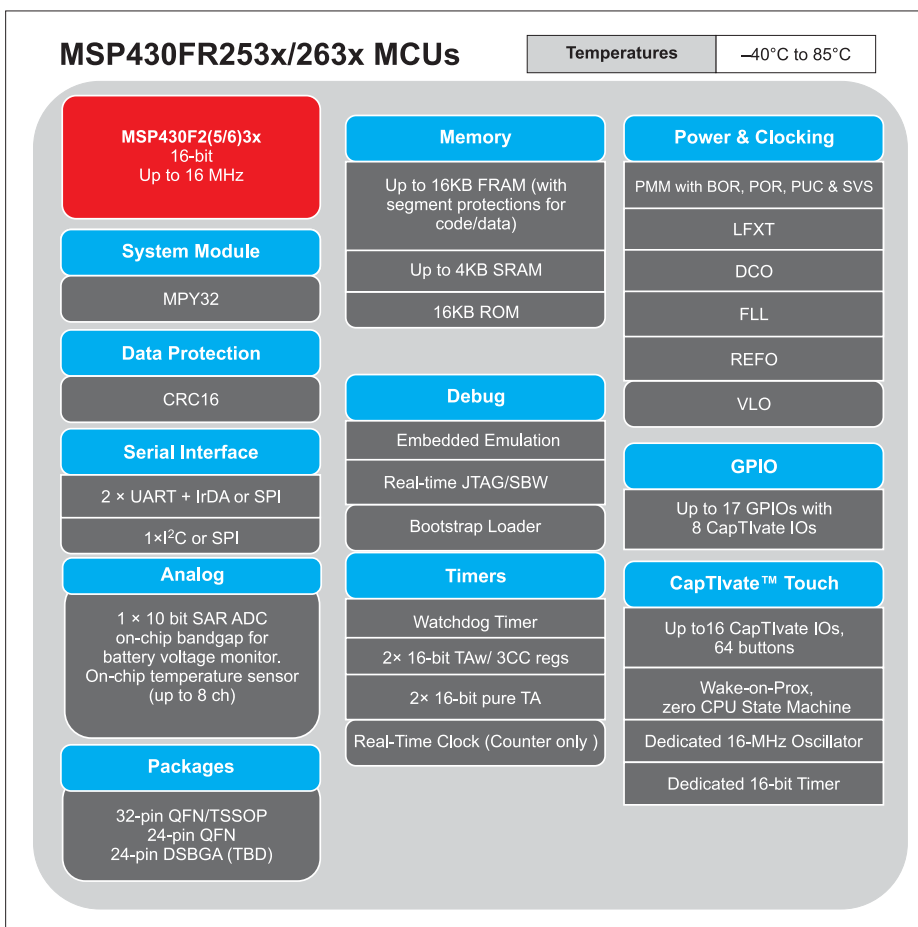


Рисунок 2. Первыми устройствами от TI для использования технологии CapTIvate™ являются MCUs на основе FRAM-памяти семейства MSP430FR25x/26x

рами емкостных сенсорных систем, так как помехи могут исходить от внутренних или внешних источников. Это может вызвать ложное срабатывание, что может быть опасно. Представьте себе индукционную печь, включающую сама себя из-за помех в линии питания. MCUs MSP430FR25x/26x имеют несколько функций, объединённых в кремнии, чтобы удовлетворять строгим требованиям приложений, которые должны работать в условиях помех и отвечать стандартам электромагнитной совместимости (EMC), включая IEC61000-4-4 для быстрых электрических переходных процессов (EFT), IEC61000-4-6 для синфазных помех (CMN) и IEC61000-4-2 для электростатического разряда (ESD).

Высокая эффективность технологии CapTlvate™ является важной для достижения лучшей помехоустойчивости. Большая чувствительность приводит к возможности иметь небольшие электроды или датчики. Входной аналоговый интерфейс также может поддерживать хоро-

шую эффективность, даже когда система требует наличия длинных трасс на печатной плате. Технология CapTlvate™ минимизирует влияние помех, используя различные аппаратные механизмы управления:

- Интегратор на основе переноса заряда. Метод функционирования позволяет технологии CapTlvate™ надёжно выполнять емкостные измерения.
- Генератор тактовых сигналов. Генератор допускает передискретизацию и функцию скачкообразной перестройки частоты независимо от MCU's DCO (генератор с цифровым управлением), что также увеличивает надёжность в условиях помех.
- Входной контакт для синхронизации с переходом сигнала через ноль.
- Тактирование в расширенном спектре. Этот метод тактирования уменьшает электромагнитные излучения, которые могут оказывать влияние на цепи системы.
- Регулятор напряжения 1,5 В. Способность управлять датчи-

ками при 1,5 В снижает излучения по сравнению с питанием их от более высоких напряжений.

Технология CapTlvate™ способствует улучшению надёжности посредством программной обработки сигнала. Среди алгоритмов обработки сигнала используются многократность, передискретизация, динамическая настройка порога, фильтрация помех переменного тока и устранение дребезга. Совместно это сочетание высокой производительности с аппаратными и программными функциями обеспечивает высокую помехозащищённость, предназначенную для того, чтобы помочь разработчикам достичь соответствия стандартам EMC. Например, пример проекта EMC с технологией CapTlvate™ оказывает устойчивость к электромагнитной помехе до 10 Vrms, а также ESD и EFT до 4 кВ пикового напряжения. Полный отчёт о тестировании можно получить от лаборатории компании-партнера по ссылке: www.ti.com/lit/pdf/slay045.

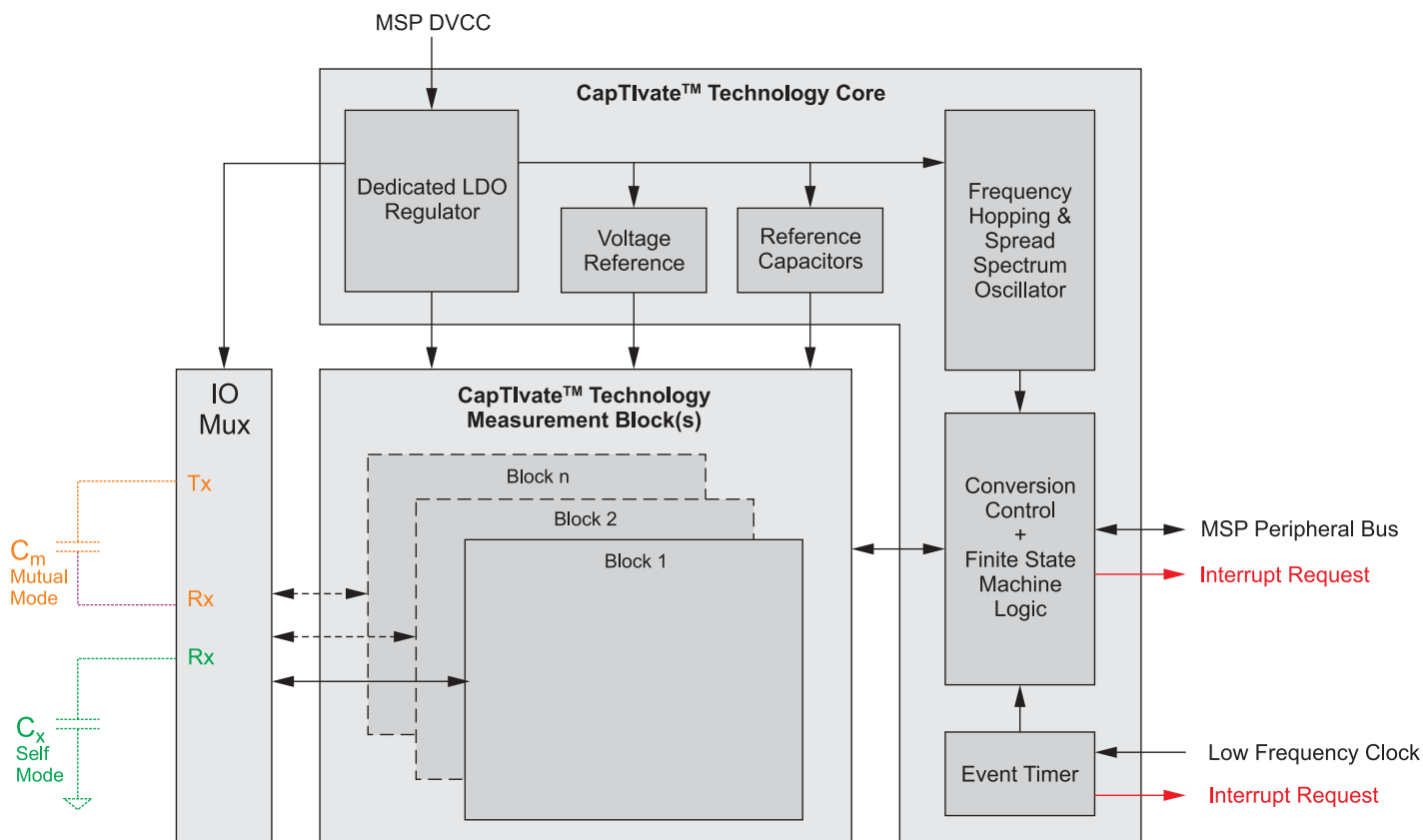


Рисунок 3. Интегрируя технологию CapTlvate™ от TI как независимую периферию и полнофункциональные MCU, TI даёт возможность разработчикам создавать истинно однокристальные системы, которые могут точно обнаруживать прикосновения, даже когда CPU находится в спящем режиме

MCU с емкостными сенсорами и самым низким энергопотреблением

Разработчики бытовых и промышленных проектов нового поколения сталкиваются с возрастающей необходимостью минимизации расходования энергии. MCUs MSP430FR25x/26x были разработаны, чтобы обеспечить самое низкое энергопотребление в своем классе для интерфейсов на основе емкостных кнопок, линейных и круговых полос прокрутки, а также датчиков приближения. Корпорация TI разработала несколько инновационных технологий, чтобы сделать это возможным.

Обычно контроллеры емкостных сенсоров, которые присутствуют сегодня на рынке, требуют CPU (процессорное устройство) для пробуждения и проверки электродов. Высокий расход энергии CPU в сочетании со временем, которое требуется для пробуждения, существенно влияет на расход энергии, требуемой для сканирования электродов. Это повышает потребление энергии, и расходуется до 20 мкА на один сенсор для сенсорных контроллеров сегодняшнего поколения.

В отличие от этого MCUs MSP430FR25x/26x имеют нулевое время пробуждения при прикосновении. Реализовано это как конечный автомат, который может активно отслеживать до 4 сенсоров прикосновения/приближения, пока CPU находится в спящем режиме. Когда происходит событие, конечный автомат пробуждает CPU для обработки этого события. Результатом является превосходная эффективность расходования энергии; когда сканируются 4 электрода, расходуется всего 0,9 мкА на один сенсор. Этот уровень эффективности помогает достичь соответствия требованиям ENERGY STAR и значительно увеличить время функционирования от одного дискового батарейного элемента. Для приложений, которые требуют более чем 4 электрода, MCU MSP430FR25x/26x расходует всего 1,7 мкА на кнопку (предполагается

решение 16 кнопок с собственной ёмкостью или 64 кнопки с взаимной ёмкостью при частоте дискретизации 8 МГц).

Ферроэлектрическая память с произвольным доступом (FRAM) для увеличения эффективности энергопотребления

Промышленные приложения обычно требуют сохранения данных, когда система отключается или происходит сбой в питании. Технология MCU с памятью FRAM сочетает скорость SRAM (статическая память с произвольным доступом) с энергонезависимостью Flash-памяти для обеспечения устойчивости к нарушениям в работе с гибкостью и эффективностью в единой технологии памяти. Сравнимая по стоимости с Flash-памятью, FRAM-память предлагает лучшую скорость записи (в 100 раз быстрее), доступ для чтения (без состояния ожидания при скорости до 8 МГц), выносливость (фактически неограниченная при 10^{15}) и эффективность использования энергии (в 6 раз лучше). Это делает FRAM универсальной памятью, которая может использоваться для кода программы и для данных. Разработчики получают гибкость при распределении, сколько памяти выделить для кода программы и сколько — для хранения данных. Это позволяет разработчикам устанавливать оптимальное использование памяти, даже когда изменяются технические требования без необходимости перехода на процессор с другой конфигурацией памяти.

MSP430FR2633 FRAM MCU позволяет инженерам быстро создавать различные приложения. Например, рассмотрим электронный дверной замок. Благодаря энергонезависимой FRAM-памяти замок может регистрировать информацию, как люди использовали дверь, когда использовали и правильно ли вводился код. Эта добавленная функциональность может быть реализована без отрицательного влияния на срок службы батареи или увеличения стоимости системы.

Собственная или взаимная ёмкость и обнаружение приближения. бескомпромиссный дизайн

MCUs MSP430FR25x/26x предоставляют инженерам высокую степень гибкости при разработке систем на основе емкостных сенсоров, так как они поддерживают оценку собственной и взаимной ёмкости, а также обнаружение приближения, и всё в одной конструкции. Это позволяет разработчикам выбрать правильный метод считывания для задачи, которую они решают. Говоря простым языком, собственная ёмкость — это ёмкость между одиночным считывающим электродом и землёй, где палец пользователя играет роль земли. Это обеспечивает функциональность для приложений, которые требуют считывания на дальнем расстоянии (обнаружение приближения), высокую чувствительность, большую помехоустойчивость или сверхвысокое разрешение линейных и круговых полос прокрутки. В отличие от этого взаимная ёмкость характеризует ёмкость между передающим и принимающим электродами. Когда палец пользователя приближается и касается панели, ёмкость, измеренная между каждым электродом, изменяется. Взаимная ёмкость является идеальной для приложений, которые требуют большого числа кнопок, имеют сенсоры, которые близко расположены или требуется подавление влияния влаги. Это означает, что разработчики не должны идти на компромисс и отдавать приоритет одной части сенсорного интерфейса пользователя (UI) в ущерб другой.

Подавление влияния влаги

Для обеспечения надёжной работы пользователей UI должен быть устойчивым к воздействию влаги. Вода и другие жидкости имеют диэлектрическую проницаемость, отличную от воздуха, и являются проводящими, потенциально создавая множество проблем, которые должны решать инженеры. Это может привести к ложным считываниям в ряде

сенсоров, особенно если жидкость скопилась на панели. Чтобы сделать возможным подавление влияния воды, технология CapTlvate™ может использовать специально предназначенный канал защиты для обнаружения аномалий, таких как изменение окружающих условий, чтобы приспособиться к ним. Сенсорная библиотека CapTlvate™ предоставляет программное обеспечение для обработки управления каналом защиты, упрощая создание надёжных систем для приложений, где присутствие воды является обычным делом.

Поддержка для пластмассовых, стеклянных и металлических поверхностей

Технология CapTlvate™ работает надёжно с пластмассовыми и стеклянными покрытиями. Высокая чувствительность технологии CapTlvate™ допускает использование стеклянных покрытий до 60 мм толщиной, а также пластмассовых покрытий толщиной 25 мм, тогда как металлические покрытия предусматривают другой метод для создания инновационных сенсорных решений. В случае металлических покрытий нажатие кнопки вызывает усилие, которое прогибает металлический лист, создавая небольшое изменение в ёмкости, определяемое сенсорами, смонтированными под панелью. Металлические покрытия позволяют конструкциям быть совершенно безразличными к грязи и жидкостям в окружающей среде. Поскольку прикосновение к металлу вызывает усилие, оно также фиксируется нажатием через перчатку. Кроме того, технология CapTlvate™ также различает и усилие прикосновения, делая возможными различные проекты человеко-машинных интерфейсов.

Корректировка для допусков при изготовлении

В процессе изготовления различия в толщине и размерах материалов могут негативно воздействовать

на чувствительность. В результате способность реагирования систем может различаться от панели к панели. Вместо необходимости ручной настройки для компенсации производственных изменений технология CapTlvate™ может быть сконфигурирована для автоматической настройки коэффициента усиления и параметров входного аналогового интерфейса. Разработчики устанавливают ожидаемое вычисление ёмкости для определения прикосновения, и система настраивает себя, чтобы придерживаться этого исходного уровня. Также может быть включена автоматическая регулировка, позволяя системам непрерывно настраивать себя для поддержания быстродействия и чувствительности.

Улучшение сенсорных интерфейсов. Тактильность

Тактильность относится к механизму, который обеспечивает вибрационную обратную связь пользователям при нажатии кнопки. Применение тактильности может увеличить безопасность пользователя, повышая его уверенность, когда работающие устройства подтверждают входные сигналы UI посредством усиления обратной связи. Это приводит к более быстрому вводу, меньшим количествам ошибок и увеличению производительности. Например, 18%-ное сокращение лишних/повторных взглядов на интерфейс пользователя может быть достигнуто добавлением тактильной обратной связи [1].

Корпорация TI имеет самый широкий набор драйверов тактильных устройств в полупроводниковой индустрии и поддерживает эксцентричные вращающиеся массы (ERM), исполнительные механизмы на основе соленоидов, линейного резонанса (LRA) и пьезоэлектрические. Интеграция тактильного драйвера с MCU MSP430FR25x/26x является простой. Когда обнаруживается прикосновение, MCU посылает тактильный код через I²C-интерфейс тактильному драйверу. Это приводит в движение исполнительный механизм, создавая вибрацию.

Центр проектирования CapTlvate™. Гибкость и простота использования

Помимо того, чтобы быть технологией емкостных сенсоров с самым низким энергопотреблением, MCUs MSP430FR25x/26x являются также самыми простыми для проектирования. Разработчики всех уровней квалификации в программировании могут создавать решения для емкостных сенсоров с минимальными усилиями, фокусируясь на проектировании приложения, а не на мельчайших деталях. С помощью Центра проектирования CapTlvate™ разработчики могут начать настройку своих датчиков менее чем за 5 минут. Программное обеспечение доступно для Windows®, Apple® OS X® и Linux®. Руководство ниже показывает хорошо отлаженный пятиступенчатый процесс проектирования.

1. Перетащить и разместить датчики в GUI:
 - Пример: 5 кнопок, 3-элементный ползунок и датчик приближения.
2. Сконфигурировать каждый сенсор:
 - Собственная ёмкость или взаимная ёмкость
 - Выбор MCU MSP430FR25x/26x
 - Корректировка автоматически генерируемой конфигурации ввода/вывода.
3. Настройка в реальном времени:
 - Отображение гистограммы/осциллограммы.
 - Настройка характеристики – порог касания, защита от дребезга, установки фильтра.
 - Оптимизация для помехозащиты, энергопотребления, чувствительности, диапазона используемых меню.
 - Доступны рекомендации, чтобы показать инженерам, как легко установить пороги и проверить их.
4. Автогенерация конфигурационного файла и полная компиляция в IDE Code Composer Studio™ или проекте IAR:
 - Корректировка проектов не требуется, если нет необходимости добавить код приложения.
5. Компиляция встраиваемого программного обеспечения, запись во Flash и запуск на исполнение.

Библиотека сенсоров технологии CapTIvate™

TI обеспечивает обширную библиотеку сенсоров CapTIvate™ для реализации усовершенствованных функций помимо действующих емкостных сенсорных возможностей. Библиотека отображена в ROM, освобождая память MCU для использования приложением.

Библиотека предоставляет доступ к различным уровням приложения, включая:

- Аппаратный абстрактный уровень (HAL). Доступ от «непокрытого металла» с определённой степенью защиты (IP) к периферии CapTIvate™.
- Базовый сенсорный уровень. Доступ к основной функциональности обнаружения приближения и определения прикосновения, а также возможностям фильтрации.
- Уровень расширенных возможностей. Обеспечивает обработку линейных и круговых полос прокрутки.
- Уровень коммуникаций. Включает коммуникационные протоколы.
- Последовательные драйверы нижнего уровня. Основные возможности интерфейса.

Эти уровни упрощают реализацию функциональности и предоставляют разработчикам доступ к расширенным возможностям, которые необходимы. Приложение уведомляется об обнов-

лениях датчика через пользовательский механизм обратного вызова. Конфигурирование датчика автоматизировано с помощью Центра проектирования CapTIvate™, а заводские настройки и программирование могут быть выполнены одновременно.

Набор разработки MCU CapTIvate™

Для дальнейшего ускорения оценки и разработки TI предлагает широкий выбор плат разработки и наборов. Как пример, набор разработки CapTIvate™ MCU (MSP-CAPT-FR2633) позволяет разработчикам оценивать и проектировать емкостные сенсоры со всеми возможностями MCUs MSP430FR25x/26x (рисунок 4). Этот набор содержит в комплекте программатор/отладчик eZFET с технологией EnergyTrace™ от TI, печатную плату с процессором MSP430FR2633 MCU, отдельную печатную плату для работы от батареи и тестирования EMC/EMI и печатные платы датчиков для демонстрации характеристик взаимной, собственной ёмкости и обнаружения приближения. Для ускорения разработки тактильности набор включает тактильный драйвер DRV2605, L встроенный в панель электрода CAPTIVATE-PHONE. Корпорация TI также предлагает набор для оценки тактильности DRV2605 и оценочную плату DRV2667, которая может быть использована с внешними исполнительными механизмами.

Печатная плата датчика CapTIvate™-Metal будет доступна как дополнение комплекта для демонстрации характеристик прикосновения к металлической поверхности.

Документация и примеры проекта для технологии CapTIvate™

Руководство по технологии CapTIvate™ является единым инструментом для всей документации по этой новой технологии. Оно может быть доступно в Центре разработки CapTIvate™. Инструмент содержит подробную информацию для начала работы с технологией CapTIvate™ и современные темы проектирования по разработке датчиков, оптимизации для низкого энергопотребления, устойчивости к жидкостям и помехам. Также доступны примеры кода для разработчиков, чтобы быстро оценивать возможности архитектуры MSP430FR25x/26x MCU с технологией CapTIvate™ и ускорить выход на рынок. С MCUs MSP430FR25x/26x инженеры имеют возможность внедрять емкостные сенсоры в широкий спектр применений быстро и эффективно по стоимости. Емкостной сенсор адресован не только к надёжности механических кнопок, он делает возможными инновационные интерфейсы с различной функциональностью. Корпорация TI имеет технологию емкостных сенсоров с самым низким энергопотреблением, доступную в промышленности сегодня, и предлагает разработчикам экосистему средств, чтобы помочь им достичь эффективности и надёжности, необходимой даже для наиболее требовательных промышленных применений. Эти средства ускоряют разработку благодаря их гибкости и простоте использования, позволяя инженерам создавать надёжные системы с емкостными сенсорами без необходимости писать программные драйверы или становиться экспертами в области емкостных сенсоров.

Узнайте больше о технологии CapTIvate™: www.ti.com/CapTIvate

Литература

1. Pitts, 2011: Page 8 from Mark Toth's "TI Haptic Drivers for HMI".

Start tuning sensors in 5 minutes or less with CapTIvate™ Design Center

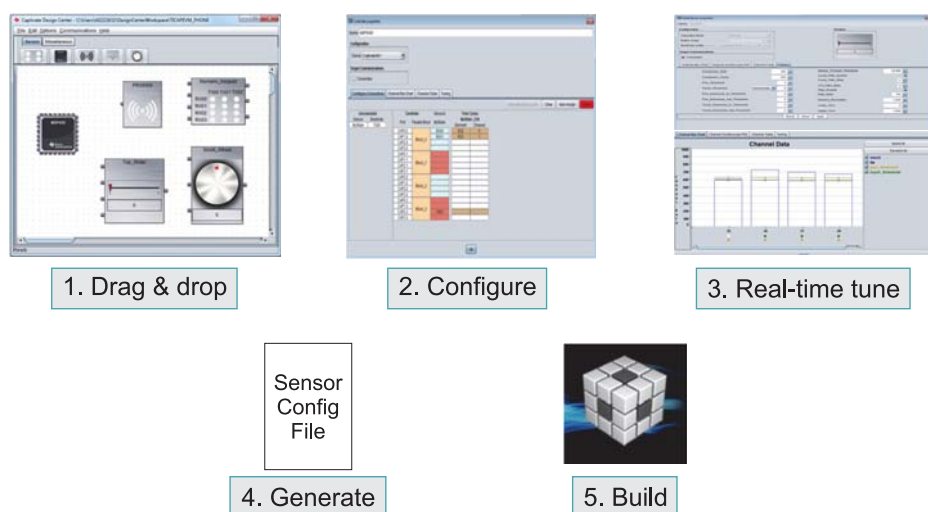


Рисунок 4. Набор для разработки MCU MSP430FR2633 с технологией CapTIvate™ позволяет пользователям оценивать собственную и взаимную ёмкость, обнаружение приближения, жесты, а также металлические покрытия

Нужна помощь при грязной работе? Технология CapTivate™ поможет и в этом!



Воспользуйтесь технологией CapTivate™ от Texas Instruments – самым маломощным решением в мире приближения и жестов. Представьте сценарий: вы работаете в гараже, и вдруг вы почувствовали запах свежеспеченного печенья на кухне. Вы бросаетесь сломя голову к двери и пытаетесь схватить ручку двери, чтобы войти на кухню. Но ваши руки в мазуте. Между тем ваша жена месит тесто и задумывается, как же ей включить кухонный кран, чтобы не испачкать его и наконец помыть

руки. В нашу развитую эпоху выглядит странным, что вы не можете открыть дверь или водопроводный кран без необходимости прикосновения. Было бы ещё удобнее, если бы вы могли жестом указать крану нужную температуру воды! Используя принципы емкостного зондирования, msp430™ микроконтроллеры (MCU) с технологией CapTivate™ могут обнаружить руку или лицо, приближенные к датчику с диапазоном от 15 см и выше. Кроме того, датчики можно настроить так, чтобы направление движе-

ния могло быть также определено и для 3D-жестов. Работая в диапазоне < 5 мкА – самом маломощном в отрасли, технология CapTivate™ может включать в течение нескольких лет электронные замки, смесители, дозаторы мыла и многие другие устройства в доме или офисе.

Микроконтроллеры MSP430 с технологией CapTivate™ имеют несколько функций, встроенных в кристалл микросхемы, что позволяет бесконтактные и жестовые применения.

- Распознавать до четырёх емкостных датчиков параллельно в течение 500 мкс, что позволяет быстро обнаружить движущееся изменение емкостного поля.
- Имеется возможность обнаружения < 10 фФ емкостных изменений. Датчики могут быть настроены внутри триггеров на мельчайшие изменения.
- Позволяют бесконтактным датчикам работать с процессором микроконтроллера в выключенном состоянии, позволяя тем самым увеличить срок жизни батареи.

Такие функции, как скачкообразная перестройка частоты, избыточная дискретизация, устранение вибраций и фильтрация помех, обеспечивают надёжное обнаружение даже в шумной обстановке.



Марк Морган (Mark Morgan), Джованни Фраттини (Giovanni Frattini)

Ускорение автоматизированного производства за счёт использования усовершенствованной технологии развязки цепей

Введение

Тот, кто хоть раз ощутил, что такое удар электрическим током, прикоснувшись к розетке или к плохо заземлённому бытовому прибору, ни за что не захочет повторить этот опыт. К тому же следующий раз может оказаться последним.

Паразитные токи и чрезмерно высокие напряжения – те явления, которые могут быть опасны для человека, – могут повреждать и оборудование, особенно электронные системы управления, которые чрезвычайно чувствительны к высоким токам и напряжениям. Даже если эти условия не выводят оборудование из строя, они могут создавать помехи сигналам электроники и становиться причиной неправильной работы оборудования. Защита людей, оборудования и сигналов управления от помех такого рода – это задача, которую решают не только различные виды изоляции, но и развязка между разными электрическими цепями. Развязка, хотя она не так широко известна, как изоляция, на самом деле настолько важна, что рынок устройств, обеспечивающих развязку, оценивается в один миллиард долларов в год.

Развязка цепей имеет значение во всех областях электроники, начиная от переносных устройств широкого пользования до большого оборудования, используемого в инфраструктуре связи, транспорта и тяжелой промышленности. На сегодня развязка представляет особый интерес в промышленности, так как всё больше и больше автоматизированного производственного оборудования поддержи-

вает связь с другим оборудованием и с внешними сетями. Этот рост интеллектуальности машин и автоматизации происходит настолько быстро, что его уже называют четвёртой промышленной революцией. Интеллектуальные датчики, исполнительные механизмы, электродвигатели и другое производственное оборудование должны быть защищены от скачков напряжения и переходных процессов и экранированы от помех, создаваемых паразитными сигналами, чтобы работать надёжно. Развязка электрических цепей – ключ к достижению этих целей на производстве. Это также важный фактор обеспечения надёжной и безопасной работы электроники в автомобилях, медицинском оборудовании, телекоммуникационных системах, офисном оборудовании, бытовых приборах и в ряде других прикладных областей.

Для удовлетворения растущих требований к безопасности и надёжности изготовителям оборудования требуются от поставщиков интегральных схем (ИС) более сложные решения для развязки. Будучи одним из ведущих производителей полупроводниковых приборов, Texas Instruments выделяет значительные ресурсы на исследования и разработки передовых технологий развязки электрических цепей и применяет эти технологии для создания продукции, которая отвечает требованиям промышленных и других систем. По мере того как появляются новые развязывающие устройства, изготовители систем получают возможность создавать лучше защищённые схемы для питания, связи и управ-

ления. Такие схемы помогают распределить средства автоматизации на производстве, повысить качество, регулировать издержки и добиться более высокой энергоэффективности производственных процессов, а также повысить производительность труда и безопасность работников.

Необходимость развязки цепей

Развязка, называемая также гальванической развязкой, является средством, которое предотвращает протекание постоянного тока и нежелательных переменных токов между двумя различными частями системы, в то же время позволяя передавать сигналы и питание. Как следует из названия, развязка означает физическое отделение одной части схемы от другой посредством трансформатора, конденсатора, оптрона или другого устройства. В прикладной системе развязывающее устройство обычно используется либо для низких напряжений и токов, связанных с передачей сигналов, либо для гораздо более высоких напряжений и токов, характерных для линий питания. Однако в некоторых случаях один и тот же компонент может обеспечивать развязку и по питанию, и по линиям сигналов.

Оборудование, работающее от сетевого питания, может испытывать воздействие скачков напряжения, при которых напряжение выше номинального существует в течение некоторого периода времени, а также может подвергаться воздействию кратковременных выбросов или переходных процессов с чрезвычайно

высокими напряжениями. Нарушения подачи напряжения электросети могут происходить при включении или выключении питания мощного оборудования, например электродвигателей, или при изменениях нагрузки такого оборудования, которые влияют на другое оборудование, питающееся от этого же источника. Электронные шумы, которые проникают в схемы вместе с питанием от сети или иными способами, могут создавать помехи сигналам в схемах управления, что может повлечь за собой проблемы в работе оборудования. Во многих типах оборудования возникают токи таких частот, которые необходимо блокировать от попадания обратно в сеть электропитания, чтобы они не передавались на другое оборудование, где они могут создавать помехи сигналам. Например, импульсные источники питания, которые широко используются в промышленном оборудовании для преобразования напряжения сети в импульсное напряжение, генерируют высокие частоты в процессе преобразования. Развязка по питанию служит для защиты оборудования, включая его управляющую электронику, а также помогает не допустить попадания нежелательных сигналов от данного блока обратно в сеть питания.

Даже если уровни тока и напряжения недостаточно велики, чтобы по-

вредить устройства управления, они могут исказить сигналы связи между системами и между разными частями одной системы. Такое оборудование, как программируемые логические контроллеры (ПЛК), может работать с несколькими уровнями напряжения и точками заземления, поэтому различные части системы должны быть развязаны друг с другом, чтобы обеспечить целостность сигналов. Кабели связи между блоками оборудования могут образовывать контуры заземления, через которые на системы воздействует электрический шум из окружающей среды. Некоторые части электронных систем, например передатчики или процессоры, могут генерировать высокие частоты, которые необходимо блокировать, чтобы они не исказили сигналы в низкочастотных цепях.

Такие проблемы возникают даже в системах, не имеющих питания от сети, например в датчиках, работающих от аккумуляторов, которые имеют в своём составе высокочастотные микроконтроллеры и поддерживают связь с системами управления по высокочастотным беспроводным каналам. Датчики также работают от очень низких токов и часто требуют защиты чувствительных элементов, которые взаимодействуют с внешними материалами, могущими быть

электрически активными. Во всех этих и других случаях развязка нужна для того, чтобы помехи сигналам не могли проходить и исказить необходимую связь.

Управление производственным оборудованием обычно сосредоточено в ПЛК – центральных блоках, которые поддерживают связь с несколькими блоками производственной площадки и управляют ими (полевые блоки). В свою очередь, ПЛК обычно программируются и контролируются пользователями с компьютеров, которые связаны локальной сетью с помещениями управления производством и с сетью Интернет. Все эти производственные и офисные блоки требуют развязки в различных точках для защиты цепей питания и обеспечения целостности сигналов. Рисунок 1 иллюстрирует необходимость развязки в функциональных блоках ПЛК, а на рисунке 2 показана развязка в беспроводном датчике, работающем от аккумулятора. Такой датчик может работать от аккумулятора или получать питание от развязанного блока питания.

Потребность в улучшенных технологиях развязки

Как и для всех электронных компонентов, постоянные требования

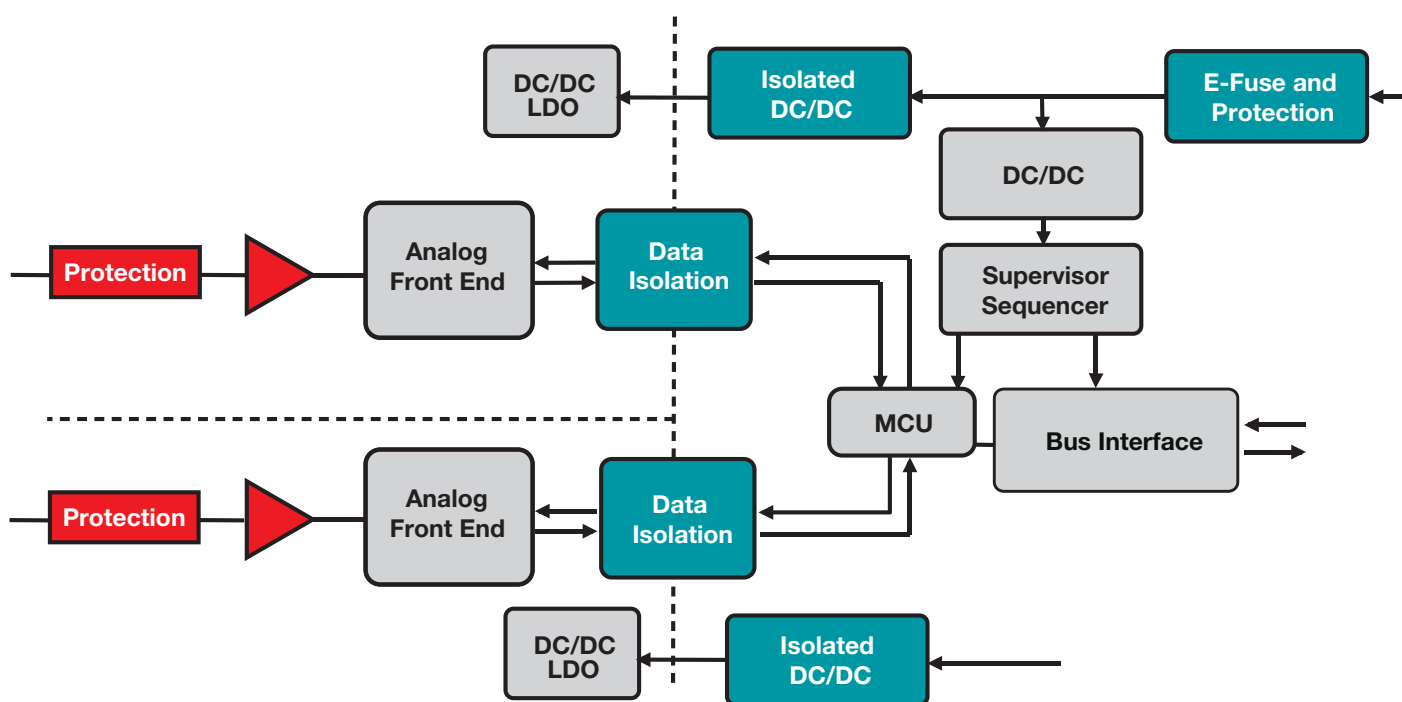


Рисунок 1. ПЛК с развязкой

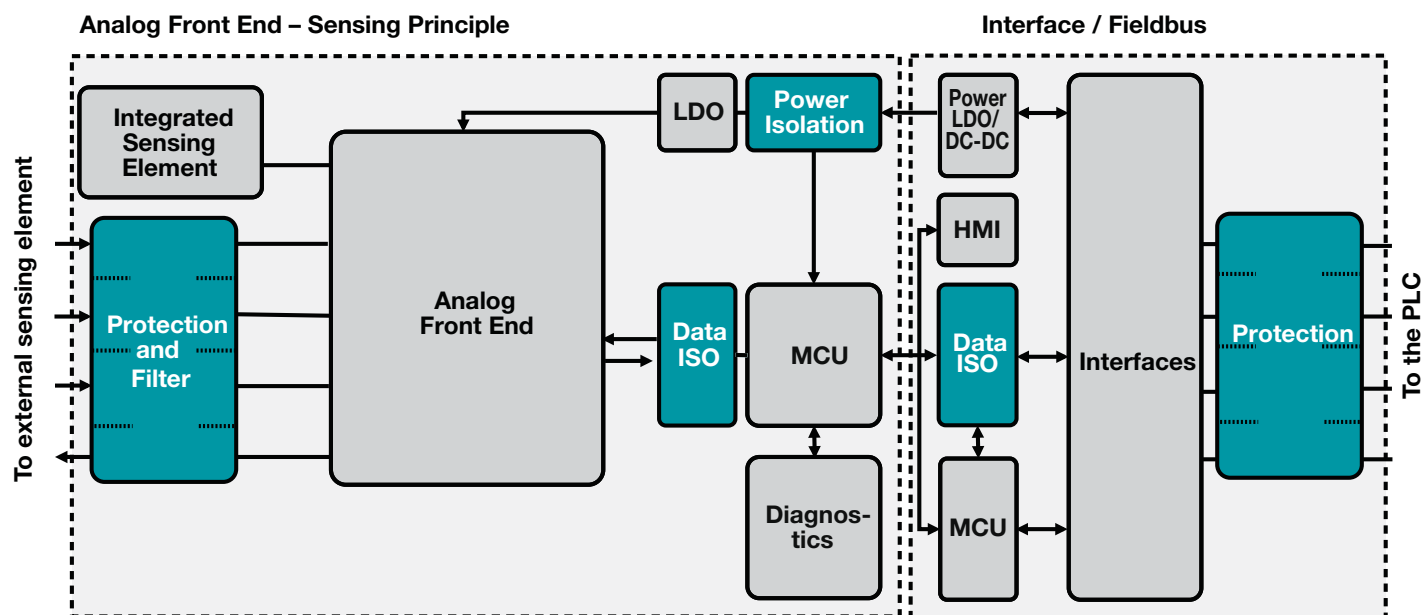


Рисунок 2. Датчик с развязкой

уменьшения размеров при тех же или более высоких эксплуатационных характеристиках порождают необходимость разработки развязывающих устройств. Эти требования особенно строгие в области промышленной автоматизации, где в процессы регулирования температуры, влажности, вибрации, химического состава и другие виды регулирования быстро внедряются миниатюрные датчики. ПЛК также требуют изменения размеров, чтобы вводить больше каналов связи, позволяя изготовителям уместить в том же пространстве больше функций производственного контроля. Кроме того, новые высокоскоростные технологии связи требуют снижения задержек прохождения сигналов для увеличения полосы пропускания, чтобы иметь в управлении большее количество систем. С точки зрения силовых цепей новые технологии транзисторов, такие как нитрид-галлиевые (GaN) и карбид-кремниевые (SiC) транзисторы, требуют более высоких характеристик напряжения и частот развязки, чтобы добиться более высокой энергоэффективности.

Традиционно развязывающие устройства представляли собой относительно громоздкие компоненты, которые характеризовались некоторой инертностью с точки зрения реакции на сигналы. Имея в основе технологию, которая затрудняет интеграцию, развязываю-

щие устройства обычно представляли собой дискретные компоненты, требующие значительного места на платах вне кристаллов микросхем, в которых заключена большая часть электрических цепей систем. Одной из главных целей разработки новых технологий развязки на сегодня является поиск более эффективных способов уменьшения размеров развязывающих компонентов и их интеграции в кристаллы микросхем при одновременном расширении полосы частот сигналов и снижении задержек прохождения сигналов. Достичь этой цели особенно сложно, потому что очень трудно добиться миниатюризации развязывающих компонентов при улучшении их характеристик. Кроме того, их интеграция в ИС предполагает появление в корпусах микросхем тех помех по линиям питания и сигналов, которые должны были быть удалены отсюда развязывающими устройствами.

Другим требованием, предъявляемым промышленностью, является высокая надёжность. Развязывающие компоненты должны пройти тщательные испытания, чтобы выполнить различные требования, имеющиеся в промышленных стандартах. К ключевым параметрам относятся максимальные уровни повторяющихся пиковых напряжения, максимальные уровни напряжения при скачках и переход-

ных процессах и уровни рабочего напряжения в течение продолжительного времени. Устойчивость к воздействию синфазных помех (CMTI) – мера того, насколько хорошо развязывающее устройство предотвращает быстрые изменения тока (di/dt или крутизна) из-за пульсаций на барьере, – также очень важна. Чтобы помочь разработчикам предотвратить возникновение условий, которые могут закортить развязывающее устройство, также устанавливаются требования к расстояниям, разделяющим наружные контакты корпуса микросхемы по поверхности и по воздуху, и способность корпуса выдерживать пробы. В то время как многие параметры определяются путём измерения напрямую при испытаниях, ряд параметров получают путём измерения при ускоренных испытаниях с нагрузкой, при которых поведение развязывающего устройства экстраполируется на период работы в несколько лет. Защита системы важна непосредственно при краткосрочном воздействии экстремальных факторов и на протяжении всего её срока эксплуатации.

Развязка, которая обеспечивает достаточную защиту в ходе эксплуатации, называется базовой или функциональной развязкой. Промышленные стандарты требуют удвоить этот уровень развязки для обеспечения безопасности, и это тре-

бование разработчики часто выполняют путём использования двух развязывающих устройств, включённых последовательно. Производители ИС в настоящее время работают над тем, чтобы внедрить более эффективную, усиленную развязку, которая отвечает требованиям и экономит место, обеспечивая эквивалентную развязку, вдвое и более превышающую базовую развязку одиночного развязывающего устройства. Усиленная развязка требует усовершенствованной конструкции и корпуса, а также внедрения диэлектрика с более высокими номинальными параметрами – изоляционного материала между двумя сторонами трансформатора, конденсатора или другого развязывающего устройства. К счастью для интеграции функций развязки, двуокись кремния (SiO_2), которая используется в качестве изоляционных слоёв между компонентами внутри ИС, является превосходным диэлектриком и может прекрасно служить для развязки, реализуемой на кристалле.

Инновационная интеграция развязки на основе конденсаторов

Все развязывающие устройства должны иметь дело с ёмкостью, разностью потенциалов, устанавливающейся между двумя разделёнными проводящими поверхностями, когда на одну из них подано напряжение. Ёмкость является паразитным параметром в большинстве типов развязывающих устройств, однако конденсаторы, используемые в качестве развязывающих устройств, приносят пользу тем, что представляет собой проблему проектирования при других технологиях развязки. Технология интеграции конденсаторов (при использовании SiO_2 в качестве диэлектрика) также хорошо разработана, хотя новые области применения, к которым относится развязка, всегда приносят новые проблемы проектирования и изготовления. Хотя развязывающие конденсаторы можно интегрировать в кристалл вместе с электрическими цепями, скорости работы по-прежнему требуют определённой

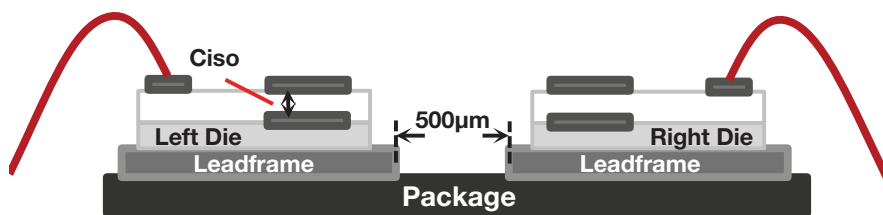


Рисунок 3. Блок-схема многокристального модуля с развязывающими конденсаторами

степени физической развязки между высокочастотными и низкочастотными цепями, которой можно достичь только путём использования отдельных кристаллов. Рисунок 3 иллюстрирует, как конденсаторы используются для развязки сигналов в многокристальном модуле (MCM), а на рисунке 4 показано фото этого модуля. Высокочастотные цепи находятся на одном кристалле, а низкочастотные – на другом. Соединительные провода между двумя устройствами соединяют емкостные площадки, которые развязывают входные сигналы до их ретрансляции во внутренние цепи. Как видно на врезке, конденсатор образуется между пластинкой контактной площадки и пластиной нижнего уровня в ИС.

Появившиеся недавно решения для ИС с успехом используют эту технологию для обеспечения усиленной развязки на основе конденсаторов в многокристальном модуле. Например, многоканальные цифровые развязывающие устройства ISO78xx корпорации Texas Instruments обеспечивают защиту при пиковых напряжениях до 8000 В и скоростях передачи до 100 Мбит/с. Эти модули не только обеспечивают усиленную развязку, которая отвечает промышленным требованиям, но и реализуют её в экономящих место многокристальных модулях, которые можно использовать в ПЛК и различном производственном оборудовании.

Развязка электрических цепей объединяет производства

Развязка электрических цепей отвечает за защиту людей и оборудования и обеспечение целостности сигналов. Сегодня эта давно ис-

пользуемая технология вновь привлекает к себе внимание, поскольку автоматизация производства требует больше соединений, связи и управления, чтобы выйти на новые уровни точности и эффективности. Драйверами новых видов развязки в настоящее время являются интеллектуальные ПЛК и датчики, но выиграет от этого всё промышленное оборудование, а также автомобильная промышленность, телекоммуникационный сектор, сектор офисного оборудования и другие. Новые интегрированные решения с технологией усиленной развязки на основе конденсаторов уже доказывают свою ценность в этих системах и ожидаются дальнейшие инновации в будущем.

Корпорация Texas Instruments играет ведущую роль в исследованиях новых технологий развязки и использовании их результатов для разработки инновационных решений, чтобы продолжать развитие промышленного сектора. Технологические достижения TI являются важным фактором создания интеллектуального производственного оборудования, ускоряющим промышленную автоматизацию сегодня и в ближайшие годы.

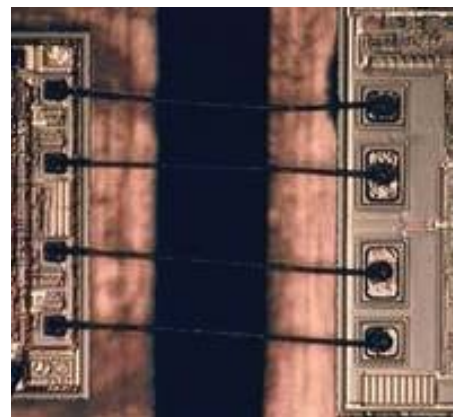


Рисунок 4. Фото многокристального модуля с развязывающими конденсаторами

Дузан Пониквар (Dusan Ponikvar)

Ускорение работы ЦАП на базе ШИМ

Если вам нужен аналоговый вывод из микроконтроллера, у которого нет цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), вы можете подключить внешнюю микросхему ЦАП. Но для получения более дешёвого решения можно использовать выход широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и добавить фильтр нижних частот (ФНЧ), чтобы получить среднее значение, которое равно скважности сигнала ШИМ (рисунок 1).

RC-фильтр удаляет переменные составляющие тока; то, что остаётся, является сигналом среднего значения U_{OUT} . Если период T сигнала ШИМ равен 63 тактовым сигналам, то сигнал U_{OUT} может иметь одно из 64 дискретных значений (от 0 до 63, 6-битовое разрешение).

Постоянная времени τ RC-фильтра нижних частот должна быть достаточно

большой, чтобы сглаживать выходной сигнал U_{OUT} . Пульсации ΔU_{OUT} должны быть меньше одного младшего бита (LSb). Наихудший случай возникает при скважности, равной 50% (рисунок 2). Если τ значительно больше периода T , тогда заряжающий конденсатор ток I_C и изменение ΔU_{OUT} можно аппроксимировать следующим образом:

$$I_C \approx \frac{V_{CC}}{2R} \text{ и из } C\Delta U_{OUT} = \frac{I_C T}{2} \rightarrow \Delta U_{OUT} \approx \frac{V_{CC} T}{4RC}$$

Для 6-битового ЦАП ΔU_{OUT} должно быть меньше $V_{CC}/64$, что требует от фильтра $\tau = RC \geq 16 \times T$.

Некоторые полезные числа: в микропроцессорах низкой мощности

часто используется кварцевый генератор частоты 32 768 Гц, и этот тактовый сигнал используется для блока ШИМ. При 6-битовой ШИМ период T составляет $64/32768 \approx 2$ мс, требуя постоянной времени, равной 32 мс. Нужно подождать 5 τ (160 мс), чтобы 6-битовый преобразователь перешёл в установившийся режим. Это довольно медленно. Данная конструкторская идея объясняет, как можно ускорить процесс.

Блоки ШИМ в микроконтроллерах обычно могут генерировать более одного сигнала ШИМ. Рассмотрим суммирование выходов от двух 3-битовых ЦАП на базе ШИМ (ЦАПВ и ЦАПН), где выход ЦАПН сводится к одной восьмой амплитуды перед суммированием (рисунок 3). Результирующий сигнал действует как 6-битовый ЦАП, но с важным преимуществом перед простым вариантом: период T составляет только восемь периодов тактовых импульсов для такого же разрешения, а требуемая постоянная времени τ составляет 1/8 от предыдущей, ускоряя время успокоения в восемь раз. Такую схему легко реализовать с помощью резисторов в RC-фильтре для двух

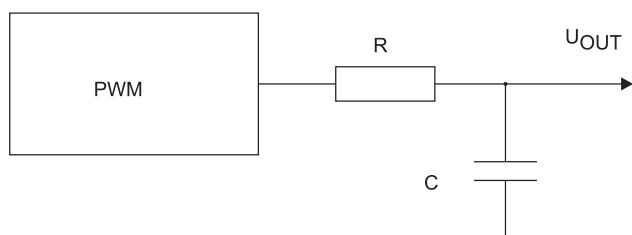


Рисунок 1. RC ФНЧ формирует среднее значение сигнала ШИМ

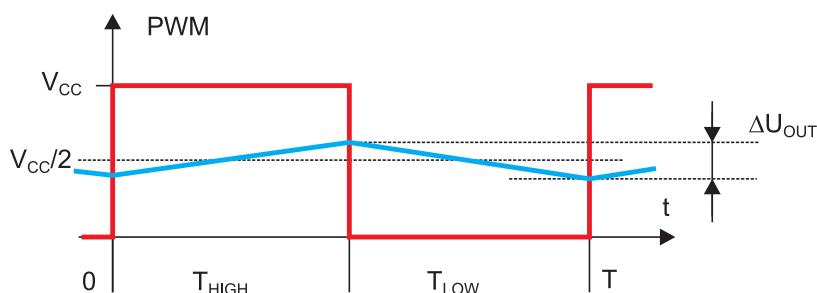


Рисунок 2. Выход фильтра (синий) должен иметь пульсации меньше одного LSb

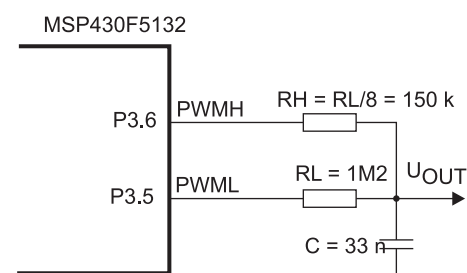


Рисунок 3. Объединение двух выходов ЦАП на базе ШИМ

сигналов ШИМ (ШИМВ (PWMH), ШИМН (PWML)):

Выходной сигнал U_{OUT} задаётся уравнением:

$$U_{OUT} = (DUTY_{PWMH} + \frac{DUTY_{PWML}}{8}) \times \frac{V_{CC} \times R_L}{R_H + R_L}$$

Так этот метод реализован в микроконтроллере TI MSP430F5132. Пример программы инициализации и записи в 6-битовый (3+3) ЦАП на базе ШИМ:

```
// configure PWM - 32 kHz / 8 = 4 kHz::
6 bit in two PWMs, done only once on
power-up (конфигурировать ШИМ - 32 кГц
/ 8 = 4 кГц, 6 бит в двух ШИМ, выпол-
няется один раз при включении питания)
TA0CCR0 = 7; // count up to 7
(including)
TA0CTL = TASSEL_ACLK | MC_1 | TACLR;
TA0CCR1 = 0; TA0CCTL1 = OUTMOD_6; //
toggle/set
TA0CCR2 = 0; TA0CCTL2 = OUTMOD_6; //
toggle/set
// use:: write to PWM block to achieve
the desired DAC output (записать в блок
ШИМ для получения нужного выхода ЦАП)
DAClevel++; // next DAC level, DAClevel
is a char
TA0CCR1 = (DAClevel >> 3) & 7; // set
PWMH: MSB 3 bits
TA0CCR2 = (DAClevel) & 7; // set PWML:
LSB 3 bits
```

7-битовый ЦАП можно реализовать с использованием 1% резисторов (рисунок 5). На этот раз два сигнала ШИМ используются для создания двух трёхбитовых ЦАП, всего шесть битов, а старший бит (MSb) просто устанавливается в 0 или 1 на P3.7.

MSP430F5132

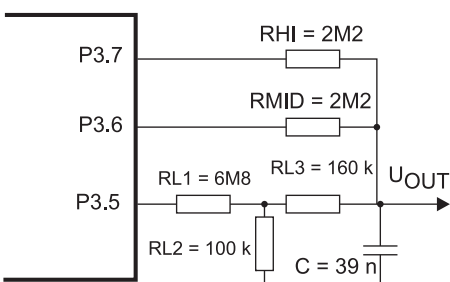


Рисунок 5. Реализация семибитового ЦАП на базе ШИМ

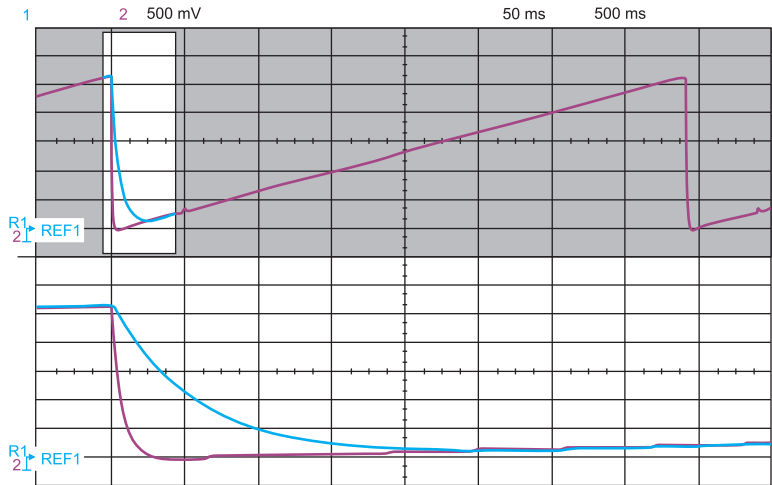


Рисунок 4. Выходные сигналы 6-битовых ЦАП на базе ШИМ. Синяя кривая – реализация, как на рисунке 1 (160 мс успокоения); фиолетовая кривая – реализация, как на рисунке 3 (20 мс успокоения)

Программа инициализации и записи в 7-битовый (3+3+1) ЦАП на базе ШИМ:

```
// configure PWM - 32 kHz / 8 = 4 kHz::
7 bit in two PWMs and one digital pin,
done only once on power-up
// is the same as given in configure
section in figure 5
// use:: write to Timer comparators
to achieve the desired DAC output
DAClevel++; // next DAC level, DAClevel
is a char
TA0CCR1 = (DAClevel >> 3) & 7; // set
PWMH, MSB, 3 bits
TA0CCR2 = (DAClevel) & 7; // set PWML,
LSB, 3 bits
if (DAClevel & BIT6) P3OUT |= BIT7;
else P3OUT &= ~BIT7; // set MSB, no PWM
```

Здесь повышение скорости даже заметнее. Простой ЦАП на базе ШИМ должен будет иметь период,

равный 128 периодам тактовой частоты ($128/32768 \text{ s}^{-1} = 3,9 \text{ мс}$), давая в результате τ , равное $32 \times T = 125 \text{ мс}$ и время успокоения, равное $5 \times 125 \text{ мс} = 625 \text{ мс}$. На рисунке 6 успокоение происходит за 40 мс – в 16 раз быстрее. ФНЧ более высокого порядка также помог бы сократить время успокоения.

Литература

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

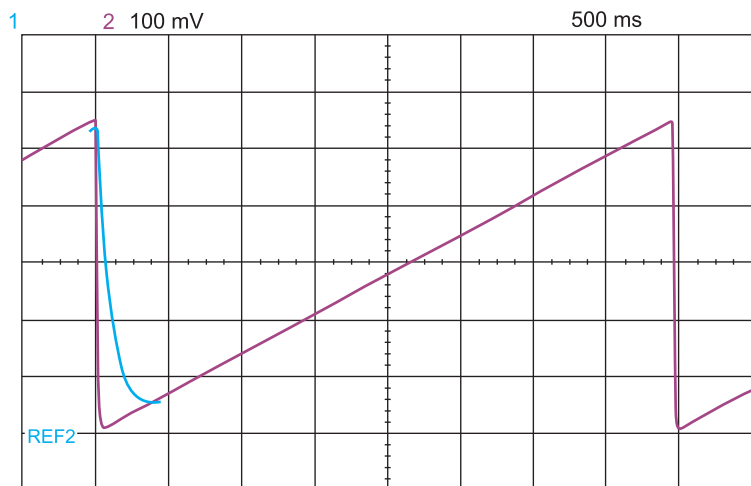


Рисунок 6. Выходной сигнал схемы, показанной на рисунке 5; отметьте хорошую линейность

Лорен Зиберт (Loren Siebert)

Знакомство с операционными усилителями. Полоса пропускания малого сигнала и полные рабочие характеристики

Операционные усилители (ОУ) эволюционировали от специализированных приборов, собранных из больших электронных ламп, до интегральных схем, состоящих из кристаллических плёнок кремния, германия или арсенида галлия. Десятки изготовителей производят сотни типов ОУ с ошеломляющим разнообразием функций и характеристик. При выборе ОУ одной из первых характеристик, на которую обращают внимание инженеры, является полоса пропускания. Изготовители знают об этом и намеренно выделяют ширину полосы пропускания устройства в технических паспортах. Редко удаётся найти технический паспорт ОУ без указания численного значения ширины полосы пропускания на первой странице. Поскольку ширина полосы пропускания малого сигнала является числом с наибольшим значением, именно это число выделяется наиболее заметно. Однако хорошо бы задаться вопросом, насколько важным является это число и как оно соотносится с другими рабочими характеристиками устройства? В этой статье делается попытка ответить на этот вопрос.

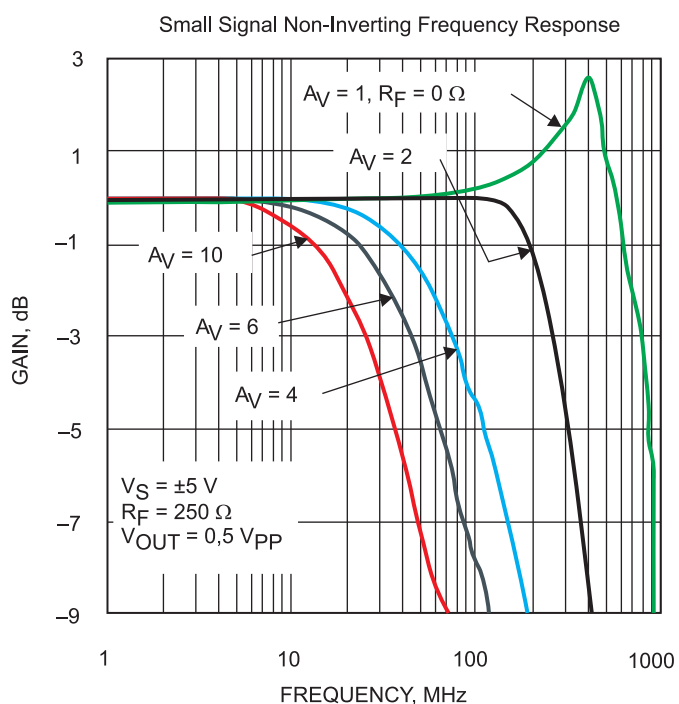


Рисунок 1. Усилитель А, частотная характеристика

На рисунке 1 показан график типовой зависимости полосы пропускания ОУ с обратной связью по напряжению от коэффициента усиления. Совершенно ясно, что коэффициент усиления играет огромную роль для полосы пропускания при слабом сигнале. Действительно, это соотношение настолько устойчиво, что для большинства случаев произведение ширины полосы пропускания (BW) на коэффициент усиления (G) является константой. Усилитель А, показанный на рисунке 1, имеет значение произведения коэффициента усиления на ширину полосы пропускания, примерно равное 280 МГц. Ярким исключением из этого является случай единичного коэффициента усиления, или $G=1$. Для коэффициента усиления, равного 1, ширина полосы пропускания слабого сигнала составляет 800 МГц. На рисунке 2 показано почти то же самое, за исключением того, что усилитель В имеет произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания примерно 450 МГц. Эти усилители имеют сходные заявленные значения полосы пропускания слабого сигнала. Посмотрим, насколько близки они по другим характеристикам.

Таблица 1. Некоторые параметры, усилитель А по сравнению с усилителем В

Specification	Amplifier A	Amplifier B	Units
Small signal bandwidth	900	1000	MHz
Large signal bandwidth	340 (calculated)	270 (2Vpp)	MHz
Gain bandwidth product	270	500	MHz
Slew rate	1400	970	V/us
10 MHz THD	77	87	dBc
Output current	90	170	mA
Input noise	3,1	7	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Supply current	7	19	mA

Таблица 2. Некоторые параметры, усилитель С по сравнению с усилителем D

Specification	Amplifier C	Amplifier D	Units
Small signal bandwidth	6,2	2	MHz
Large signal bandwidth	4,8	0,55	MHz
Gain bandwidth product	8	10	MHz
Slew rate	17 500	3 300	V/us
10 MHz THD	-94	-88	dBc
Output current	40	N/A	mA
Input noise	1,25	1,1	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Supply current	54	52	mA

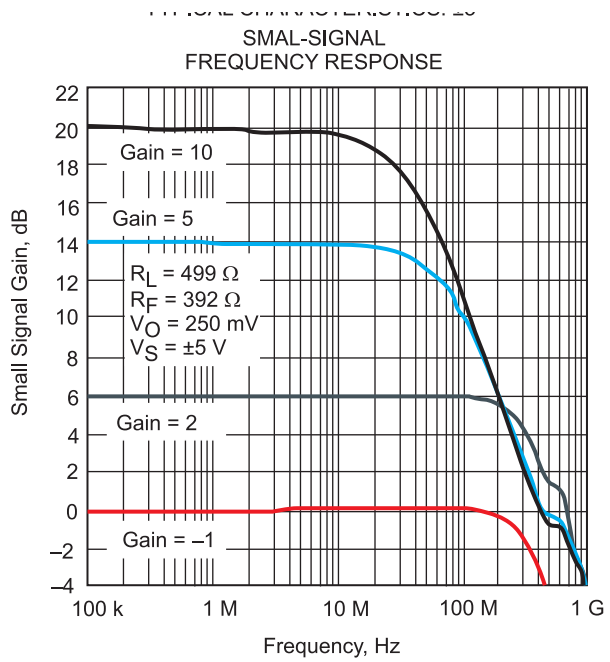
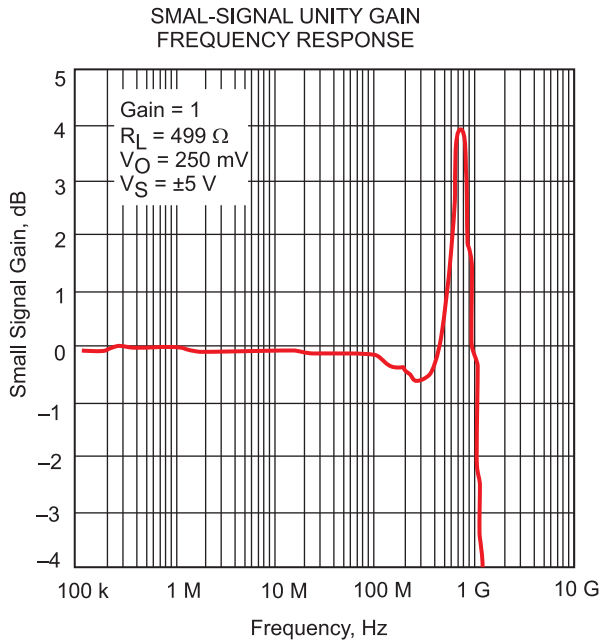


Рисунок 2. Усилитель В, частотная характеристика

Как показано на рисунках 3 и 4, усилитель В имеет гораздо лучшие характеристики по искажениям усиливаемого сигнала. Перейдя к таблице 1, можно сравнить и многие другие рабочие характеристики. Несмотря на то, что на первый взгляд кажется, что усилитель В явно лучше усилителя А, общая картина не так уж ясна. Усилитель В лучше по произведению усиления на полосу пропускания, а также по искажениям и выходному току. Однако усилитель А имеет меньшее шумовое напряжение и потребляет значительно меньшую мощность.

Пока из данной информации ясно, что ширина полосы пропускания единичного усиления слабого сигнала

является не слишком полезным показателем качества операционного усилителя. Будет ли произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания лучшим вариантом? Что касается усилителей А и В, это произведение не представляется достаточно хорошо коррелирующим с такими рабочими характеристиками, как искажения или линейность. Причём эта взаимосвязь не гарантируется в обоих случаях, потому что усилители С и D имеют противоположную зависимость между произведением коэффициента усиления на ширину полосы пропускания и линейностью. Иными словами, не существует лёгких и быстрых способов определения рабочих характеристик усилителя.

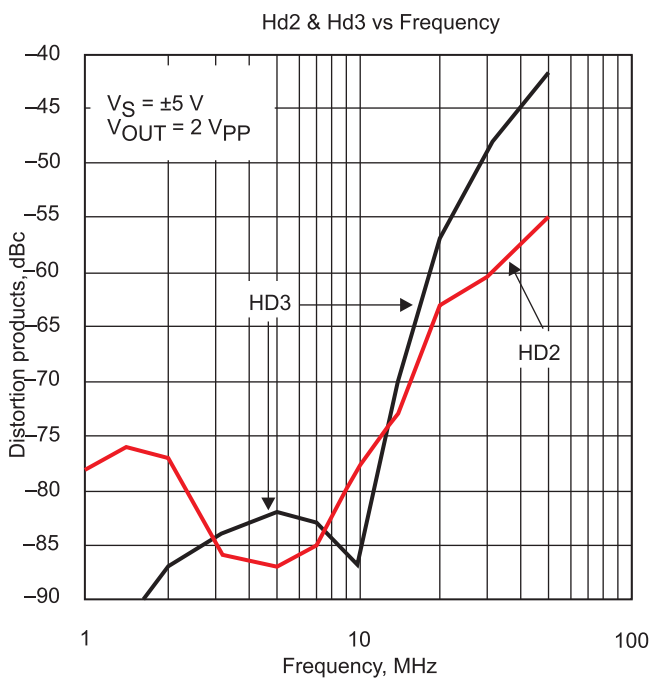


Рисунок 3. Усилитель А, искажение

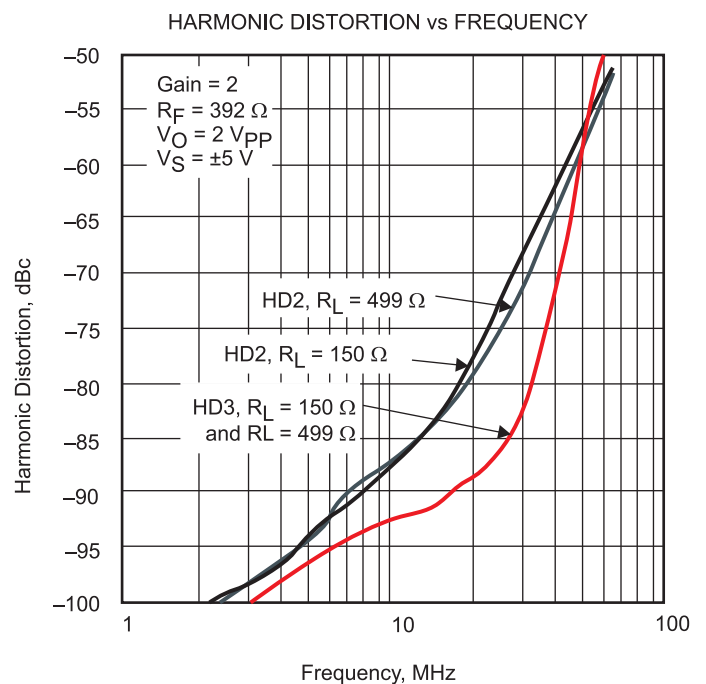


Рисунок 4. Усилитель В, искажение

теля. Например, если для вашей конфигурации важны минимальные искажения, обязательно проверьте характеристики искажений в техническом паспорте изделия.

Ширина полосы пропускания сильного сигнала не коррелируется с шириной полосы пропускания слабого сигнала, а также не коррелируется с характеристиками по искажениям. Однако она хорошо коррелируется со скоростью нарастания выходного напряжения. Действительно, это единственный случай, когда два параметра тесно связаны. Способность усилителя создавать сигнал большой амплитуды зависит от максимально возможной скорости нарастания выходного напряжения усилителя.

Как и ширина полосы пропускания сильного сигнала, другие параметры, например шум на входе и ток потребления, не коррелируются с шириной полосы пропускания слабого сигнала. Действительно, можно понять, почему при поиске маломощного, малошумящего усилителя можно на самом деле предпочесть усилитель А усилителю В.

Между усилителем С и усилителем D выбор даже проще. За исключением очень небольшой разницы по шуму, усилитель С явно лучше.

Заключение

В то время как ширина полосы пропускания слабого сигнала зачастую является ведущей характеристикой с точки зрения маркетинга усилителей, она не представляется такой уж полезной, когда усилитель подбирают для конкретного применения в действительности. Когда я подыскиваю усилитель, чтобы рекомендовать его заказчику, я, конечно же, смотрю на числовое значение полосы пропускания слабого сигнала, но я очень быстро перехожу к просмотру и других ключевых характеристик, таких как искажения, скорость нарастания выходного напряжения, шум на входе, а также ток потребления и уровни питающего напряжения.

Первое в мире решение для емкостного считывания с высокой помехоустойчивостью FDC2214

TI открывает новые горизонты емкостного считывания благодаря первому в отрасли решению с высокой помехоустойчивостью. Семейство устройств для емкостного считывания FDC2214 предлагает лучшую помехоустойчивость и, таким образом, обеспечивает малозатратное емкостное распознавание людей и объектов в любой среде.

Уникальная узкополосная архитектура устройства отфильтровывает нежелательные шумы и помехи, обусловленные радиоволнами, источниками электропитания, освещением и двигателями в открытой среде.

Это позволяет воспользоваться преимуществами емкостных методов распознавания приближения в сферах, где ранее могли использоваться только другие технологии считывания.

Особенности и преимущества:

- Распознавание приближения в любой окружающей среде.
- Улучшенная промышленная конструкция.
- Экономичное и надёжное решение для считывания в изменяющихся окружающих условиях.
- Возможность использования более компактных датчиков.

Характеристики:

- Устойчивость к электромагнитным помехам.
- Максимальная производительность (один активный канал):
 - 13,3 ксп/с (FDC2112, FDC2114),
 - 4,08 ксп/с (FDC2212, FDC2214).
- Максимальная входная ёмкость: 250 нФ (при 10 кГц при 1 мГн индуктор).
- Датчик частоты возбуждения: от 10 кГц до 10 МГц.
- Количество каналов: 2, 4.
- Разрешение: до 28 бит.
- Напряжение питания: 2,7–3,6 В.
- Потребляемая мощность:
 - Активный: 2,1 мА.
- Режим сна с пониженным энергопотреблением: 35 мкА.
- Остановка: 200 нс.
- Интерфейс: I²C.
- Диапазон температур: от –40°C до +125°C

Устройство	Входные каналы	Разрешение (в битах)	Корпус
FDC2214	4	28	QFN-16
FDC2212	2	28	WSO-12
FDC2114	4	12	QFN-16
FDC2112	2	12	WSO-12

www.ti.com

Брайан Фортман (Brian Fortman)

Простой интерфейс с аналоговыми и цифровыми датчиками положения (энкодерами) для систем управления промышленными приводами

Введение

Во многих аспектах разработки систем управления промышленными приводами, таких как робототехническое оборудование и другие прикладные системы, где используются серводвигатели и бесщёточные электродвигатели, вынуждены тратить достаточно много времени и усилий на разработку, интегрирование и испытания множества компонентов, обеспечивающих управление и связь – тех «связующих» элементов, на которых строятся их системы. Это может создавать много проблем, например увеличение продолжительности циклов разработки, увеличение площади плат или суммарной стоимости ведомости комплектующих и материалов (ВКМ). Ввиду вышеуказанного эти разработчики не могут сосредоточиться на характеристиках, которые выделили бы их разработки на фоне других, таких как улучшенные эксплуатационные параметры, более высокая точность и усовершенствованные контуры управления.

Конкретным примером этого может служить задача организации интерфейса микроконтроллеров (МК) с энкодерами. Такие энкодеры могут быть линейными, угловыми или многоосными, и обычно они используются для определения относительного или абсолютного положения механической системы в движении, приводимой в действие электромотором. Затем определённое положение преобразуется в аналоговый или цифровой электрический сигнал для передачи в контур управления.

Традиционно организация интерфейса энкодера с МК может стать задачей, требующей большого времени, которая часто включает в себя интеграцию протокола связи в программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС) или программирование дополнительного МК с протоколами декодирования. Кроме того, ситуация усложняется тем, что существует множество протоколов энкодеров, каждый из которых подходит для определённых типов функций и подсистем. Коллектив разработчиков системы может быть вынужден разработать несколько ПЛИС под конкретные протоколы, которые затруднительно эффективно переносить с одной прикладной системы на другую. Конечно, такая реализация ПЛИС увеличит стоимость системы, расширив ВКМ электронных комплектующих системы, потребовав больше места на платах и увеличив продолжительность циклов разработки. Более того, разработчики также должны провести большой объём испытаний на соответствие, чтобы подтвердить соответствие промышленным стандартам.

Эта ситуация требует решения, которое упростило бы организацию интерфейса энкодеров с элементами управления в системах промышленных приводов и тем самым позволило бы разработчикам сосредоточить свои усилия на характеристиках и функциональных возможностях, которые сделали бы их системы действительно отличными от аналоговых систем, а также повысили их конкурентоспособность в соответствующем сегменте рынка.

Интеграция обратной связи по положению

На основе линейки микроконтроллеров C2000™ Delfino™ корпорация Texas Instruments предлагает комплексную платформу для промышленных приводов и систем управления. Микроконтроллеры F28379D и F28379S семейства C2000 Delfino™ оснащены полным комплектом встроенных в микросхему ресурсов, начиная с возможностей обработки, которые требуются сложным и точным системам управления, и включая технологию управления датчиками положения DesignDRIVE Position Manager, которая поддерживает самые распространённые на сегодня серийные интерфейсы аналоговых и цифровых энкодеров (рисунок 1). Это освобождает разработчиков систем от решения многих достаточно общих, повторяющихся задач, сокращая время, требуемое для разработки.

Корпорация TI обладает обширным опытом и знаниями в области организации интерфейса энкодеров с цифровыми контроллерами. Начав с автономных решений для интерфейса круговых датчиков положения с цифровыми устройствами, таких как TMDRSRLVR, TI продолжила работу, добавив в свои изделия поддержку интерфейса обратной связи по положению. На смену дорогим микросхемам интерфейса круговых энкодеров с цифровыми устройствами пришли микроконтроллеры C2000 с их реализованными на кристалле функциональными возможностями, в полной мере использую-

щие высокоэффективные аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Более того, мощный аппарат математической обработки тригонометрических функций микропроцессоров C2000 особенно хорошо подошёл для дополнительной обработки, необходимой для расчёта углов и извлечения информации о скорости с высоким разрешением из амплитудно-модулированных синусоидальных сигналов круговых датчиков положения.

Многие микроконтроллеры C2000 поддерживают расширенные модули импульсных квадратурных эн-

кодеров (eQEP), которые способны обеспечивать интерфейс с линейными или круговыми инкрементными энкодерами. Такие энкодеры подсчитывают импульсы, чтобы получить информацию о положении (если известен коэффициент пересчёта), направлении движения и скорости от вращающихся машин, используемую в высокоэффективных системах управления движением и положением. Кроме того, можно использовать eQEP (расширенные модули импульсных квадратурных энкодеров) для интерфейса с сигналами выходов пачек импульсов (ВПИ), которые

обычно формируют на своих выходах программируемые логические контроллеры (ПЛК) в системах промышленной автоматизации для управления движением. eQEP также могут обеспечивать интерфейс с сигналами вращения по часовой/против часовой стрелки (CW/CCW). Сигналы CW/CCW обычно используются в сочетании с шаговыми двигателями или сервоприводами для управления электродвигателями или другим аппаратным обеспечением, связанным с движением. Микроконтроллеры C2000 F28379 поддерживают до трёх модулей eQEP.

TMS320F28379D		Temperature			
		105°C	125°C	Q100	
Position Manager		Processing	Processing	Actuation	
EnDat, BISS, Resolver...				12x ePWM Modules (Type4) 24x Outputs (16x High-Res)	
Sensing		C28x™ DSP core 200 MHz	C28x™ DSP core 200 MHz	Fault Trip Zone	
ADC1: 16-bit, 1.1-MSPS 12-bit, 3.5 MSPS		FPU	FPU	3x 12-bit DAC	
ADC2: 16-bit, 1.1-MSPS 12-bit, 3.5 MSPS		TMU	TMU	Connectivity	
ADC3: 16-bit, 1.1-MSPS 12-bit, 3.5 MSPS		VCU-II	VCU-II	4x UART	
ADC4: 16-bit, 1.1-MSPS 12-bit, 3.5 MSPS		CLA core 200 MHz	CLA core 200 MHz	2x I2C	
8x Windowed Comparators w/ Integrated 12-bit DAC		FPU	FPU	3x SPI	
8x Sigma Delta Channels		6ch DMA	6ch DMA	2x McBSP	
Temperature Sensor		Memory	Memory	2x CAN 2.0	
3x eQEP		Up to 512 KB Flash	Up to 512 KB Flash	USB 2.0 OTGFS MAC & PHY	
6x eCAP		Up to 102 KB SRAM	Up to 102 KB SRAM	uPP	
System Modules		2x 128-bit Security Zones		Power & Clocking	
3x 32-bit CPU Timers		Boot ROM		2x 10 MHz OSC	
NMI Watchdog Timer		2x EMIF		Ext OSC Input	
2x 192 Interrupt PIE				Debug	
				Real-time JTAG	

Рисунок 1. Подробная структура двухъядерного микроконтроллера F28379D C2000™ с технологией DesignDRIVE Position Manager

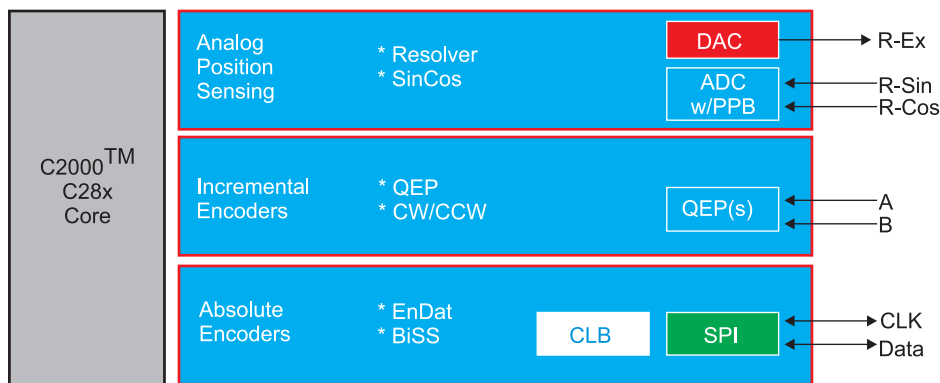


Рисунок 2. Технология DesignDRIVE Position Manager поддерживает ведущие аналоговые и цифровые энкодеры

Возможности круговых энкодеров и QEP обеспечивают быстрые, эффективные и интегрированные решения для эффективной организации интерфейса энкодеров с микроконтроллерами C2000 Delfino™. Следующим шагом стало расширение этой поддержки дополнительными решениями, которые позволили бы микроконтроллеру напрямую устанавливать соединения с более совершенными цифровыми и аналоговыми энкодерами.

Технология управления положением

Технология управления положением, доступная на платформе DesignDRIVE, использует преимущества аппаратных ресурсов, реализованных на кристалле микросхемы микроконтроллеров F28379S и F28379D семейства C2000 Delfino™ для интерфейса с наиболее распространёнными цифровыми и аналоговыми датчиками положения. Обладая встроенной поддержкой инкрементных датчиков положения (eQEP), сигналов CW/CCW и автономных решений для круговых энкодеров, технология Position Manager добавляет решения для аналогового определения положения, объединяя функции возбуждения и измерения кругового датчика положения, а также управления синусно-косинусными датчиками. Уникальная для микроконтроллеров C2000 технология Position Manager сочетает поддержку аналоговых датчиков с широко используемыми цифровыми абсолютными энкодерами, EnDat 2.2 и BiSS-C, предоставляя

разработчикам систем широкий выбор типов энкодеров (рисунок 2). Эта интегрированная технология Position Manager дает разработчикам систем реальную возможность ускорить циклы разработки и снизить стоимость ВКМ, избавив от необходимости организации в ПЛИС интерфейса конкретного энкодера с микроконтроллером или значительно сократив размер ПЛИС, освободив место, которое может быть необходимо для реализации других функций. Приведенная ниже иллюстрация показывает, как технология Position Manager освобождает разработчиков систем от нагрузки, связанной с разработкой драйверов программного обеспечения высокого и низкого уровней, а также всякого специализированного аппаратного обеспечения и логики, которые ранее, возможно, требовалось бы реализовывать в навесной ПЛИС. Кроме того, примерные проекты управления по замкнутому контуру на основе датчиков положения, загружаемые с DesignDRIVE, можно изменять, чтобы интегрировать их в проекты заказчика. Нижние уровни системы реализуются на кристалле или с помощью эталонных разработок и готовой библиотеки модулей интерфейса прикладного программирования (API). Помимо сокращения времени, которое требуется на разработку, технология Position Manager также уменьшает объём испытаний на соответствие и функциональную совместимость, которые изготовители систем должны были проводить в прошлом. Технология Position Manager прошла испытания в полном объёме с различными датчиками. Более того, будущие изменения и обновления действующих стандартов также будут поддерживаться технологией Position Manager.

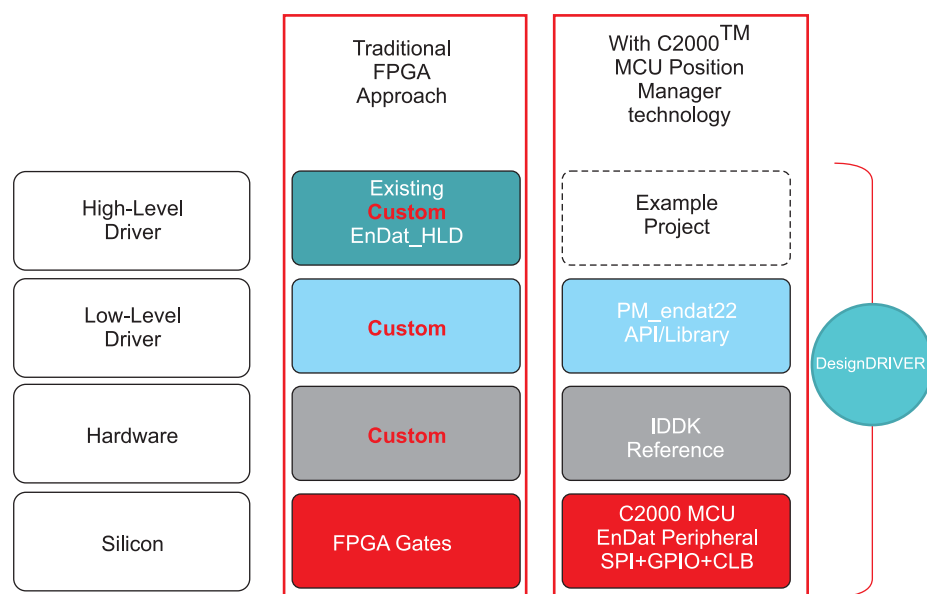


Рисунок 3. Пример решения для EnDat 2.2: наложение уровней и ПЛИС

разработчикам систем широкий выбор типов энкодеров (рисунок 2).

Эта интегрированная технология Position Manager дает разработчикам систем реальную возможность ускорить циклы разработки и снизить стоимость ВКМ, избавив от необходимости организации в ПЛИС интерфейса конкретного энкодера с микроконтроллером или значительно сократив размер ПЛИС, освободив место, которое может быть необходимо для реализации других функций. Приведенная ниже иллюстрация показывает, как технология Position Manager освобождает разработчиков систем от нагрузки, связанной с разработкой драйверов программного обеспечения высокого и низкого уровней, а также всякого специализированного аппаратного обеспечения и логики, которые ранее, возможно, требовалось бы реализовывать в навесной ПЛИС. Кроме того, примерные проекты управления по замкнутому контуру на основе датчиков положения, загружаемые с DesignDRIVE, можно изменять, чтобы интегрировать их в проекты заказчика. Нижние уровни системы реализуются на кристалле или с помощью эталонных разработок и готовой библиотеки модулей интерфейса прикладного программирования (API).

Помимо сокращения времени, которое требуется на разработку, технология Position Manager также уменьшает объём испытаний на соответствие и функциональную совместимость, которые изготовители систем должны были проводить в прошлом. Технология Position Manager прошла испытания в полном объёме с различными датчиками. Более того, будущие изменения и обновления действующих стандартов также будут поддерживаться технологией Position Manager.

Новые возможности организации интерфейса с энкодерами

Имея в качестве отправной точки богатый опыт в области технологий обратной связи по положению, TI смогла расширить свои решения для интерфейса с энкодерами, улучшив их возможности и рабочие характеристики.

Ниже приведены несколько новых добавлений к возможностям изделий Texas Instruments, реализованных благодаря технологии DesignDRIVE Position Manager.

Синусно-косинусные сигналы

Синусно-косинусные сигналы – это способ обратной связи, который встроен в интерфейсы круговых энкодеров, таких как HiPerface®, а также в другие фирменные интерфейсы. Эти так называемые синусоидальные абсолютные энкодеры обычно обеспечивают намного большее разрешение по положению и скорости, чем круговые или инкрементные энкодеры. В обычных квадратурных энкодерах информация об угле получается путём подсчёта фронтов пары квадратурных импульсов. Разрешение по углу фиксировано и зависит от количества импульсов на один механический поворот. Но в синусно-косинусных датчиках точность измерения угла повышается за счёт расчёта угла между фронтами с использованием взаимосвязи в паре синусного и косинусного выходов датчика (рисунок 4).

Фактически проводится интерполяция между фронтами для получения «точного» угла. Точный угол вычисляется с помощью арктангенса двух синусоидальных входов. Чтобы этот расчёт имел смысл, отсчёты с обоих входов необходимо брать одновременно. Обычно на каждый механический оборот вала датчика положения приходится несколько тысяч электрических оборотов синусоидальных сигналов.

Внутренняя аналоговая подсистема микроконтроллеров F28379 Delfino™ идеально подходит для интерфейса с синусно-косинусными датчиками. Наличие нескольких АЦП, которые могут включаться от одного и того же источника, позволяет проводить одновременное измерение в обоих входных каналах. Кроме того, микроконтроллеры F28379 имеют собственную команду взятия арктангенса (ARCTAN) в математическом блоке тригонометрических функций (TMU), что означает, что вычисление угла может быть выполнено всего за 70 нс!

Другой аспект связан с состоянием, когда вал электродвигателя вращается с высокой скоростью. В этом случае точная информация об угле больше не нужна, и алгоритм изме-

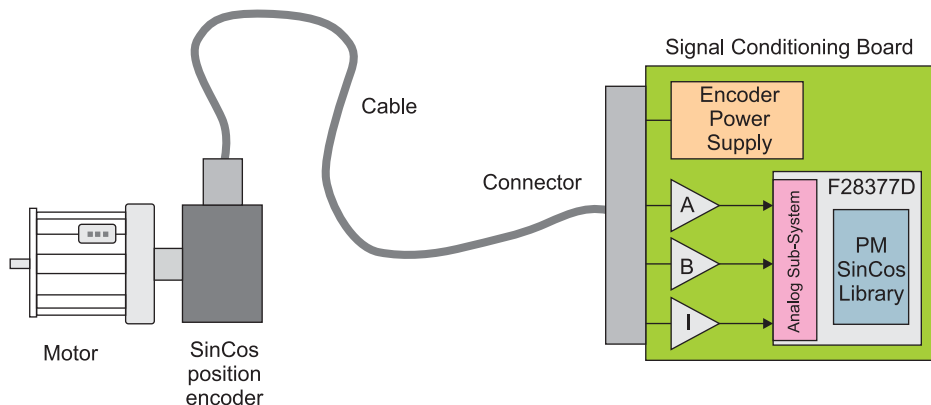


Рисунок 4. Промышленный сервопривод с интерфейсом синусно-косинусного энкодера

рения должен лишь подсчитывать количество полных синусоидальных оборотов для «грубого» измерения угла. Обычно это осуществляется с помощью пары аналоговых компараторов, которые сравнивают входящие синусоидальные сигналы с порогом, соответствующим точке перехода через нуль. Выходы компараторов соответствуют знаку каждой из синусоид, а получаемые в результате цифровые сигналы аналогичны тем, что формирует квадратурный энкодер. В микроконтроллерах F28379 имеется до восьми пар аналоговых компараторов, каждый со своим собственным программируемым пороговым напряжением. Это позволяет формировать квадратурные импульсы, которые затем подаются внутри микросхемы на один из периферийных модулей квадратурных датчиков (QEP), реализованных на кристалле, для грубого измерения угла и скорости.

EnDat

EnDat – это цифровой двунаправленный четырёхпроводной интерфейс, разработанный немецкой компанией HEIDENHAIN. Датчик с кодером EnDat может передавать значения положения, передавать и обновлять информацию, хранящуюся в кодере, или сохранять информацию. Данные отправляются вместе с тактовыми сигналами. Микроконтроллер C2000 может выбрать тип данных, которые будет передавать датчик, включая значения положения, параметры, диагностическую информацию и прочее.

Технология Position Manager позволяет организовать интерфейс микроконтроллера C2000 F28379 напрямую с датчиком EnDat (рисунок 5). Единственными навесными элементами микроконтроллера являются два трансивера RS-485 и схема питания энкодера. Ведущее устрой-

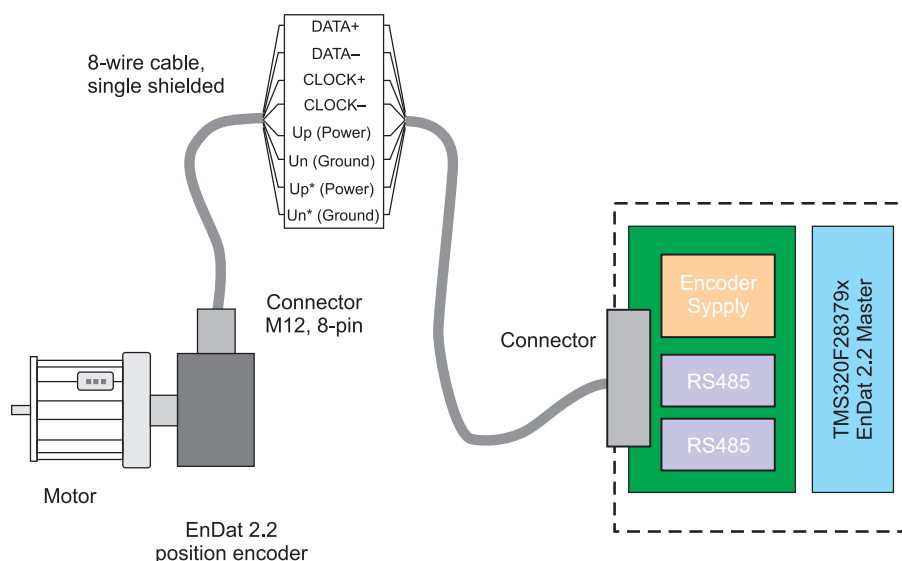


Рисунок 5. Промышленный сервопривод с интерфейсом энкодера EnDat 2.2

ство EnDat реализуется с помощью конфигурируемого логического блока микроконтроллера C2000, где обрабатывается протокол связи.

Технология Position Manager прошла испытания с рядом круговых, линейных и многооборотных энкодеров производства HEIDENHAIN при разрешениях от 13 до 35 бит на расстояниях 70 метров и более.

BiSS-C

Цифровой интерфейс с открытым исходным кодом BiSS (двухнаправленный / последовательный / синхронный) основан на протоколе связи в реальном времени. Первоначальная спецификация была разработана немецкой компанией iC-Haus GmbH. В промышленных системах используется режим «BiSS-непрерывный» (BiSS-C). Спецификация имеет в своей основе синхронный последовательный интерфейс (SSI). Интерфейс BiSS-C состоит из двух однонаправленных или двухнаправленных линий для тактовых сигналов и данных.

Как и во всех интерфейсах, поддерживаемых технологией Position Manager, ведущее устройство BiSS-C, работающее в микропроцессоре C2000 F28379, не может подключаться напрямую к ведомому кодеру BiSS-C в энкодере (рисунок 6). Интерфейс передает значения положения и дополнительную информацию прямо с кодера в микроконтроллер. Микроконтроллер способен считывать и записывать данные напрямую во внутреннюю память кодера. Технология Position Manager корпорации Texas Instruments включает в себя библиотеку BiSS-C с богатым набором возможностей, которую разработчики систем могут легко использовать в разрабатываемых ими проектах. Например, тактовые частоты диапазона 8 МГц поддерживают

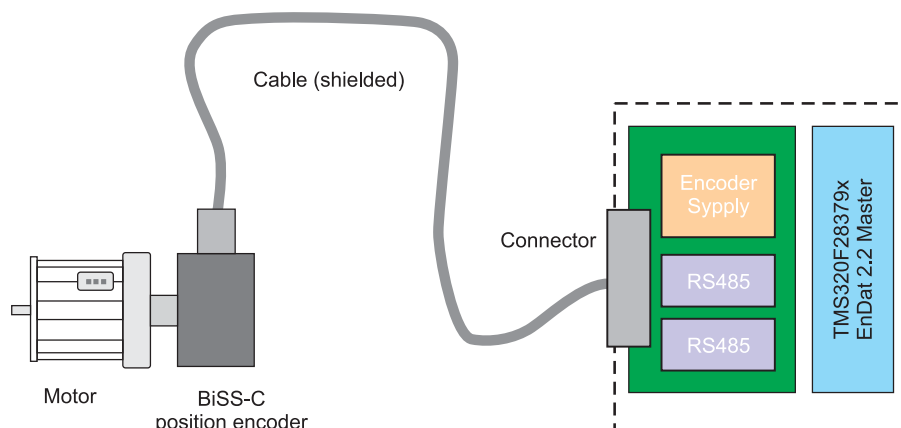


Рисунок 6. Промышленный сервопривод с интерфейсом энкодера BiSS-C

ся в кабелях длиной до 100 метров. Кроме того, интерфейс BiSS микроконтроллера C2000 можно настроить на усовершенствованное управление модульными функциями и тактированием с передачей информации о положении от энкодеров в каждом цикле управления.

Реализованные на кристалле системы управления промышленными приводами

Мощные и программируемые микроконтроллеры, такие как микроконтроллеры F28379 семейства C2000 Delfino производства TI, представляют собой следующий шаг к реализации на кристалле (SoC) систем управления промышленными приводами. Они открывают возможность построения более эффективных и продуктивных архитектур систем, избавляя от необходимости иметь навесную ПЛИС для удовлетворения дополнительных потребностей в обработке или значительно уменьшая размер этой ПЛИС.

В настоящее время корпорация Texas Instruments предпринимает

следующий шаг, чтобы помочь разработчикам систем промышленных приводов создавать высокодифференцированные продукты, отличающиеся меньшими временами задержки, более высоким разрешением и более мощными ресурсами для обработки данных. Этот шаг предполагает упрощение интерфейса микроконтроллеров с энкодерами с использованием технологии Position Manager.

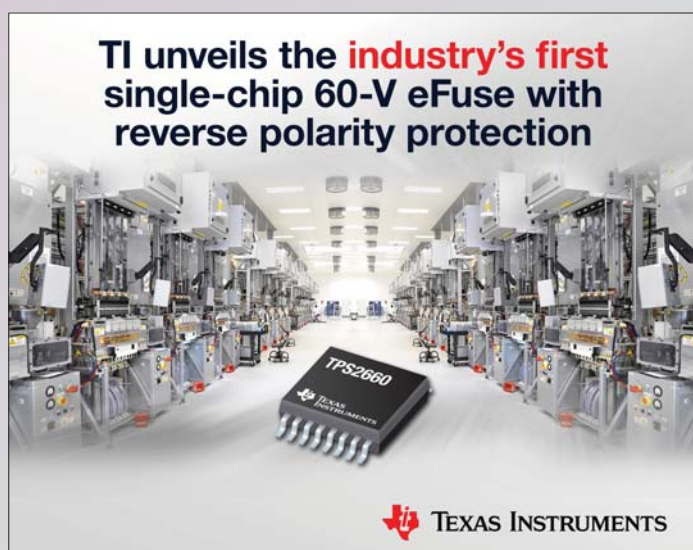
Сделав возможным прямое соединение между микроконтроллером C2000 и энкодером, технология Position Manager освобождает разработчиков от решения рутинных задач обеспечения связи устройств, так что они получают возможность сосредоточиться на функциях и возможностях, которые сделают их системные решения действительно отличными от других, имеющих на рынке, со значительными конкурентными преимуществами.

Литература

1. Simple interfacing to analog and digital position sensors for industrial drive control systems (SPRY295), 2016 г.

TI представляет первый в отрасли одночиповый 60-В электронный предохранитель eFuse с защитой от обратной полярности

Подключённые по схеме «rail-to-rail» (выходной сигнал с уровнем, равным напряжению питания) полевые транзисторы оптимизируют защиту и производительность для областей применения с шинами 24 и 48 В



TI представила первый одночипный eFuse-предохранитель с соединёнными по схеме rail-to-rail полевыми транзисторами, обеспечивающий самый высокий в отрасли показатель защиты при напряжениях до 60 В. Предоставляя новые встроенные в чип возможности, включая защиту от обратной полярности и блокировку обратного тока, TPS2660 является наиболее интегрированным электронным предохранителем на рынке управления питанием для областей применения с магистралью 24 и 48 В в промышленных и автомобильных проектах, а также в проектах инфраструктуры связи.

Основные характеристики и преимущества eFuse TPS2660:

- **Интегрированные, rail-to-rail полевые транзисторы.** Уникальная архитектура устройства обеспечивает TPS2660 следующим:
 - Позволяет осуществлять защиту от обратной полярности, чтобы помочь предохранить систему от неправильного монтажа проводки, который может произойти в промышленном оборудовании, использующем винтовые клеммы.

- Блокировка обратного тока не позволяет току проходить в обратном направлении со стороны выходов к входам.
- Усовершенствованная защита и интеграция обеспечивают сокращение площади монтажа до 40%, устраняя необходимость во внешних компонентах.

- **Регулируемая защита от перенапряжения до 60 В.** Помогает проектировщикам быстрее и достовернее проводить принятые в отрасли стандартные испытания на соответствие требованиям по устойчивости к броскам напряжения, включая испытание на устойчивость к быстрым электрическим переходным процессам (EFT).

Начните проектирование с Input Protection and Backup Supply Design for 25W PLC Controller Unit (Дизайн входной защиты и резервного питания для блока контроллера ПЛК мощностью 25 Вт), в котором конвертеры постоянного тока в постоянный (DC/DC) LM5002 и LM5160 обеспечивают подачу резервного питания, чтобы удовлетворить требованиям Международной электротехнической комиссии (МЭК) 61000-4.

TPS2660 является новейшим добавлением в портфель корпорации TI электронных предохранителей (eFuse), обеспечивающим защиту от перенапряжения, превышения по току и коротких замыканий в применяемом оборудовании. Этот портфель охватывает устройства защиты для систем, используемых в промышленности, персональных электронных устройствах, автотранспортных средствах и на предприятиях.

Цена и наличие

eFuse-предохранитель можно приобрести непосредственно в корпорации Texas Instruments и у авторизованных дистрибьюторов компании. TPS2660 продаётся в тонком уменьшенном малогабаритном корпусе (TSSOP) размером 4,4×5 мм и стоит \$2,2 в количествах по 1000 штук (при покупке на сайте производителя).

www.ti.com/TPS2660-pr-eu

Техническое руководство по Li-SOCl₂ (литий-тионилхлоридным) источникам тока

Часть 1

Данное техническое руководство предназначено для того, чтобы помочь потребителям в достаточной степени понять характеристики литиевых гальванических систем и продукции XenoEnergy (литий-тионилхлоридных элементов питания с напряжением 3,6 В), чтобы они смогли использовать элементы питания XenoEnergy в конкретных прикладных системах соответствующим образом.



Введение

Литий-тионилхлоридный элемент питания

В течение нескольких последних десятилетий быстрое продвижение вперёд в области разработки и миниатюризации электронных устройств создало спрос на лёгкие, компактные и высокоэффективные источники питания для широкого диапазона различных условий.

Литиевые элементы питания, которые дают максимум энергии на выходе за счёт использования лития – металла с самым большим известным электродным потенциалом, привлекли к себе повышенное внимание как оптимальные источники питания для удовлетворения этого спроса. Как следует из их названия, в данных гальванических элементах в качестве анода использу-

ется литий, при этом различные системы отличаются материалами катода, электролитом, а также конструкцией элемента и другими химическими добавками. Таким образом, каждый тип литиевых элементов питания имеет свои характеристики в силу вышеуказанных причин. Литиевые элементы питания делятся на три категории в зависимости от типа катода и электролита, как показано в таблице 1.

Каждый из типов литиевых элементов питания имеет свои собственные специализированные характеристики, такие как электрическое напряжение, максимальный возможный ток, плотность энергии и рабочую температуру.

Среди литиевых гальванических элементов тионилхлоридные Li-SOCl₂-батареи являются в настоящее время самым лучшим выбором для имею-

щихся электронных и промышленных устройств по совокупным характеристикам, особенно электрической надёжности в различных условиях, большому сроку хранения, длительному сроку службы и безопасности.

Литиевые элементы питания производства XenoEnergy

XenoEnergy – это компания, занимающаяся НИОКР и производством, которая специализируется в области элементов питания на основе Li-SOCl₂ и имеет 15-летний практический опыт НИОКР, производства и продаж. Пользуется теоретической поддержкой Корейского университета, специализирующегося в области технологий элементов питания.

XenoEnergy – это компания, занимающаяся Li-SOCl₂-элементами питания, которая путем проб и экспериментов приобрела ценный опыт. Благодаря сотрудничеству с Корейским университетом XenoEnergy в настоящее время является ведущей компанией в этой области и компанией, которая очень хорошо понимает как технологии, так и потребности своих клиентов и потому имеет преимущества по отношению к своим конкурентам.

Общие характеристики

Общие характеристики литий-тионилхлоридных элементов питания производства XenoEnergy перечислены ниже.

- **Высокое напряжение.** Этот элемент питания имеет напряжение разомкнутой цепи 3,67 В, что является одним из самых высоких среди литиевых элементов питания. Поэтому он может заменить два или три обычных элемента питания.

- **Стабильность напряжения.** Рабочее напряжение этого элемента питания остается стабильным в течение его срока службы.
- **Широкий диапазон температур.** Такой элемент питания можно использовать в широком диапазоне температур, от -55 до $+85$ °C. По специальному заказу возможна поставка элементов питания с расширенным диапазоном температур, до $+130$ °C (макс. $+150$ °C).
- **Очень большой срок хранения.** Эти элементы питания демонстрируют значительно меньшую скорость саморазряда, не более 1% в год при комнатной температуре без нагрузки, и их фактический срок хранения превышает 10 лет. Низкий саморазряд обеспечивают пассивационная плёнка на поверхности лития и герметичная конструкция.
- **Высокая плотность энергии.** Этот элемент питания имеет самую высокую плотность энергии (до 700 Вт·ч/кг и 1380 Вт·ч/л), превышающую аналогичный по-

Таблица 1. Основные типы первичных литиевых элементов питания

Типы первичных литиевых элементов питания		
Твёрдый электролит	Жидкий электролит	
Твёрдый катод	Твёрдый катод	Жидкий катод
Li-I ₂ (йодный)	Li-MnO ₂ (на основе диоксида марганца) Li-CFx (на основе поли-монофторида углерода) Li-Ag ₂ CrO ₄ (на основе хромата серебра) Li-FeS ₂ (на основе дисульфида железа) Li-CuO (на основе оксида меди)	Li-SO ₂ (на основе диоксида серы) Li-SOCl ₂ (тионилхлоридный) Li-SO ₂ Cl ₂ (сульфурилхлоридный)

казатель любого другого первичного элемента питания.

- **Безопасность.** Поскольку данный гальванический элемент не является системой, находящейся под давлением, ему не требуется защитное устройство для срабатывания при давлении. Из элемента питания не выделяются никакие газы, так как его корпус герметичен. Элемент питания также имеет безопасную внутреннюю конструкцию, включая очень ограниченное количество лития и размещение лития вдоль внутренней стенки корпуса элемента, поэтому исключена опасность какого-либо происшествия или взрыва под действием токов короткого за-

мыкания и в условиях теплового пробоя. Компания XenoEnergy не смогла выявить никаких проблем с точки зрения безопасности в ходе испытаний изделий во внешних условиях. Вся продукция XenoEnergy имеет международную сертификацию UL.

Сравнение различных литиевых гальванических элементов

На рисунке 1 показаны сравнительные данные нескольких основных типов первичных элементов питания. Литий-тионилхлоридные элементы производства XenoEnergy демонстрируют наилучшие и наивысшие значения основных характеристик,

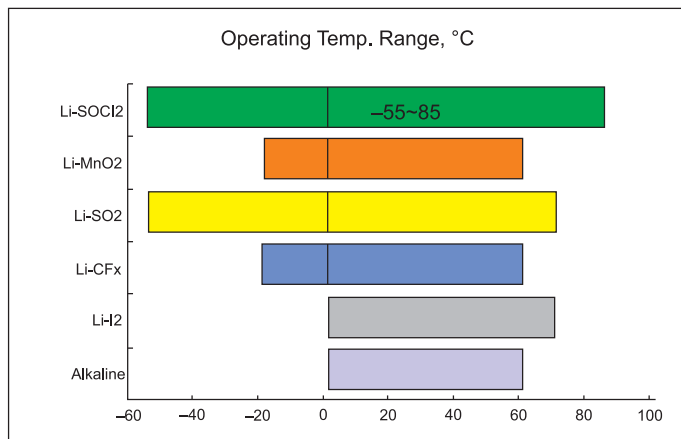
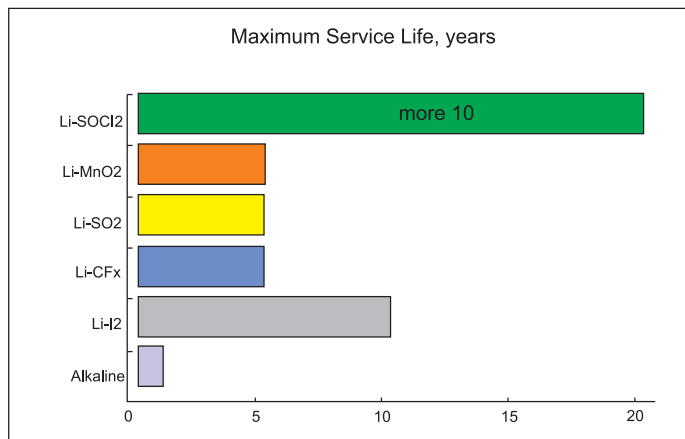
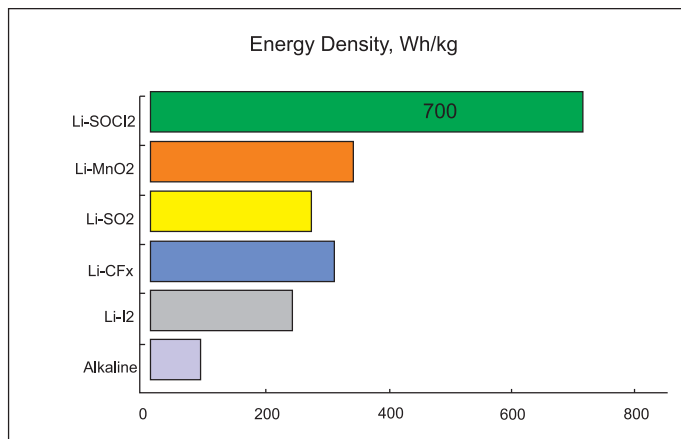
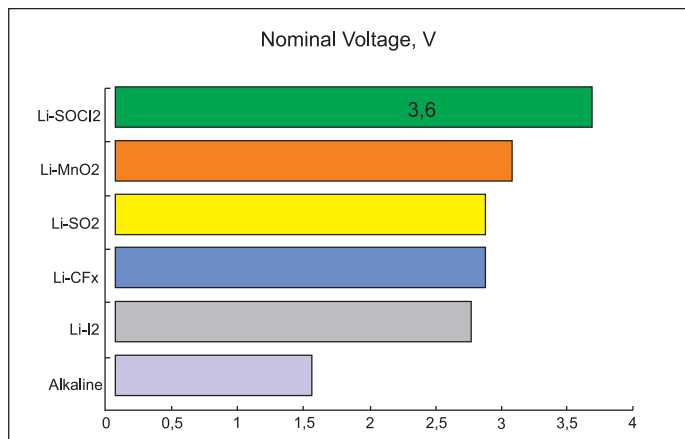


Рисунок 1. Сравнение основных типов первичных элементов питания

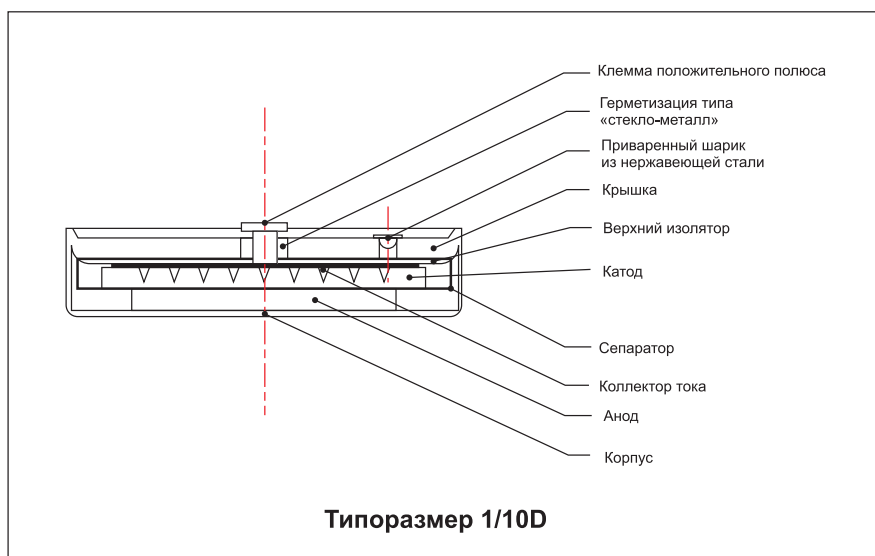
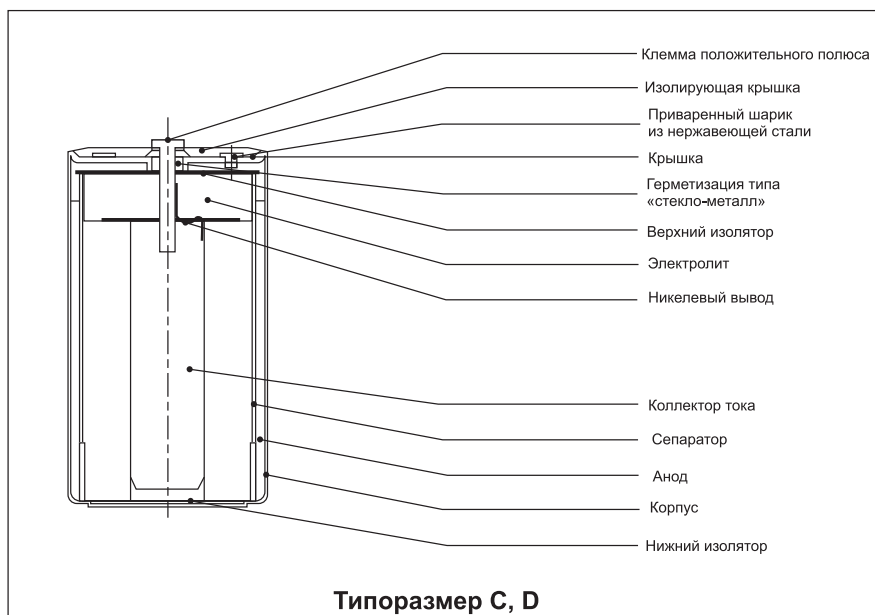
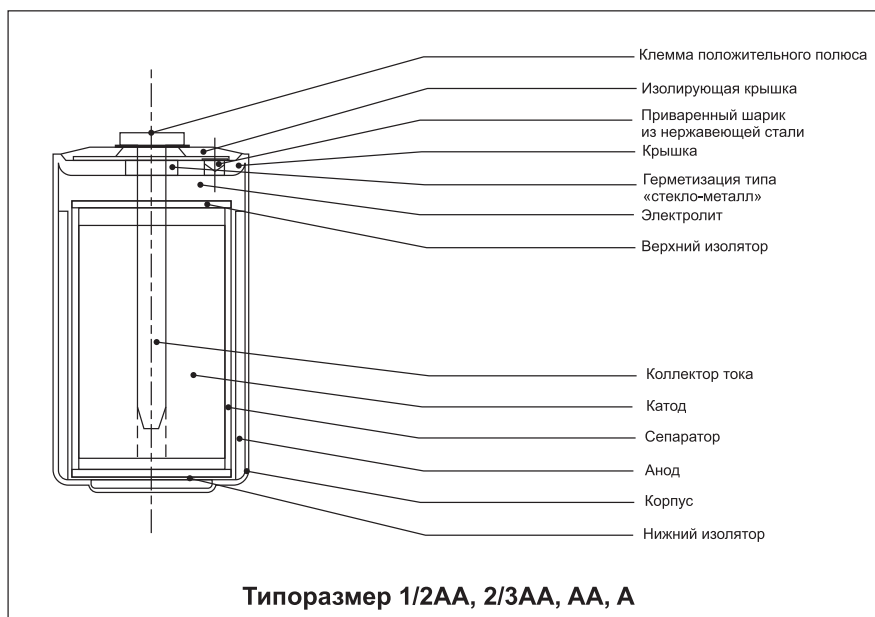


Рисунок 2. Конструкция литиевого элемента питания XenonEnergy

таких как номинальное напряжение, плотность энергии, максимальный срок службы и диапазон рабочих температур.

Благодаря сварному и герметичному корпусу литиевых элементов питания XenonEnergy их срок службы может превышать 10 лет. Поэтому такие элементы питания лучше всего подходят для применения там, где требуются небольшие непрерывные токи в течение длительных периодов и умеренные импульсные токи. К примерам таких систем относятся системы дистанционных датчиков в устройствах обеспечения безопасности, различные приборы учета ресурсов, устройства радиочастотной идентификации (RFID) и системы резервного питания запоминающих устройств.

В частности, беспроводным пассивным инфракрасным (PIR) датчикам для систем безопасности обычно требуются очень маленькие токи (десятки микроампер) в состоянии покоя и 7,5–10 мА при передаче. При таких условиях работы литий-тионилхлоридный элемент питания обеспечивает срок службы до 1,5–2 раз больший, чем литиевые элементы той же ёмкости на основе диоксида марганца.

И хотя химия литий-тионилхлоридного элемента питания несколько сложнее, это наилучшее решение для тех потребителей, которые ищут решение для питания своих систем с длительным сроком службы, превышающим сроки службы всех остальных конкурирующих вариантов.

Химический состав элемента питания и химическая реакция

Химический состав элемента питания

Анод. Анод литиевого элемента питания XenonEnergy представляет собой фольгу из чистого лития высшего класса очистки (содержание лития выше 99,8%). Она располагается в свёрнутом виде вдоль стенки корпуса элемента, обеспечивая большую надёжность электрического соединения и безопасность.

Катод. В качестве материала катода в литиевых элементах питания

XenoEnergy используется порошок углерода, связанный политетрафторэтиленом. Он обеспечивает эффективное электрическое соединение. Обычно, когда к элементу подключается нагрузка, SOCl_2 может восстанавливаться на поверхности углеродного катода. Также происходит выделение LiCl и S и их отложение на углеродном катоде. На катоде происходит химическая реакция между тионилхлоридом и ионами лития.

Сепаратор. В изделиях XenoEnergy используются сепараторы между катодом и анодом, выполненные из нетканого стекловолокна. Это помогает движению ионов при разрядке и препятствует внутренним коротким замыканиям, обеспечивая надёжность при хранении.

Электролит. Электролитом литиевого элемента XenoEnergy служит сочетание тионилхлорида (SOCl_2), хлорида лития (LiCl) и тетрахлорида алюминия (AlCl_3). Тионилхлорид имеет низкую температуру замерзания, -105°C , и высокую температуру кипения, 79°C . Он демонстрирует хорошее восстановление во время разрядки элемента вне зависимости от условий окружающей среды и низкий саморазряд в условиях хранения.

Коллектор тока. Коллекторы тока литиевого элемента питания XenoEnergy – разные для каждого типоразмера элемента. На рисунке 2 представлены чертежи элементов питания малых типоразмеров (1/2AA, 2/3AA, AA, A), больших типоразмеров (C, D) и плоских элементов питания (1/10D). Коллектор тока обеспечивает наилучшую эффективность электрического соединения между катодом и клеммой положительного полюса.

Корпус и крышка элемента.

Корпус и крышка литиевого элемента питания XenoEnergy выполняются из нержавеющей стали марки 304L (наш аналог – ГОСТ 03X18H11). Она очень хорошо подходит для использования там, где требуются немагнитные условия при разрядке и хранении. Корпус и крышка также рассчитаны на то, чтобы выдерживать механические напряжения и суровые условия окружающей среды.

Герметизация. При изготовлении изделий XenoEnergy используются два способа герметизации. Один из них – это уплотнение типа «стекло-металл» (GM) между клеммой положительного полюса, выполненной на 52% из никелевого сплава, и верхней крышкой, которая является отрицательным полюсом и выполняется из нержавеющей стали в сборке днища. Другой способ – это уплотнение между корпусом и сборкой днища. Для этого в XenoEnergy используется технология лазерной сварки. Такие герметичные сварные швы используются для того, чтобы обеспечить лучшее сохранение рабочих характеристик при длительном хранении, длительный период разрядки и надёжность. Эти герметичные швы обеспечивают более высокий уровень безопасности, чем другие типы герметизации.

Важно! Уплотнение типа «стекло-металл» является очень ответственным элементом с точки зрения контроля качества ввиду возможности микроскопических трещин, которые могут привести к выходу элемента из строя в будущем. Сборка с уплотнением «стекло-металл» поставляется изготовителем, который имеет многолетний опыт, и проходит повторную аттестацию в ходе окончательного контроля

в компании XenoEnergy с применением наших специальных методик. Этот метод контроля имеется только в компании XenoEnergy, и он позволяет выявить любые проблемы герметизации «стекло-металл», а также обнаруживать другие возможные трещины, возникшие из-за сварки. Методы и технологии контроля, используемые в XenoEnergy, доказали свою успешность тем, что никаких жалоб, связанных со сваркой и герметизацией типа GM, не возникало.

Химическая реакция

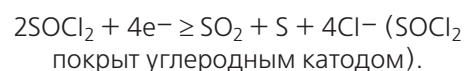
В литий-тионилхлоридных элементах питания XenoEnergy жидкий тионилхлорид (SOCl_2) используется в качестве положительного активного материала, а литий (Li) – в качестве отрицательного активного материала. Он выполнен из неорганических материалов.

В литиевых элементах питания XenoEnergy протекают следующие химические реакции:

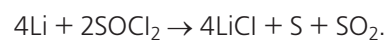
Окисление анода (отрицательного полюса):



Восстановление катода (положительного полюса):



Вся реакция выглядит следующим образом:



Вышеуказанный диоксид серы (SO_2) растворяется в электролите.

Продолжение следует.

Корейская компания **Xeno Energy** обладает более чем 15-летним опытом и ноу-хау в области исследования, разработки и создания литиевых элементов питания. Наша цель состоит в том, чтобы помочь покупателям решить их проблемы, связанные с энергией и элементами питания, как технически, так и экономически, основываясь на длительном партнёрстве. Мы знаем, что успех наших покупателей будет также и нашим успехом.



Испытания на безопасность

Испытание на короткое замыкание	UL 1642, №10	MIL-B-49461 (ER), № 4.8.10
Испытание на нестандартную зарядку	UL 1642, №11A	
Испытание на ускоренную разрядку	UL 1642, №11B	MIL-B-49461 (ER), № 4.8.13.1
Испытание на разрушение	UL 1642, №12	
Испытание на удар	UL 1642, №13	
Испытание на удар	UL 1642, №14A	MIL-B-49461 (ER), № 4.8.5
Испытание на виброустойчивость	UL 1642, №15	MIL-B-49461 (ER), № 4.8.6
Испытание на падение	UL 1642, №16	MIL-B-49461 (ER), № 4.8.3
Испытание на нагрев	UL 1642, №18A	
Испытание на стойкость к термоциклированию	UL 1642, №18B	MIL-STD-331, испытание 113.1
Высотное испытание	UL 1642, №18C	

Характеристики изделий

- Высокое напряжение элемента, напряжение разомкнутой цепи (OCV) – 3,67 В. Это выше, чем для большинства существующих элементов питания.
- Высокая плотность энергии, до 700 Втч/кг и 1380 Втч/л.
- Широкий температурный диапазон, -55 °С до +85 °С, (+130 °С, более высокие температуры – по запросу).
- Низкий саморазряд, 1% при комнатных температурах, что позволяет достичь очень высокого срока хранения – более чем 10 лет.
- Высочайшая надёжность и безопасность благодаря конструкции катушечного типа и герметически запаянному корпусу с металлоглазным уплотнением и лазерной сваркой.
- Наилучший импульсный режим работы, малое падение напряжения, даже после температурных циклов или при хранении при повышенной температуре.

Сертификаты и аттестаты

ISO 9001; ISO13485 (медицинский); ISO14001 – подготавливается; аттестат UL; аттестат взрывозащищенности; аттестат IMDS (автомобильная промышленность); аттестат UN, RoHs.

Компания "Сканти" является официальным дистрибьютором компании "Xeno Energy"

XenoEnergy	XL-050F	XL-055F	XL-060F	XL-100F	XL-145F	XL-205F	XL-210F	XLP-050F	XLP-055F	XLP-060F	XL-050H	XL-060H
Стандарты ANSI	1/2AA	2/3AA	AA	A	C	D	1/10D	1/2AA	2/3AA	AA	1/2AA	AA
IES	ER14252	ER14335	ER14505	ER17500	ER26500	ER32L615	ER33L65	ER14252	ER14335	ER14505	ER14252	ER14505
	1/2ER6	2/3ER6	ER6	ER17/50	ER14	ER20	1/10ER20	1/2ER6	2/3ER6	ER6	1/2ER6	ER6
Номинальное напряжение, В	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Номинальная ёмкость, Ач	1,2	1,65	2,4	3,4	8,5	19	1	1,2	1,65	2,4	0,8	1,7
Макс. пост. ток, мА	30	40	60	100	150	230	20	30	40	60	10	30
Макс. имп. ток, мА	60	90	120	200	230	500	40	100	150	200	100	200
Диапазон температур, °C	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+85	-55/+130	-55/+130
Диаметр (макс.), мм	14,5	14,5	14,5	16,8	25,8	33,6	33,2	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Высота (макс.), мм	25,1	33,5	50,1	50,7	49	59	7	25,1	33,3	50,1	25,1	50,1
Вес, г	9	11,7	17,1	22	49	93,5	19,6	9	11,7	17,1	9	17,1



Серии элементов питания

Серия XL - 000F

- Максимальная ёмкость
- Отличный срок хранения (может быть более 10 лет)
- Очень низкий саморазряд
- Применение для дублирования памяти с низкими токами
- Хорошие характеристики с точки зрения минимального переходного напряжения (TMV)

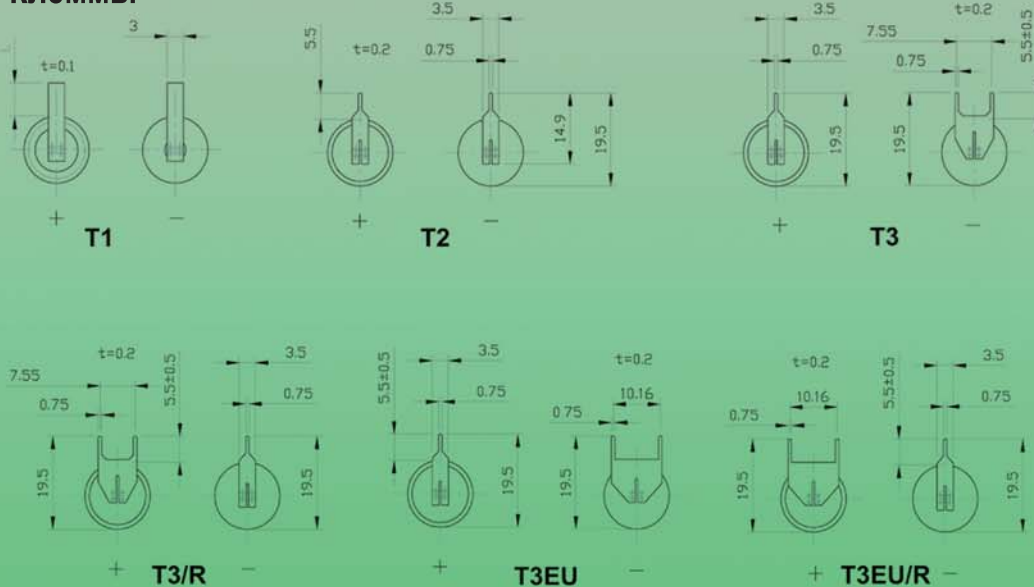
Серия XLP - 000F

- Максимальная ёмкость
- Отличный срок хранения (может быть более 10 лет)
- Низкий саморазряд
- Применение со средними токами
- Отличные характеристики с точки зрения минимального переходного напряжения (TMV)
- Минимальный эффект пассивации

Серия XL - 000H

- Расширенный температурный диапазон (макс. +150 °C)
- Безопасная конструкция

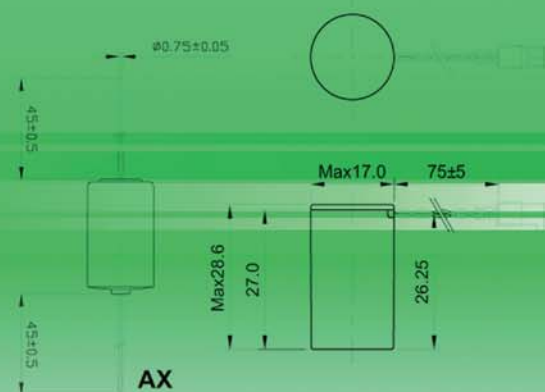
Клеммы



Тип разъёма



Тип корпуса



Окончание. Начало в №3-2016 бюллетеня «Компоненты ТИ»

Твердотельные накопители 2,5" SATA SSD 3IE

Часть 2

Для ответственных применений

Твердотельные накопители на flash-память и DRAM-модули от Innodisk полностью соответствуют аэрокосмическим и оборонным стандартам и производятся с широким набором функций для обеспечения высокой производительности в экстремальных условиях и безопасности данных в критических ситуациях.

С серией InnoRobust® компания Innodisk не только гарантирует, что изделия полностью защищены от перегрева, пыли, экстремальных температур, ударов и вибраций, но также предоставляет одну из ведущих технологий защиты данных, чтобы обеспечить сохранность важной информации на диске. Помимо этого, накопители и модули DRAM имеют фиксированный BOM, а спе-

циальная команда опытных инженеров всегда готова выполнить кастомизацию изделия по индивидуальному заказу клиента.



Соответствует стандарту MIL-STD-810F/G

Стандарт для систем ответственного применения

Продукция Innodisk отвечает строгим спецификациям, установленным военными стандартами США для ответственных применений.



Соответствует стандарту MIL-I-46058C

Стандарт для силиконового конформного покрытия

Продукция Innodisk соответствует стандарту конформных покрытий, чтобы обеспечить максимальную защиту в жёстких условиях эксплуатации.

Твердотельные накопители серии InnoRobust®. Твердотельные накопители для систем высокой готовности

Серия InnoRobust® отвечает всем нынешним требованиям устройств для ответственных применений. Она полностью совместима со стандартами аэрокосмических систем и систем высокой готовности. Твердотельные накопители серии InnoRobust® полностью защищены от пыли, ударов, вибраций и экстремальных температур и снабжены технологиями, обеспечивающими сохранность и защиту конфиденциальных данных на диске.

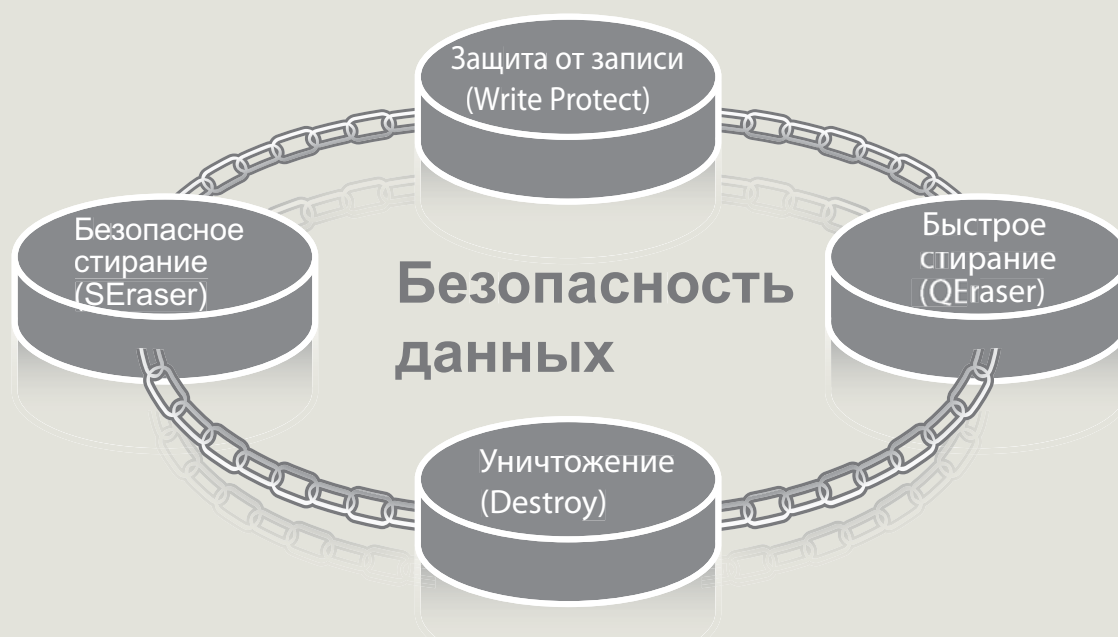
Время стирания данных в секундах

Время стирания данных для 2,5" SATA SSD 3SR-P						
Command	Item	16 Гбайт	32 Гбайт	64 Гбайт	128 Гбайт	256 Гбайт
20h	Destroy	9,12	9,17	9,34	9,39	18,9
21h	Quick Erase	10,27	11,04	15,87	17,25	34,89
22h	AFFSI 5020	1266,64	1235,38	1269,94	1422,52	28411,2
23h	DoD 5220/22-M	130,6	138,35	169,01	320,32	634,83
24h	USA Navy NAVSO P-5239-26	1277,58	1246,2	1283,18	1440,05	2875,98
25h	NSA Manual 130-2	2654,67	2597,47	2696,31	3148,13	6282,63
26h	USA-Army 380-19	1504,56	1488,73	1581,7	2028,07	4034,83
27h	NISPOMSUP Chap 8, Sect. 8-501	1494,83	1477,52	1568,95	2010,76	4000,76
28h	NSA Manual 9-12	131,53	143,68	180,54	330,93	635,65
29h	IRIG106	458,62	557,25	795,82	1536,09	3012,74
Время стирания данных для 2,5" SATA SSD 3MR-P						
Command	Item	32 Гбайт	64 Гбайт	128 Гбайт	256 Гбайт	512 Гбайт
20h	Destroy	3,46	3,51	3,51	7,08	8,95
21h	Quick Erase	6,31	6,31	6,97	13,35	25,38
22h	AFI 5020	1517,63	1531,75	1577,91	3159,01	3866,18
23h	DOD 5220/22-M	381,92	390,93	431,48	864,17	1643,18
24h	USA Navy NAVO P-5239-26	1524,56	1539,01	1587,85	3176,26	3892,69
25h	NSA Manual 130-2	3409,06	3444,83	3571,64	7152,8	9353,35
26h	USA-Army 380-19	2265,1	2295,43	2415,38	4836,75	7103,84
27h	NISPOMSUP Chap 8, Sect. 8-501	2259,94	2285,82	2405,76	4814,67	7081,15
28h	NSA Manual 9-12	385,49	397,96	447,25	876,04	1716,81
29h	IRIG106	1271,97	1428,51	3320,65	3624,78	8553,9






Ед, измерения: секунда

Твердотельные накопители

Твердотельные накопители Innodisk предназначены для ответственных применений и обеспечивают безопасность данных высокого уровня



Ниже представлены рекомендуемые твердотельные накопители высокого уровня для ответственных применений.

Модель	 2.5" SATA SSD 3SR-P	 2.5" SATA SSD 3MR3-P	 1.8" SATA SSD 3SR-P	 1.8" SATA SSD 3MR3-P	 2.5" SATA SSD 1SR-P
Основные черты	1. Соответствует стандарту MIL-STD-810-F/G 2. Аппаратное и программное обеспечение безопасности данных (QEraser/ Destroy/ SEraser/ Write Protect) 3. Поддержка iCell, 100% защита данных		1. Соответствует стандарту MIL-STD-810-F/G 2. Программное обеспечение безопасности данных (QEraser/ Destroy/ SEraser/ Write Protect)		1. Соответствует стандарту MIL-STD-810-F/G 2. Программное обеспечение безопасности данных (QEraser/ Destroy/ SEraser/ Write Protect)
Интерфейс	SATA III 6.0 Гбит/с				
Тип памяти	SLC	MLC	SLC	MLC	SLC
Ёмкость, Гбайт	8–512	32–512	8–256	32–512	8–256
Каналы (макс.)	4				
Скорость чтения/записи, Мбайт/с, макс.	490/340	500/260	490/340	460/240	90/90
Энергопотребление (макс.), Вт	3,25 (5В × 650 мА)	5 (5В × 1А)	3 (5В × 600 мА)	5 (5В × 1А)	2,5 (5В × 500 мА)
Датчик температуры	Стандартный диапазон температур: нет. Промышленный диапазон температур: да				
Буфер ОЗУ	Да				
Функция iCell	Да		Нет		
Функция TRIM	Да				
Функция защиты	Да				
Функция S.M.A.R.T	Да				
Размеры, мм	69,8×99,8×9,2		54×78,5×5		69,8×99,8×9,2
Условия работы/хранения	Вибростойкость: 20G (7–2000 Гц). Ударостойкость: 1500G (0,5 мс). Температура хранения: –55...+95 °С. MTBF: >3 млн часов				
Стандартный (0...+70 °С)	DRS25-XXXX67SC***	DRS25-XXXX70SC***	DRS18-XXXX67SC***	DRS18-XXXX70SC***	DRP25-XXXX67SC***
Промышленный (–40...+85 °С)	DRS25-XXXX67SW***	DRS18-XXXX67SW***	DRS18-XXXX67SW***	DRS18-XXXX70SW***	DRP25-XXXX67SW***
Пояснения	XXX = ёмкость (2 Гбайт=02G, 4 Гбайт=04G, 8 Гбайт=08G, 16 Гбайт=16G, 32 Гбайт=32G, 64 Гбайт=64G, 128 Гбайт=A28, 256 Гбайт=B56, 512 Гбайт=C12, 1 Тбайт=01T); ***= конфигурация flash-памяти (внутренний контрольный код)				

Преимущества нашей продукции

Уменьшает возможность повреждений от ударов и вибрации



Устойчивость к сильным ударам и вибрациям

Конструкция повышенной прочности от Innodisk решает проблему повреждений, вызванных сильными ударами и вибрациями. Профессиональное многоэтапное тестирование и кастомизация обеспечивают надёжную работу военных транспортных средств и воздушных судов, которые должны работать в суровых условиях. Кроме того, модули DRAM снабжены крепёжными отверстиями, что ещё больше снижает возможность повреждений от ударов и вибраций.

Устойчивость к влаге, пыли и химическим повреждениям

В модулях Innodisk применяется защитное покрытие для всех твердотельных накопителей и модулей DRAM, которые предназначены для ответственных применений. Это конформное покрытие обеспечивает максимальную защиту в жёстких условиях, где влажность, пыль и другие частицы, а также химическое воздействие могут нарушить работоспособность дисков (SSD) и модулей DRAM.

Обеспечивает максимальную защиту в жёстких условиях эксплуатации



Гарантирует, что все данные буфера записаны на flash-чип до полного отключения питания



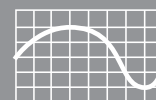
Защита данных в случае сбоя питания

Наша запатентованная технология использует iCell-конденсаторы со специальным детектором напряжения, чтобы обеспечить мгновенный и надёжный полный перенос данных буфера на flash-память. Сложное управление буфером данных — iCell — гарантирует, что все данные буфера будут записаны на flash-чипы до полной потери подачи питания.

Предотвращение сбоев в работе накопителей из-за перегрева

Датчик температуры от Innodisk подаёт команду SSD либо изменить скорость, либо снизить темп обращений к flash-памяти, гарантируя, что SSD остаётся в пределах рабочих температур, что, в свою очередь, предотвращает возникновение сбоев из-за перегрева.

Обеспечивает состояние, при котором SSD остаётся в пределах допустимых температур



Работоспособность при экстремальных температурах, от -40 до $+85$ °C



Работает при экстремальных температурах

Транспортные средства и оборудование для ответственных применений часто должны работать при экстремальных температурах, и перегрузки, вызванные очень низкими или очень высокими температурами, могут привести к сбою диска. Накопители и DRAM-модули проходят ряд тестирований на обеспечение работоспособности в условиях экстремальных температур от -40 до $+85$ °C.

Безопасность данных: защита, стирание, уничтожение

Система безопасности данных обеспечивает быстрое стирание и безопасное уничтожение информации, отвечающие стандартам BMC, BBC, Министерства обороны, Агентства национальной безопасности и Национальной программы промышленной безопасности США (NISPOMSUP). Кроме того, разработанная функция «Быстрого стирания» (QEraser) может стереть данные размером 128 Гбайт всего за семь секунд.

Стирает до 128 Гбайт данных за 7 секунд



Запатентованная и усовершенствованная система управления данными для обеспечения целостности данных



Избежание сбоев во время внезапного отключения питания

Технология iData Guard состоит из встроенного детектора мощности подачи питания и программного алгоритма восстановления при внезапном отключении питания. После того как детектор мощности подачи питания срабатывает в результате аварийного отключения питания, запускается специальный алгоритм для предотвращения потери и обеспечения целостности данных.

Специализированные твердотельные накопители и DRAM-модули для транспортных систем







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






Эта серия продуктов также обладает устойчивостью к радиопомехам и соответствует стандартам E-Mark (EC), SAE J1113 (США), ISO 7637-2 и ISO/TS 16949.



Характеристики продукции для транспортных систем:


- Устойчивы к радиопомехам согласно соответствующим автомобильным стандартам.
- Эксклюзивные технологии iData Guard и iCell для предотвращения потери данных из-за внезапного сбоя в подаче питания.
- Температурный датчик и способность работать при экстремальных температурах.
- Прочная конструкция и соответствие стандарту MILSTD-810 F/G.
- Конформное покрытие, соответствующее стандарту MIL- I-46058C.
- Поддержка систем, использующих ARM-архитектуру (для DRAM-модулей).

Модель	 iCF 1ME 	 2,5" SATA SSD 3MR-P 	 2,5" SATA SSD 3MG-P 
Основные черты	1. Недорогое решение на базе MLC 2. Усовершенствованная система управления данными Power Cycling	1. Соответствует стандарту MIL-STD-810-F/G 2. Аппаратное и программное обеспечение безопасности данных (QEraser/ Destroy/SEraser/ Write Protect) 3. Поддержка iCell, 100% защита данных	1. EverGreen L ² архитектура 2. Механическая конструкция высотой 7 мм 3. Высокие показатели случайной передачи данных
Интерфейс	PATA	SATA III 6,0 Гбит/с	
Тип памяти	MLC	MLC	MLC
Ёмкость, Гбайт	4-128	32-256	8-512
Каналы (макс.)	2	4	
Скорость чтения/записи, Мбайт/с, макс.	110/75	460/260	460/280
Энергопотребление, Вт (макс.)	1,05 (5 В × 210 мА) 0,69 (3,3 В × 210 мА)	5 (5 В × 1 А)	5 (5 В × 1 А)
Датчик температуры	Нет	Стандартный диапазон температур: нет	Промышленный диапазон температур: да
Буфер ОЗУ	Нет	Да	
Функция iCell	Нет	Да	Опционально
Функция TRIM	Нет	Да	
Функция защиты	Да		
Функция S.M.A.R.T	Да		
Размеры (мм)	42,8×36,4×3,3	69,8×100,1×9,3	69,8×100,1×6,8
Условия работы/хранения	Вибростойкость: 20 G (7-2000 Гц). Ударостойкость: 1500G (0,5 мс). Температура хранения: -55...+95 °С. MTBF: >3 млн часов		
Стандартный (0...+70 °С)	DECFC-XXXD53%С***	DRS25-XXXD67%С***	DGS25-XXXD67%С***(P)
Промышленный (-40...+85 °С)	DECFC-XXXD53%W***	DRS25-XXXD67%W***	DGS25-XXXD67%W***(P)
Пояснение	XXX = ёмкость (2 Гбайт=02G, 4 Гбайт=04G, 08 Гбайт=8G, 16 Гбайт=16G, 32 Гбайт=32G, 64 Гбайт=64G, 128 Гбайт=A28, 256 Гбайт=B56, 512 Гбайт=C12, 1Тбайт=01T). *** = конфигурация flash-памяти (внутренний контрольный код). % = тип flash-памяти		


Модель					
	iCF 1SE	CFast 3ME	CFast 3SE	mSATA 3ME	mSATA 3SE
Основные черты	Высококачественное решение на базе SLC	1. Соответствует стандарту CFast 2.0 2. Недорогое решение на базе MLC 3. Поддерживает функцию защиты данных (hardware write protect)	1. Соответствует стандарту CFast 2.0 2. Высокая скорость передачи данных 3. Поддерживает функцию защиты данных (hardware write protect)	1. Отличная скорость передачи данных и высокие показатели IOPS 2. Недорогое решение на базе MLC	1. Отличная скорость передачи данных и высокие показатели IOPS 2. Высококачественное решение на базе SLC
Интерфейс	PATA			SATA III 6.0 Гбит/с	
Тип памяти	SLC	MLC	SLC	MLC	SLC
Ёмкость	512 Мбайт-8 Гбайт	4 Гбайт-128 Гбайт	1 Гбайт-64 Гбайт	4 Гбайт-128 Гбайт	4 Гбайт-64 Гбайт
Каналы (макс.)	2			4	
Скорость чтения/записи, Мбайт/с, макс.	50/40	300/150	470/250	510/160	510/250
Энергопотребление, Вт (макс.)	0,75 (5 В × 150 мА) 0,5 (3,3 В × 150 мА)	1,1 (3,3 В × 320 мА)	1,1 (3,3 В × 360 мА)	1,1 (3,3 В × 335 мА)	1,1 (3,3 В × 319 мА)
Датчик температуры	Нет	Стандартный диапазон температур: нет		Промышленный диапазон температур: да	
Буфер ОЗУ	Нет				
Функция iCell	Нет				
Функция TRIM	Нет				
Функция защиты	Да				
Функция S.M.A.R.T	Да				
Размеры (мм)	42,8 × 36,4 × 3,3	42,8 × 36,4 × 3,6	42,8 × 36,4 × 3,6	29,8 × 50,8 × 4,4	29,8 × 50,8 × 3,7
Условия работы/хранения	Вибростойкость: 20 G@7-2000 Гц. Ударостойкость: 1500 G@0,5 мс. Температура хранения: -55...+95 °С. MTBF: >3 млн часов				
Стандартный (0...+70 °С)	DC1M-XXXX41AC***	DECFA-XXXX07%C***	DECFA-XXXX06SC***	DEMSR-XXXX07%C*** DEMSR-XXXX06%C***	DEMSR-XXXX06SC*** DEMSR-XXXX07SC***
Промышленный (-40...+85 °С)	DC1M-XXXX41AW***	DECFA-XXXX07%W***	DECFA-XXXX06SW***	DEMSR-XXXX07%W*** DEMSR-XXXX06%W***	DEMSR-XXXX06SW*** DEMSR-XXXX07SW***
Пояснение	XXX = ёмкость (2 Гбайт=02G, 4 Гбайт=04G, 8 Гбайт=08G, 16 Гбайт=16G, 32 Гбайт=32G, 64 Гбайт=64G, 128 Гбайт=A28, 256 Гбайт=B56, 512 Гбайт=C12, 1Тбайт=01T). ***= конфигурация flash-памяти (внутренний контрольный код). %=тип flash-памяти				



Получить более подробную информацию можно обратившись в компанию «Сканти».


Отладочный комплект **Sitara ARM AM3517/05-Module**



SOM

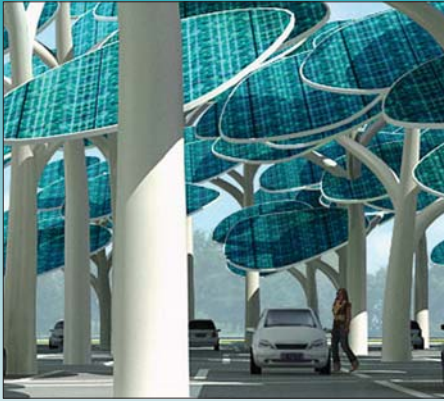




www.sauris.de

Микропотребляющие системные таймеры TPL5010, TPL5110



Всё большее распространение получают изделия с батарейным питанием или даже без такового — с питанием от солнечных элементов и иных экзотических источников энергии. Такие изделия предназначены для работы в режиме, при котором прибор большую часть времени «спит», периодически пробуждаясь на краткий промежуток времени, чтобы, например, передать некую информацию по радиоканалу. В таких изделиях время жизни батареи — одна из важнейших характеристик. Режим периодического пробуждения обычно осуществляется системным микроконтроллером, который периодически, по своему внутреннему таймеру, «просыпается», выполняет заданную программу и снова уходит в спящий режим. Но при работающем таймере микроконтроллер даже в спящем режиме потребляет ток до 10 мкА, что вносит достаточно существенный вклад в разряд батареи: такой ток разрядит батарею ёмкостью 0,1 А·ч за один год.



Для решения данной проблемы Texas Instruments предлагает новый класс устройств — системные таймеры, то есть микросхемы, с функцией периодического пробуждения системы. При этом микроконтроллер системы находится в спящем режиме, либо вообще не запитан, либо находится в абсолютно «спящем» режиме, с током потребления менее 1 мкА. Ток же потребления самого системного таймера крайне мал, — он составляет десятки наноампер.

В зависимости от требований разработчик может выбрать один из трех типов системных таймеров, имеющих, помимо функции пробуждения, ещё и ряд дополнительных функций.

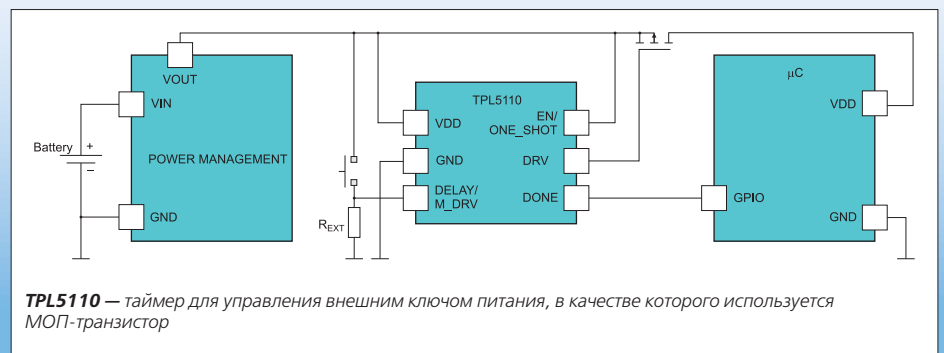
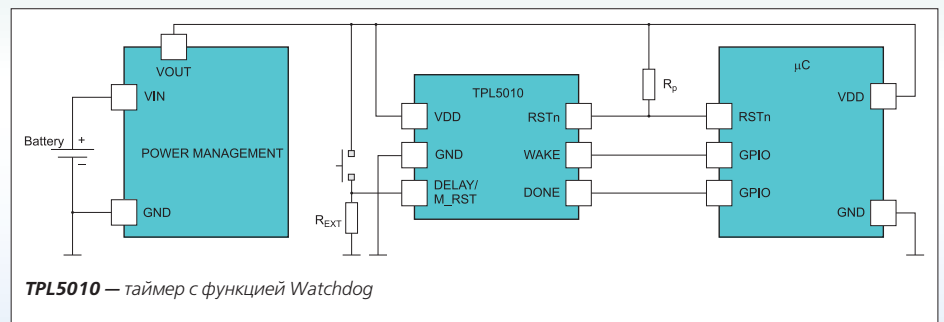
Все таймеры имеют вход DONE, на который поступает сигнал подтверждения от системного контроллера.

Интервал времени, генерируемый таймерами, может составлять от 100 мс до 2 часов — он определяется внешним резистором. Точность отработки временных интервалов — не хуже 1%.

Все таймеры имеют функцию ручного сброса и работают в широком диапазоне питающих напряжений — от 1,8 до 5,5 В. Потребляемый ток при напряжении 2,5 В не превышает 35 нА.

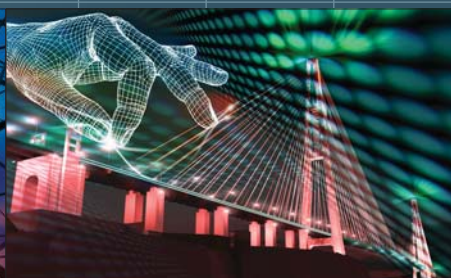
Таймеры выпускаются в корпусах SOT-23 размером 3×3 мм.

www.ti.com/product/TPL5010





3/2016



4/2016



1/2017

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

195027, Санкт-Петербург,
пр. Энергетиков, д. 10, лит А, 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

1/2017 ВМЕСТЕ В БОРЬБЕ ЗА ЛИДЕРСТВО!