

# Компоненты

2/2017

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
ПОЛНЫЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЙ

- SimpleLink™ SensorTag и dweet.io стр. 1
- Часто задаваемые вопросы по сопроцессору-ускорителю с низким энергопотреблением (LEA) стр. 5
- Динамики и интеллектуальные усилители: всё, что касается нижних частот стр. 16
- Передовые решения для считывания информации от TI стр. 19



Интеллектуальные датчики на базе микроконтроллера

Ускоритель с низким энергопотреблением (LEA)



### 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

#### Элли Хопкинс (Allie Hopkins)

SimpleLink™ SensorTag и dweet.io . . . . . 1

Часто задаваемые вопросы по сопроцессору-ускорителю  
с низким энергопотреблением (LEA). (SLAA720) . . . . . 5

#### Йибо Ю (Yibo Yu), Крис Оберхаузер (Chris Oberhauser)

Руководство по проектированию индуктивной сенсорной системы  
для применения в кнопках человеко-машинного интерфейса (ЧМИ).  
Часть 1. (SNOA961) . . . . . 9

### ■ Усилители, компараторы и ключи

#### Расселл Крейн (Russell Crane), Метью Кучич (Matthew Kucic)

Динамики и интеллектуальные усилители: всё, что касается нижних частот . . . . . 16

### ■ Датчики

Передовые решения для считывания информации от TI . . . . . 19

### ■ Беспроводные коммуникации

#### Педер Ранд (Peder Rand)

Как выбрать беспроводную технологию. . . . . 25

### ■ Управление питанием

Техническое руководство по Li-SOCl<sub>2</sub> (литий-тионилхлоридным)  
источникам тока. Часть 2 . . . . . 29



#### Тариг Чанг (Tarig Chang)

Увеличение ресурса элементов питания для систем интернета вещей . . . . . 36

### ■ Разное

Решения для современной бытовой техники. . . . . 39

### ■ Реклама

Первый 2-портовый 4-канальный десериализатор-концентратор CSI-2  
для более быстрых и универсальных систем ADAS . . . . . 14

Электромеханические бистабильные реле Gruner . . . . . 23



Компания GRUNER выпустила специальную  
малогабаритную версию 100-A реле 725ADR для систем АСКУЭ СНГ . . . . . 24



Бюджетный одноплатный компьютер  
для производителей встраиваемых систем . . . . . 35



Компания Сканти – официальный дистрибьютор  
Realtek Semiconductor . . . . . 38



### От редакции:

Все вопросы и пожелания можно адресовать на наш сайт [www.scanti.com](http://www.scanti.com)  
в разделе «Бюллетень «Компоненты TI» или прислать по адресу [bulletin@scanti.com](mailto:bulletin@scanti.com)

Элли Хопкинс (Allie Hopkins)

## SimpleLink™ SensorTag и dweet.io

Мы были весьма обрадованы, когда специалисты группы SimpleLink™ SensorTag из Texas Instruments сказали, что хотят добавить поддержку dweet.io в своё приложение для смартфонов (smartphone app). SensorTag – один из самых надёжных и удобных для разработчика «Интернета вещей» (IoT) комплектов проектирования, с которым мы когда-либо имели дело. А с dweet.io макетирование с помощью комплекта SensorTag станет ещё проще.

### Что такое dweet.io?

В двух словах, dweet.io – это Twitter для машин. Это платформа, которая позволяет «вещам» в «Интернете вещей» публиковать свои данные, помещая их в облако. В свою очередь, другие «вещи» или приложения могут подписываться на эти данные. Для разработчика dweet – это основанный на протоколе HTTP (RESTful) уровень API для всего подключённого аппаратного обеспечения. С ним вы можете создавать, моделировать

и развёртывать свои IoT-приложения на любой платформе. Фактически вы можете в большей степени сосредоточиться на прикладных решениях и пользовательских проблемах и меньше думать об инфраструктуре «Интернета вещей».

### Краткий курс обучения

Рассмотрим вкратце, как загрузить ваши данные SensorTag в dweet.io. Первое, что нужно, – это послед-

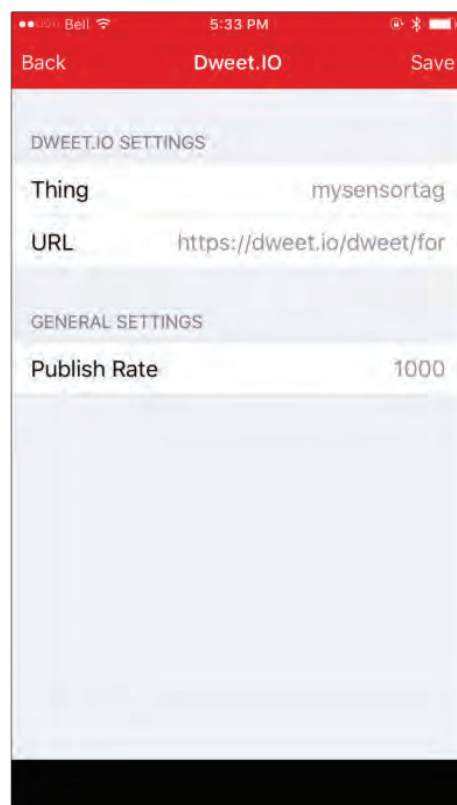
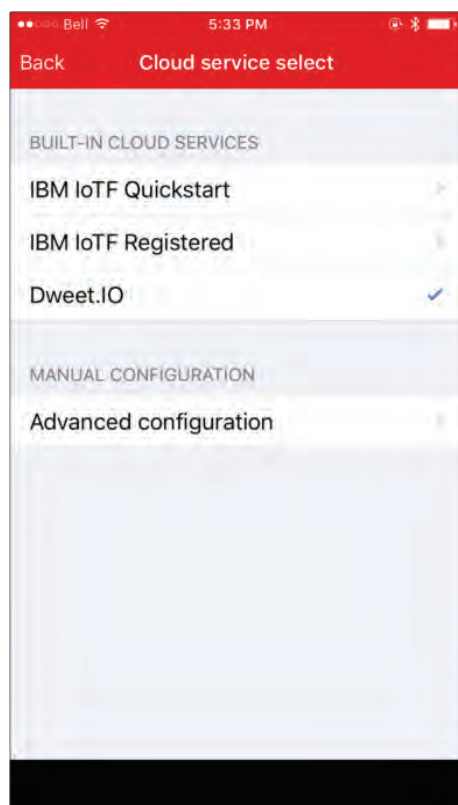


Рисунок 1. Приложение SensorTag осуществляет поиск устройств Bluetooth® Smart

Рисунок 2. Выбор dweet.io

няя версия приложения SensorTag app. Это приложение использует *Bluetooth® Smart* для подключения вашего телефона к комплекту SensorTag и работает в качестве интернет-шлюза, отправляя ваши данные в облако (dweet). Убедитесь в том, что SensorTag у вас включён.

## Запуск приложения

Убедитесь в том, что в вашем телефоне разрешено использование *Bluetooth®*. В первом окне вы должны увидеть свой SensorTag в списке устройств *Bluetooth®* (рисунок 1).

Выберите свой SensorTag и «Sensor View» во всплывающем окне. Вы получите окно просмотра сигналов с выходов датчиков своего SensorTag в реальном времени. Эти данные мы хотим отправить в облако. По умолчанию облачная конфигурация приложения настроена на IBM Bluemix, поэтому нам нужно изменить конфигурацию на dweet.io. Щёлкните на ячейке просмотра облака, чтобы войти в конфигурацию. После этого выберите редактирование. В списке встроенных облачных служб выберите dweet.io (рисунок 2).

После этого вы увидите, что вам присвоено «имя вещи» (Thing) для dweet.io. В dweet.io имя вещи – это то же, что имя пользователя в Twitter. Это просто способ однозначно идентифицировать ваше издание или устройство. Поскольку мы используем бесплатный сервис dweet.io, все ваши данные доступны для просмотра кем угодно. Если вы хотите защитить их, можете купить замок. Ваше имя вещи также не защищено – то есть кто угодно может записывать туда, пока вы его не закроете для доступа. Поэтому я рекомендую вам изменить имя вещи, которое было вам присвоено по умолчанию, на что-нибудь своё (я использовал просто «mysensortag» (рисунок 3)).

Теперь щёлкните «save» (сохранить) и вернитесь на страницу просмотра датчиков. Убедитесь в том, что переключатель «загрузить в облако» находится в состоянии «вкл.», и на этом настройка заканчивается. Вы можете наблюдать за тем, что загружается в облако, в реальном времени, если перейдете по ссылке <http://dweet.io/>

follow/ваше-имя-вещи в любом браузере. Вместо «ваше-имя-вещи» нужно подставить имя, которое вы строили в приложении.

Можно переключать просмотр между наблюдением необработанных значений и визуальным представлением. Как видите, приложение dweet отправляет в облако данные SensorTag, такие как показания вашего акселерометра, скорости, высоты, температуры и ориентации. Иными словами, приложение загружает данные вашего SensorTag в dweet.io для открытого доступа. Любое другое устройство может подписаться и отслеживать поток данных вашего устройства с помощью API-интерфейса dweet.io (или просто набрав вышеуказанный URL, если оно знает ваше имя вещи).

## Но это ещё не всё!

В помощь разработчику платформа Bug Labs предоставляет веб-приложение визуализации с открытым исходным кодом под названием freeboard™. Панели freeboard – это легко конфигурируемые информационные панели, которые позволяют вам выводить на индикацию сочетание «вещей» и доступных по сети данных в реальном времени. Информационные панели помогают принимать лучшие проектные решения, наблюдать и понимать поведение вещей, обнаруживать тенденции и быстро выявлять проблемы. Многие наши заказчики используют информационную панель в качестве

основного приложения конечного пользователя, например, приложения управления парком транспортных средств (определения места, скорости, направления движения), температуры в общественном бассейне и предоставления информации о качестве воздуха.

## Начало работы с информационной панелью freeboard

Freeboard открыта для использования всеми, пока вы не решили сделать свои информационные панели приватными. После того как вы зарегистрировались, выберите «Create New» («Создать новую») и присвойте имя своей первой информационной панели freeboard. Информационная панель freeboard имеет три составляющие:

- Виджеты, которые могут быть с различными типами визуализации
- Окна, которые являются панелями вывода, содержащими один или несколько виджетов (например, скорость и направление движения)
- Источники данных, которые являются потоками данных, поступающими на вашу информационную панель для визуализации. Источниками данных могут быть физические устройства, поддерживающие связь друг с другом с помощью dweet, или любые доступные через Интернет API-интерфейсы с поддержкой JSON. Информационная панель Freeboard по умолчанию под-

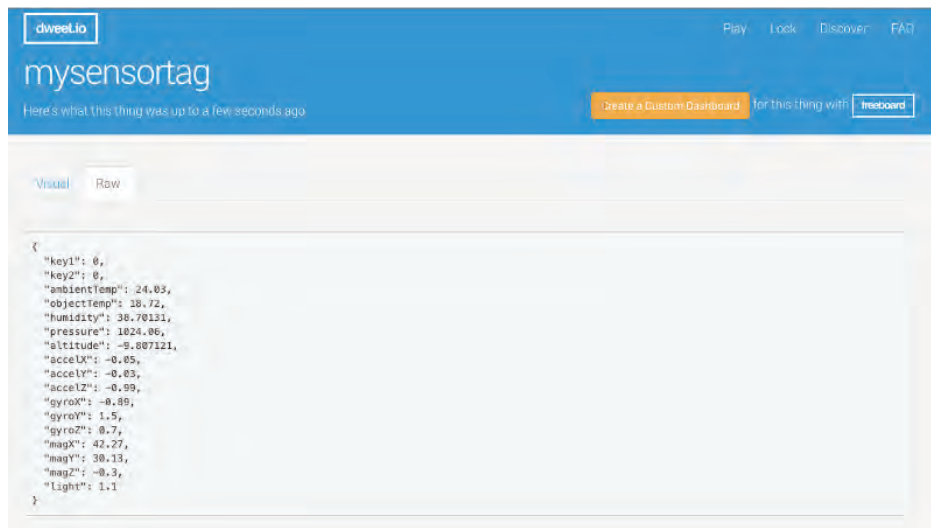


Рисунок 3. Имя вещи для dweet.io

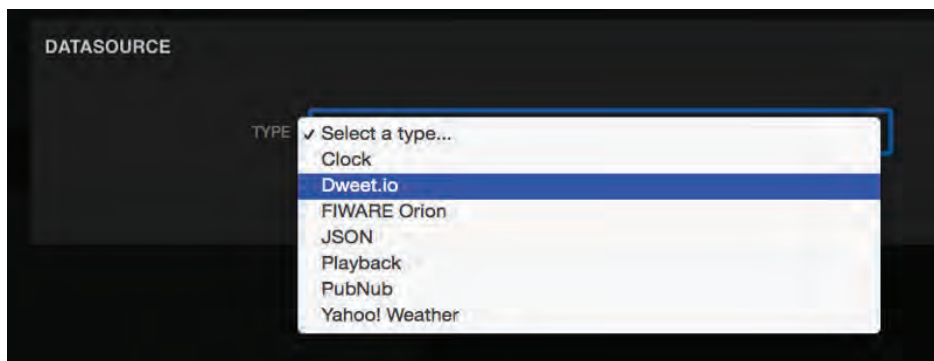


Рисунок 4. Выбор dweet.io в качестве типа вашего источника данных

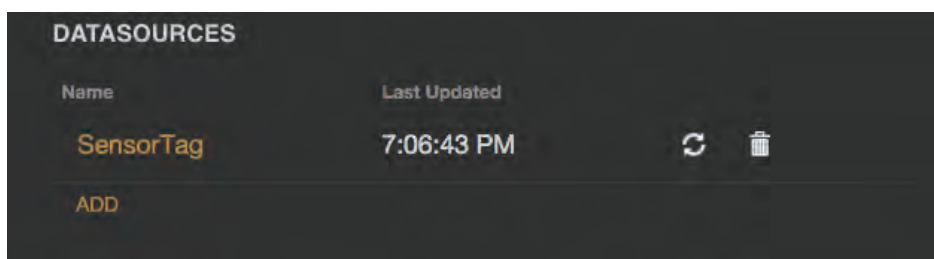


Рисунок 5. Ваш SensorTag подключен!

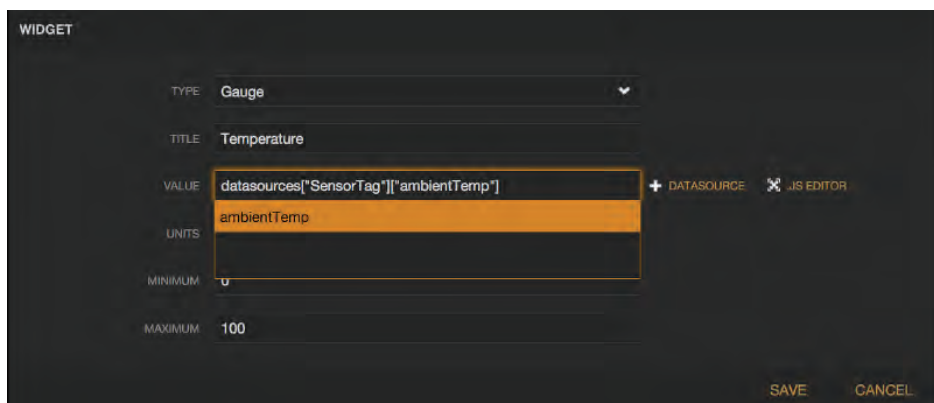


Рисунок 6. Настройка виджета

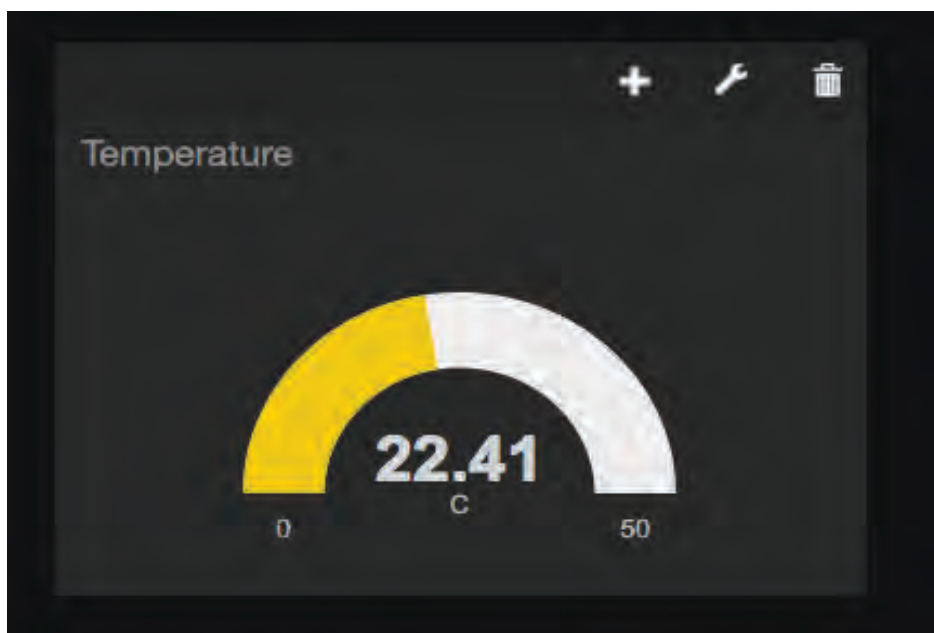


Рисунок 7. Настройка виджета

держивает несколько источников данных, или же вы можете добавить свои собственные.

## Шаг 1: добавление источника данных

После того как вы создали новую информационную панель, вы увидите чистое поле и панель конфигурации сверху. Прежде чем добавлять окна в свою информационную панель, мы должны добавить хотя бы один источник данных (рисунок 4). Щёлкните «add» («добавить») под источниками данных и выберите в качестве типа dweet.io.

После этого присвойте имя этому источнику данных dweet.io, например «SensorTag». В качестве имени вещи необходимо использовать то имя, которое приложение использует для вашего SensorTag. В моем случае это mysensortag. Поскольку мы используем открытый уровень dweet.io, никакого значения key (ключа) нет, и можно оставить это поле пустым.

После нажатия «save» («сохранить») вы увидите имя своего источника данных вверху панели. О том, что ваш источник данных работает, вы узнаете по времени его последнего обновления (рисунок 5).

## Шаг 2: добавление панелей и виджетов

Теперь, когда у вас есть по крайней мере один источник данных, вы можете приступить к добавлению панелей и виджетов. Панель – это окно, которое вы можете перемещать по своей информационной панели, помещая его в любое удобное место. Панели могут содержать один или несколько виджетов, обычно сгруппированных логически.

Чтобы начать, щёлкните «add pane» («добавить окно»). Вы увидите, что окно имеет строку меню сверху. Для добавления виджетов в окно щёлкните «+» и выберите свой тип. Нашим первым виджетом будет датчик температуры (рисунок 6).

Конфигурирование виджета включает в себя выбор источника данных (в нашем случае имеется только один источник), после чего вы должны

выбрать, какие ключевые значения из этого источника данных вы хотите выводить.

Сначала добавьте свой источник данных в первое поле ввода, щёлкнув «+ datasource». После этого вы можете выбирать пары ключевых значений в выпадающем списке. Выберите температуру окружающей среды. Установите в качестве единиц измерения градусы Цельсия – С. Я задал максимальное значение диапазона 50 (рисунок 7).

И всё! Вы настроили свой первый виджет.

Попробуйте повторить эти действия для других типов виджетов и значений источников данных. Я настроил текстовый виджет с графиком

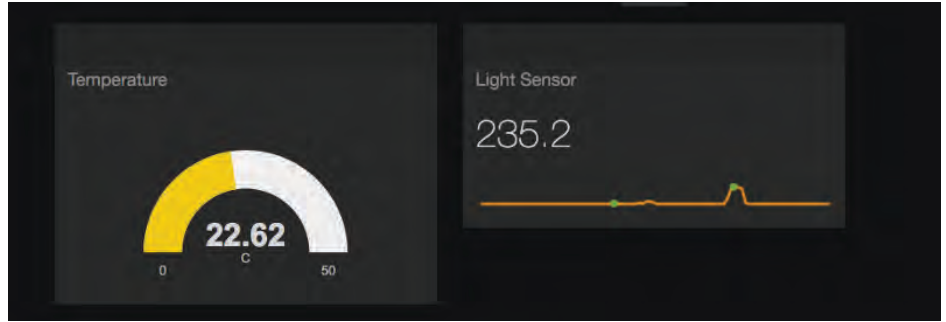


Рисунок 8. Виджет с графиком типа «спарклайн» для датчика света

типа «спарклайн» для датчика света (рисунок 8). Эту простую информационную панель я настроил за 2 минуты.

Мы в восторге от того, что наши инструменты стали доступны для ком-

плекта SimpleLink SensorTag корпорации Texas Instruments. Мы считаем, dweet.io и панели freeboard помогут вам ускорить разработку, потому что пользоваться ими очень легко. Удачи в макетировании!

## BQ21040 – полнофункциональное зарядное устройство в корпусе SOT-23

Микросхема BQ21040 представляет собой линейное зарядное устройство для одноэлементных Li-Ion и Li-Pol аккумуляторов. Размещённое в корпусе SOT23-6, оно является компактным ЗУ, обеспечивающим все необходимые функции, включая слежение за температурой элемента и индикацию состояния.

Микросхема обеспечивает как заряд батареи, так и питание системы, а также одновременное выполнение обеих этих функций.

ЗУ обеспечивает три фазы заряда: предварительный заряд для восстановления сильно разряженной батареи, бы-

стрый заряд при постоянном значении тока и поддержание постоянного напряжения после окончания заряда.

Микросхема BQ21040 предназначена для работы от USB-разъёма или аналогичного адаптера. При входном напряжении более 6,5 В срабатывает защита, и микросхема отключается. Кроме того, микросхема BQ21040 имеет все остальные виды защиты: от перегрева батареи, от перегрузки по току, по таймеру. Микросхема также контролирует наличие или отсутствие аккумулятора.

### Основные характеристики:

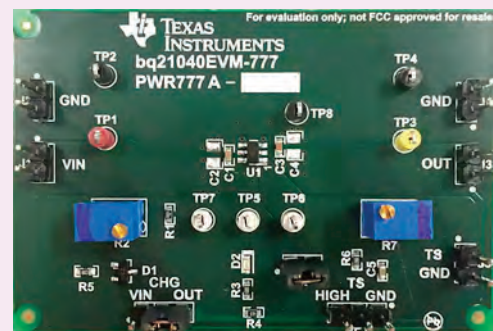
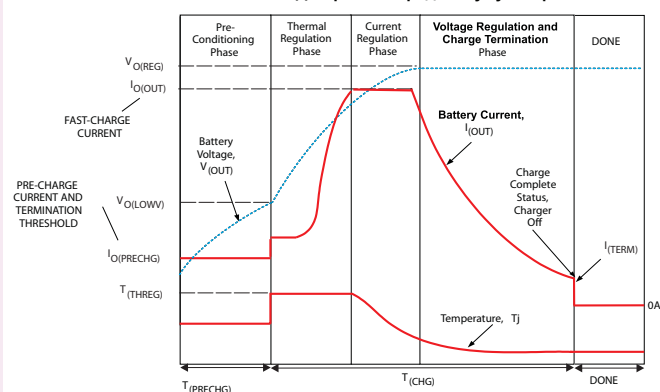
- входное рабочее напряжение до 6,5 В. Защита от перенапряжения – до 30 В;
- ток заряда до 0,8 А. Его значение задаётся внешним резистором;
- рабочее напряжение аккумулятора 4,2 В;
- точность поддержания режимов: по напряжению – 1%, по току – 10%;
- таймер безопасности на 10 часов;
- индикатор состояния «Заряд-готово».

Микросхема BQ21040 предназначена для применения в портативных приборах с питанием от аккумуляторов.

Имеется отладочная плата: <http://www.ti.com/tool/bq21040evm-777>



Схема применения BQ21040



# Часто задаваемые вопросы по сопроцессору-ускорителю с низким энергопотреблением (LEA)

Данная статья даёт ответы на часто задаваемые вопросы, касающиеся модуля ускорителя с низким энергопотреблением (LEA), предназначенного для обработки сигналов в микроконтроллерах MSP430™ с ферроэлектрическим ОЗУ (FRAM). Здесь рассказывается, как начать работу с устройствами, которые поддерживают модуль LEA, и как его использовать для эффективной обработки сигналов, умножения матриц и выполнения других операций.

## Что такое ускоритель с низким энергопотреблением (LEA) для обработки сигналов?

Модуль LEA – это 32-разрядный аппаратный ускоритель, который является новинкой для семейства микроконтроллеров MSP430 с FRAM-памятью. Ускоритель может выполнять обработку сигналов, умножение матриц и другие специфические операции, такие как расчёт КИ, БИ характеристик и БПФ, которые обычно требуют большого времени и энергии для расчёта во время выполнения приложения. Модуль LEA – это сопроцессор с низким энергопотреблением, который выполняет операции без помощи ЦП и генерирует прерывание, когда операция завершена. Семейство микроконтроллеров MSP430FR599x имеет общий объём статического ОЗУ 8 кбайт, из которых 4 кбайт используются совместно с модулем LEA для ввода/вывода данных и хранения параметров. Сопроцессор работает на основе команд, которые задаются при установке конфигурации. Эти команды являются указателями на буферы ввода или вывода запоминающего устройства и тип операции. Команды LEA используются в библиотеке цифровой обработки сигналов MSP для

наиболее эффективного и простого выполнения операций. Подробнее смотрите вопрос «Где запускается модуль LEA?». Подробнее об аппаратном обеспечении LEA и семействе микроконтроллеров MSP430FR599x смотрите [«Руководство пользователя по семействам микроконтроллеров MSP430FR58xx, MSP430FR59xx, MSP430FR68xx и MSP430FR69xx»](#).

## Поддерживает ли модуль LEA операции с числами с плавающей запятой?

Модуль LEA поддерживает и 16-разрядные, и 32-разрядные операции с числами с фиксированной запятой – как с вещественными, так и с комплексными.

## Какие устройства поддерживают модуль LEA?

В настоящее время модуль LEA поддерживается семейством микроконтроллеров MSP430FR599x, в будущем планируется распространить его поддержку и на другие устройства. Подробнее о семействе микроконтроллеров MSP430FR599x можно узнать, посетив [страницу MSP430FR5994 в сети Интернет](#).

## Какие преимущества с точки зрения рабочих характеристик даёт модуль LEA? Какие данные можно взять для сравнения?

Модуль LEA обладает преимуществами по сравнению с алгоритмами программной обработки сигналов на векторной основе, которые реализуются без ускорителя. Модуль LEA, с одной стороны, обладает более высокой энергоэффективностью, а с другой стороны, требует намного меньше тактов для выполнения разнообразных алгоритмов обработки сигналов. С результатами сопоставительного анализа можно ознакомиться в [«Сопоставительном анализе возможностей обработки сигналов ускорителя с низким энергопотреблением в микроконтроллерах MSP430™. Установление нового стандарта рабочих характеристик микроконтроллеров при минимизации энергопотребления»](#), где на хорошем уровне исследуется вопрос, как преимущества в рабочих характеристиках модуля могут трансформироваться в улучшение рабочих характеристик всей системы в целом.

## Как запускается модуль LEA?

Доступ к операциям, выполняемым модулем LEA, можно осуществить с помощью библиотеки [цифровой обработки сигналов \(DSP\) для микроконтроллеров MSP](#), позволяющей выполнять их просто и эффективно. Следующие несколько вопросов ка-

саются того, как начать работать с модулем LEA с помощью библиотеки цифровой обработки сигналов MSP.

## Что такое библиотека цифровой обработки сигналов MSP?

Библиотека цифровой обработки сигналов (DSP), разработанная корпорацией Texas Instruments (TI), – это набор высоко оптимизированных функций для выполнения многих широко используемых операций обработки сигналов с числами с фиксированной запятой для микроконтроллеров MSP430. Этот набор функций обычно используется в приложениях, в которых преобразования, требующие большого объема обработки, выполняются в реальном времени при минимальных затратах энергии и с очень высокой точностью. Оптимальное использование этой библиотеки аппаратным обеспечением устройств семейства MSP для выполнения математических операций с числами с фиксированной запятой позволяет получить значительный выигрыш в рабочих характеристиках.

Библиотека цифровой обработки сигналов для микроконтроллеров MSP (DSPLib), которая доступна для всех микроконтроллеров MSP, автоматически выбирает и использует модуль LEA для соответствующих функций. Эта библиотека также содержит макросы предпроцессора, помогающие использовать модуль LEA путём автоматического размещения структур данных DSPLib в памяти с правильным выравниванием. Подробнее о функциональных возможностях библиотеки DSP, таких как макросы предпроцессора и другие функции, смотрите [Руководство по интерфейсу прикладных программ библиотеки цифровой обработки сигналов MSP](#).

## Как установить DSPLib и графический интерфейс пользователя DSPLib?

Вы можете установить пакет DSPLib и графический интерфейс пользователя DSPLib различными способами. Зайдите на [страницу библиотеки цифровой обработки сигналов MSP](#)

или воспользуйтесь последней версией программного обеспечения [MSP430Ware™](#).

На домашней странице библиотеки цифровой обработки сигналов MSP выберите «Get Software», а затем выберите утилиту установки DSPLib для нужной операционной системы.

Другой способ получить доступ к библиотеке DSPLib для MSP – воспользоваться пакетом программного обеспечения [MSP430Ware™](#). Загрузите MSP430Ware для рабочей панели с домашней страницы MSP430Ware и установите это программное обеспечение в директорию интегрированной среды разработки Code Composer Studio™ или загрузите это программное обеспечение из центра приложений (App Center) интегрированной среды разработки Code Composer Studio. Если у вас CCS версии 6.2 или более поздней, доступ к MSP430Ware осуществляется с помощью нового средства просмотра ресурсов «Resource Explorer», встроенного в CCS.

После того как установка завершена, выберите «View» вверху окна, затем «Resource Explorer» и найдите MSP430Ware. Далее выберите «Libraries» → «DSPLib» и ознакомьтесь с предлагаемыми возможностями. Среди типовых проектов в библиотеке DSPLib есть различные примеры, в которых используется модуль LEA при компиляции для определённого микроконтроллера семейства MSP430FR599x. Запустите графический интерфейс пользователя DSPLib, выбрав «DSPLib GUI», и приступайте к разработке и созданию структур фильтров с коэффициентами и их экспорту в виде кода на языке C для использования в приложении.

## Где найти примеры, демонстрирующие возможности модуля LEA?

Такие примеры имеются в пакете библиотеки цифровой обработки сигналов MSP. Эта библиотека входит в программное обеспечение MSP430Ware начиная с версии 3.60. Примеры для библиотеки цифровой обработки сигналов MSP можно

найти в директории «MSP430Ware> Libraries>DSPLib>Example Projects». Вы также можете получить доступ к примерам в режиме онлайн, воспользовавшись интернет-версией средства просмотра ресурсов TI – [TI Resource Explorer](#). Так как библиотека цифровой обработки сигналов MSP использует модуль LEA всегда, когда он доступен в конкретном устройстве, пользователю не нужно вручную давать команду библиотеке DSP на использование модуля LEA. Библиотека DSP сделает это за вас, обеспечивая быструю и эффективную обработку сигналов.

## Если привыкли использовать Python или Matlab для создания своих фильтров?

Библиотека цифровой обработки сигналов MSP содержит различные примеры, написанные на Python и Matlab, которые могут помочь вам получить различные коэффициенты фильтров. Войдите в директорию, где установлена ваша библиотека цифровой обработки сигналов MSP, и найдите папку «scripts». В этой папке содержатся скрипты как на Matlab, так и на Python, которые написаны, чтобы помочь вам создавать свои собственные фильтры. Узнать подробнее о том, какие пакеты для Matlab и Python необходимы для поддержки этих скриптов, можно в [Руководстве по интерфейсу прикладных программ библиотеки цифровой обработки сигналов MSP](#).

## Как использовать модуль LEA в своей программе?

По умолчанию библиотека цифровой обработки сигналов MSP проверяет файл заголовка устройства, с которым работает, и разрешает использовать модуль LEA интерфейсам прикладных программ, которые поддерживают модуль LEA. Если модуль LEA доступен, интерфейсы прикладных программ настраивают и включают возможность использования модуля LEA, а затем отключают его по окончании вызова функции. Чтобы определить, использует ли



та или иная функция модуль LEA, см. [Руководство по интерфейсу прикладных программ библиотеки цифровой обработки сигналов MSP](#). В обоих этих источниках указывается, используется или нет модуль LEA каждым из интерфейсов прикладных программ.

Перед использованием интерфейсов прикладных программ DSPLib выполните следующее:

1. Укажите входной и выходной векторы и выровняйте векторы, размещённые в совместно используемой области статического ОЗУ модуля LEA объемом 4 кбайт.
2. Задайте параметры для выбранной функции или функций.
3. Вызовите нужную функцию для исполнения.

На первом этапе укажите точки входа и выхода в памяти, выделив массив, в котором они должны располагаться в пределах совместно используемой области статического ОЗУ модуля LEA объемом 4 кбайт. Это можно сделать с помощью макроса DSPLIB\_DATA, имеющегося в библиотеке DSPLib. Например, чтобы выделить память для 256-точечного комплексного БПФ, входной массив данных должен состоять из 256 вещественных чисел размером в одно

слово и 256 комплексных чисел размером в одно слово, что в сумме даёт 512 слов (1024 байта). Поэтому следует использовать следующий фрагмент кода:

```
#define SAMPLES 256
DSPLIB_DATA (input, MSP_ALIGN_
CMPLX_FFT_Q15 (SAMPLES)) _q15 input
[SAMPLES*2];
```

Здесь `MSP_ALIGN_CMPLX_FFT_Q15(SAMPLES)` – это макрос, который помогает автоматически рассчитать выравнивание для 16-разрядного комплексного БПФ на основании количества отсчётов. Углублённые примеры, касающиеся правильного выравнивания данных для других функций в библиотеке цифровой обработки сигналов MSP, смотрите среди примеров, которые содержатся в библиотеке цифровой обработки сигналов MSP, а также в Руководстве по интерфейсу прикладных программ.

После того как приложение выделило требуемую память, необходимо задать параметры для выбранной функции. Эти параметры могут быть разными, в зависимости от функций, и описываются в Руководстве по интерфейсу прикладных программ

библиотеки цифровой обработки сигналов MSP.

После того как соответствующие параметры заданы, вызовите выбранную функцию, а библиотека позаботится об остальном и вернёт результат.

## Как получить свои собственные коэффициенты фильтра с помощью графического интерфейса пользователя DSPLib?

Чтобы получить коэффициенты фильтра, откройте графический интерфейс пользователя DSPLib, рассчитайте фильтр в панели «Design» в левой части экрана, после чего перейдите к пункту «File → Export Filter» в выпадающем меню сверху. Файлы с расширениями «.c» и «.h» создаются в указанном месте с именем, указанным в панели расчёта. Простой способ проектирования фильтра в графическом интерфейсе пользователя DSPLib заключается в том, что просто выбирается готовый фильтр в выпадающем меню примеров фильтров «Example Filters» (рисунок 1).

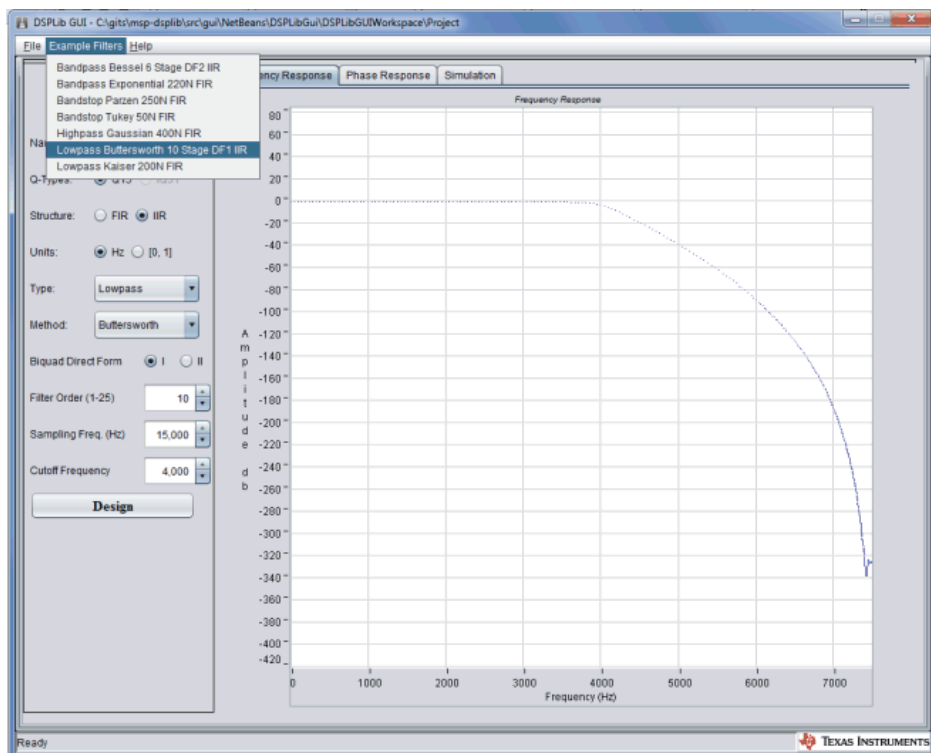


Рисунок 1. Выбор готового БИХ-фильтра Баттерворта нижних частот в графическом интерфейсе пользователя DSPLib

## Как применить коэффициенты, которые были получены в графическом интерфейсе пользователя DSPLib, в моём коде?

Чтобы использовать коэффициенты фильтра в своём коде, экспортируйте фильтр из графического интерфейса пользователя DSPLib с помощью выпадающего меню «File → Export Filter» вверху, а затем откройте типовой проект из библиотеки DSPLib. Щёлкните на проекте правой кнопкой мыши, выберите «add files» (добавить файлы), добавьте созданные файлы вида «имя\_фильтра.c» и «имя\_фильтра.h», а затем добавьте строку `#include «имя_фильтра.h»` в свой исходный код (рисунок 2). После этого вы сможете ссылаться на созданные коэффициенты под именем «имя\_фильтра».

## Что ещё может предложить Texas Instruments для повышения привлекательности использования модуля LEA, например базовые решения, подобные «TI Designs»?

Корпорация TI всегда предлагает набор примеров приложений под названием «TI Designs», чтобы проиллюстрировать разнообразие своих технологий. В случае семейства микроконтроллеров MSP430FR599x Texas Instruments в настоящее время предлагает следующие примерные разработки «TI Designs» и планирует расширить этот ряд.

[Базовое решение для фильтрации и обработки сигналов с помощью микроконтроллера MSP430 с ферроэлектрическим ОЗУ](#) от TI иллюстрирует рабочие характеристики ускорителя с низким энергопотреблением (LEA) в микроконтроллерах (MCU) MSP430 с FRAM при выполнении сложной фильтрации и обработке сигналов с поддержанием энергопотребления 16-разрядного микроконтроллера на сверхнизком уровне. Модуль LEA обеспечивает ускорение в 13,8 раза по сравнению с традиционной реализацией 256-точечного комплексного БПФ на языке C. Модуль LEA также обеспечивает КИХ-фильтрацию в ре-

альном времени при высокой частоте дискретизации аудиосигналов, равной 20 кГц.

Базовое решение от TI [«Моделирование ЭСППЗУ и считывание данных с помощью микроконтроллеров MSP430 с FRAM»](#) описывает реализацию моделирования ЭСППЗУ с помощью технологии ферроэлектрического ОЗУ (FRAM) на микроконтроллерах (MCU) MSP430 в сочетании с дополнительными возможностями сбора данных от датчиков, которые могут быть применены при использовании микроконтроллера. Базовое решение поддерживает и интерфейс I<sup>2</sup>C, и интерфейс SPI главного процессора с адресацией нескольких подчинённых устройств.

По мере появления других разработок TI, которые поддерживают модуль LEA, они будут становиться доступны на [сайте TI Designs](#).

## Куда обратиться, если остались вопросы по модулю LEA?

Если у вас есть другие вопросы по модулю LEA, попробуйте поискать ответы на форумах сообщества инженеров [TI E2E™](#). Существует специальный форум E2E по микроконтроллерам MSP, где обсуждаются вопросы, связанные с MSP. Помимо сообщества пользователей MSP, которые много знают и с удовольствием помогают в решении проблем, в корпорации TI

имеется группа инженеров MSP, специально выделенная для поддержки таких устройств, в задачу которой входит предоставление вам оперативного и содержательного ответа на поставленный вопрос. Перейдите по ссылке [www.e2e.ti.com/support/microcontrollers/msp430/](http://www.e2e.ti.com/support/microcontrollers/msp430/).

## Сколько энергии или тактов потребуется для выполнения функции с помощью модуля LEA?

В целом модуль LEA работает эффективнее и быстрее при выполнении различных алгоритмов обработки сигналов, чем программно реализованные алгоритмы как на 16-разрядных, так и на некоторых 32-разрядных платформах. В [Сопоставительном анализе возможностей обработки сигналов ускорителя с низким энергопотреблением в микроконтроллерах MSP430™](#) перечислены интерфейсы прикладных программ, а также приведена формула для расчёта времени, которое занимает расчёт функции модулем LEA. Помните, что при каждом расчёте есть небольшой объём служебных операций, требующихся для включения и отключения модуля LEA.

## Литература

Полная информация приведена в документе [SLAA720](#).

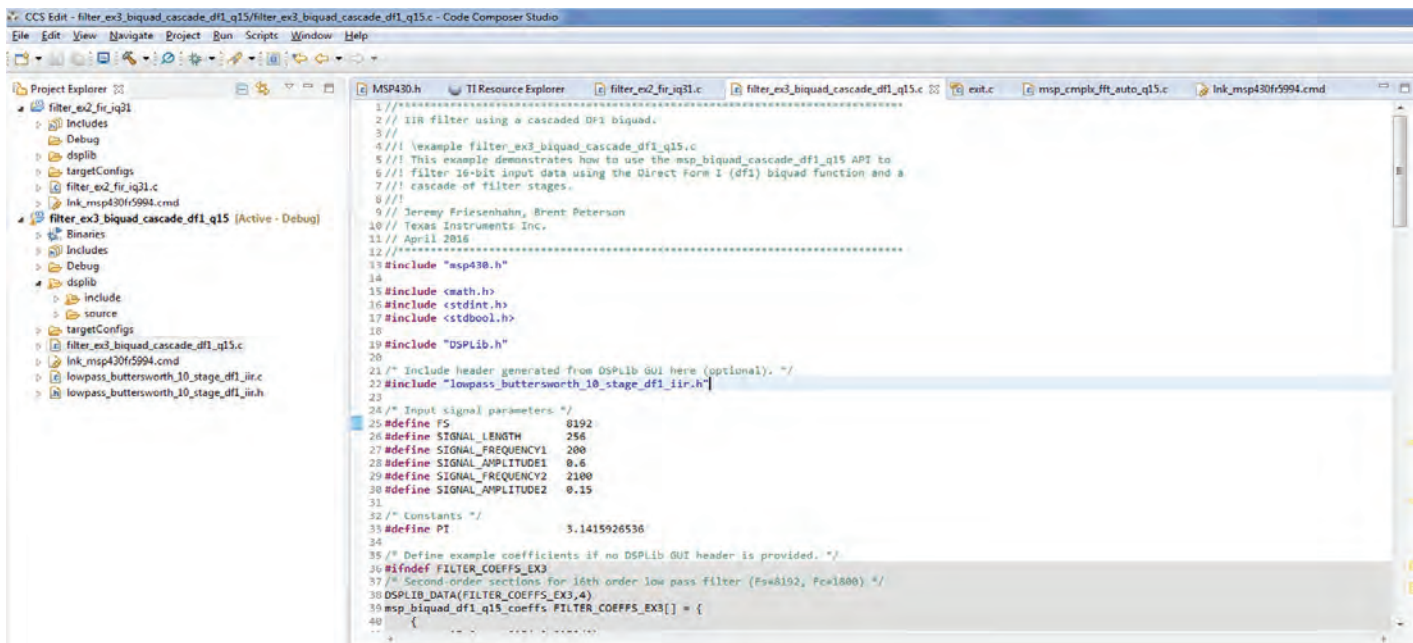


Рисунок 2. Включение созданного фильтра в примерный проект в среде CCS DSPLib

Йибо Ю (Yibo Yu), Крис Оберхаузер (Chris Oberhauser)

# Руководство по проектированию индуктивной сенсорной системы для применения в кнопках человеко-машинного интерфейса (ЧМИ)

Часть 1

Данное руководство по проектированию индуктивной сенсорной системы содержит общее описание типовой конструкции сенсора и электрической схемы сенсора для применения в кнопках человеко-машинного интерфейса (ЧМИ). Рассматриваются несколько факторов, которые влияют на чувствительность кнопок, включая выбор металла, форму сенсора, зависимость чувствительности от расстояния между рабочей поверхностью кнопки и индуктивным элементом и механическую изоляцию. Перечислены требования к электрическим параметрам гибкого сенсора на печатной плате и факторы, которые необходимо учитывать, чтобы добиться оптимальной чувствительности. Также предложены два варианта широко используемых конфигураций слоёв индуктивных сенсорных кнопок.

## Конструкция

Реализация эффективного решения для индуктивных сенсорных кнопок требует соответствующей конструкции системы и согласования с ней конструкции сенсора. Конструкция должна также учитывать свойства материала, форму кнопки и монтаж и конструкцию самого сенсора. В следующих ниже разделах рассматривается каждый из этих вопросов.

### Принцип действия

Рассмотрим плоскую металлическую пластинку, удерживаемую на некотором фиксированном расстоянии

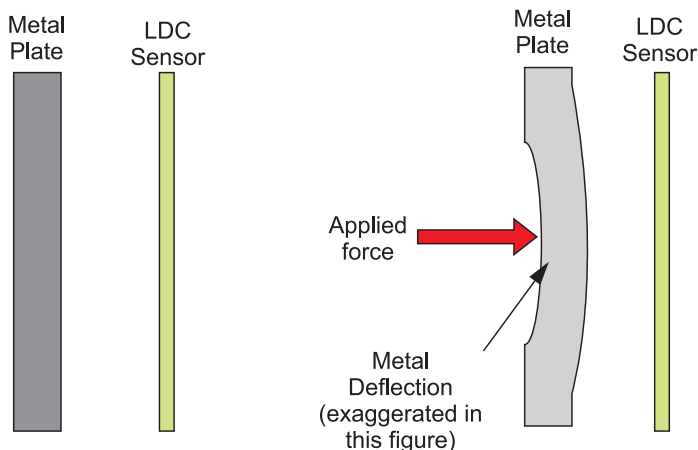


Рисунок 1. Прогиб металла

от сенсора в виде индуктивного элемента, как показано на рисунке 1. Если на металлическую пластинку воздействует сила, металл слегка деформируется. Например, при силе в 1 Н, что приблизительно соответствует весу компьютерной мышки, алюминиевая пластинка толщиной 1 мм и размером 15×15 мм деформируется примерно на 0,2 мкм. Эта деформация перемещает противоположную сторону пластинки ближе к сенсору LDC (преобразователь индуктивности в цифровой сигнал). Если воздействующее усилие снимается, пластинка возвращается в своё изначальное недеформированное состояние.

Если проводящий материал находится вблизи индуктивности, магнитное поле будет создавать циркулирующие вихревые токи на поверхности проводника. Вихревые токи зависят от расстояния, размера и состава проводника. Если проводник отклоняется в сторону индуктивности, как показано на рисунке 1, вихревые токи будут сильнее.

Вихревые токи создают своё собственное магнитное поле, которое противодействует изначальному полю индуктивного элемента. Этот эффект уменьшает индуктивность системы, что приводит к повышению частоты сенсора. Если проводящая рабочая поверхность приближается к сенсору, электромагнитная связь между ними становится сильнее. В результате изменение частоты сенсора также увеличивается.

### Конструкция кнопки

На основе вышеизложенного принципа мы можем сконструировать сочетание металлической пластинки и сенсора, которое может работать как кнопка. Поскольку чувствительность сенсора возрастает с приближением рабочей поверхности, проводящую пластинку следует расположить достаточно близко к сенсору – обычно на расстоянии 10% от диаметра сенсора. На таком близком расстоянии устройство LDC способно надёжно измерять прогиб размером 0,2 мкм. При малых прогибах величина прогиба приблизительно пропорциональна приложенной силе.

Для надёжного интерфейса необходимо контролировать расстояние между сенсором и рабочей поверхностью так, чтобы случайные движения не воспринимались как нажатия кнопки. На рисунке 2 показано, как сенсоры могут крепиться на внутренней поверхности так, чтобы

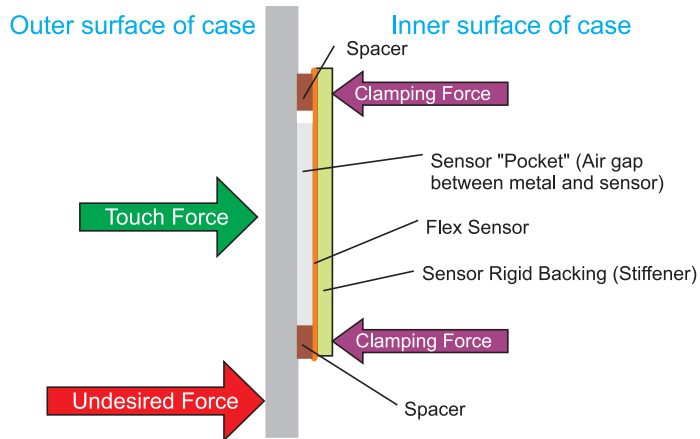


Рисунок 2. Конструкция кнопки с металлической рабочей поверхностью и сенсором на печатной плате

только силы прикосновения вызывали прогиб в направлении сенсора и никакие другие силы не вызывали прогиба в направлении сенсора, который мог бы быть воспринят как нажатие кнопки.

Если сенсор выполнен из жёсткого материала печатной платы, такого как FR4, то жёсткая подкладка не нужна.

### Механический прогиб

LDC2112/LDC2114 измеряет изменение собственной частоты LC-резонатора сенсора. На рисунке 3 показано изменение частоты в зависимости от прогиба металла на примере гибкого сенсора на печатной плате. Номинальное расстояние между металлической рабочей поверхностью и сенсором составляет 150 мкм. Из графика видно, что изменение частоты происходит приблизительно линейно при малых прогибах металла.

Чтобы спроектировать систему индуктивных сенсорных кнопок, рекомендуется получить зависимость прогиба от силы, воздействующей на поверхность кнопки. Часто такую зависимость проще найти путём создания механической модели и моделирования её работы. Это нужно для того, чтобы гарантировать, что имеется достаточный прогиб для требуемого порогового значения силы. Вкладка «Metal Deflection» (прогиб металла) в программе расчёта сенсоров [«LDC Calculations Tool»](#) обеспечивает

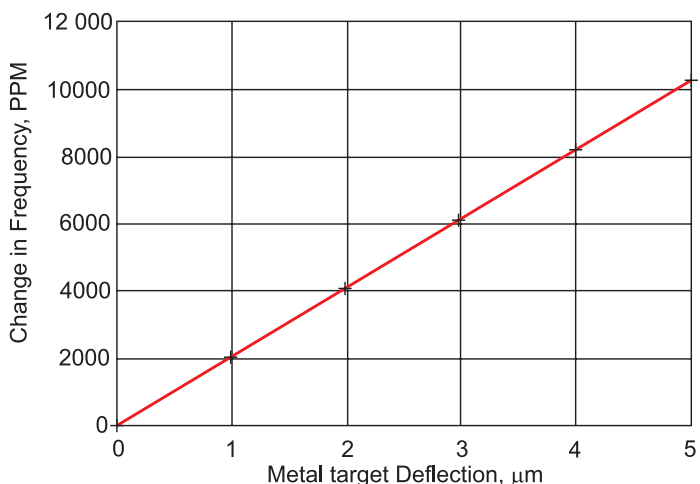


Рисунок 3. Смоделированное изменение частоты (PPM) в зависимости от прогиба (мкм) примерного сенсора

оценку прогиба металла для заданных формы и материала кнопки.

### Механические факторы, влияющие на чувствительность

Работа кнопки зависит от механических характеристик слоистой конструкции, а также от электрических параметров LC-сенсора. Ниже перечислены наиболее важные механические факторы.

#### Выбор материала рабочей поверхности

Как указано в разделе «Принцип действия», индуктивная кнопка работает на основе электромагнитной связи между сенсором в виде индуктивного элемента и металлической рабочей поверхностью. Механические и электрические характеристики металлической рабочей поверхности существенно влияют на чувствительность кнопки.

#### Жёсткость материала

Выбор материала оказывает сильное влияние на то, насколько большое усилие требуется для того, чтобы добиться требуемого прогиба при данной толщине металла. Ключевым параметром материала является модуль Юнга, который служит мерой упругости металла и измеряется в паскалях (Па). Материалы с низким модулем Юнга обычно более гибкие. Например, алюминий (AL6061-T6) имеет модуль Юнга 68,9 ГПа, а нержавеющая сталь (например, SS304) имеет модуль Юнга примерно 200 ГПа, что делает её примерно в 3 раза жёстче алюминия. Разница в зависимости прогиба от силы для данного круглого сенсора из двух разных материалов показана на рисунке 4.

#### Проводимость материала

Чем выше проводимость материала рабочей поверхности, тем сильнее вихревые токи, наводимые на поверхности. Это усиливает электромагнитное взаимодействие с сенсором. Поэтому проводимость материала должна быть как можно выше, так как это даёт большее изменение индуктивности при данном прогибе рабочей поверхности. SS304 имеет проводимость  $1,37 \times 10^6$  См/м,

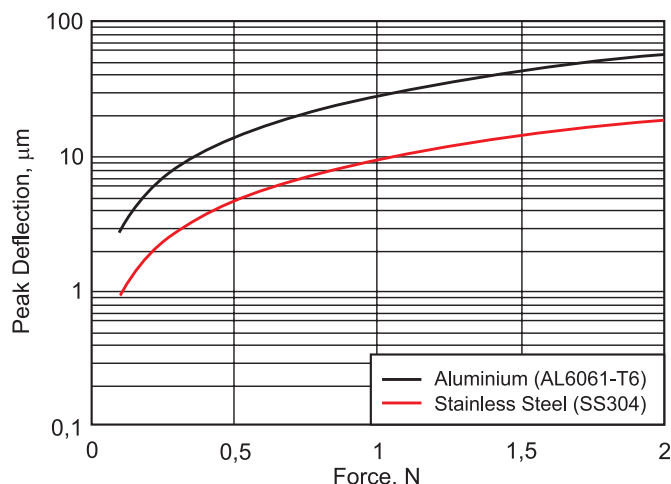
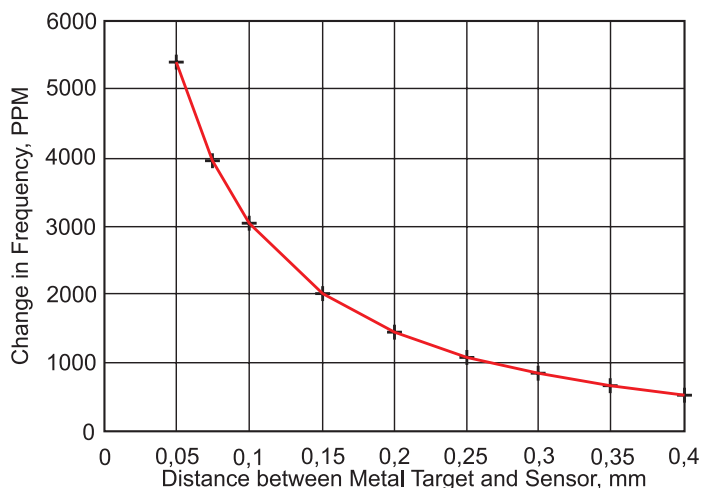


Рисунок 4. Зависимость прогиба от силы для круглых кнопок с рабочей поверхностью из алюминия и стали диаметром 20 мм и толщиной 0,25 мм



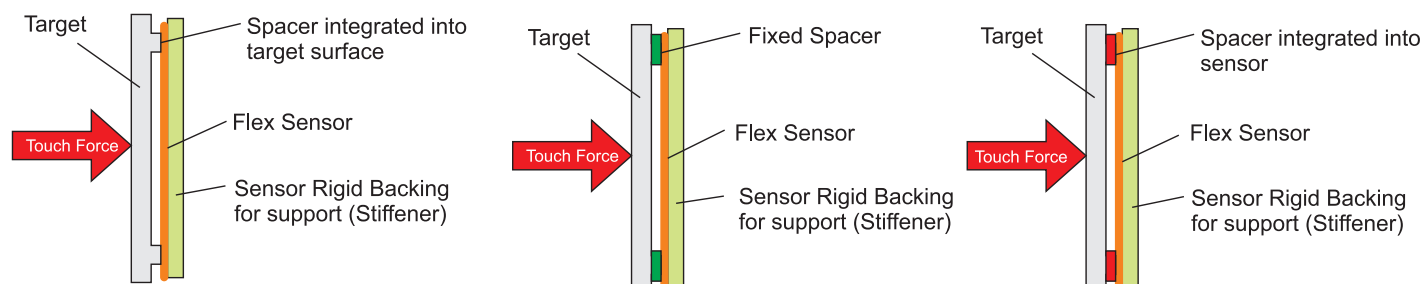
**Рисунок 5.** Смоделированное изменение частоты (PPM) при прогибе 1 мкм в зависимости от расстояния до рабочей поверхности (мм)

а алюминий имеет ещё большую проводимость –  $36,9 \times 10^6$  См/м.

Вообще алюминий – превосходный материал для индуктивного сенсора, потому что он и гибкий, и обеспечивает большое изменение индуктивности индуктивного элемента сенсора. Такие материалы, как SS304, хотя и не настолько оптимальны, как алюминий, также могут быть использованы и обеспечивают надёжные результаты.

### Форма кнопки

Индуктивные сенсорные кнопки могут иметь различную форму, например круглую, овальную или прямоугольную. При выборе размеров и формы кнопок важно учитывать величину прогиба, которую можно получить для данного материала, толщину металла, требуемую силу и т. д. В случае круглых кнопок диаметр кнопки определяет её жёсткость или то, насколько большой прогиб может быть получен при одинаковых остальных параметрах. Например, если на круглую алюминиевую кнопку толщиной 0,6 мм воздействует равномерная сила в 1 Н, кнопка диаметром 10 мм будет иметь максимальный прогиб порядка 90 нм, а кнопка диаметром 20 мм будет иметь максимальный прогиб порядка 350 нм. Вкладка «Metal Deflection» (прогиб металла) в программе расчёта сенсоров «LDC Calculations Tool» обеспечивает оценку прогиба металла для заданных формы и материала кнопки. Точный профиль прогиба можно получить с помощью инструментов механического моделирования.



**Рисунок 6.** Варианты разделителя

### Расстояние между рабочей поверхностью и сенсором

Расстояние между металлической рабочей поверхностью и сенсором на печатной плате играет важное значение с точки зрения как механических, так и электрических аспектов. Когда металлическая рабочая поверхность приближается к индуктивному сенсору, она может сильнее взаимодействовать с электромагнитным полем. Поэтому при одном и том же прогибе (например, 1 мкм) при меньшем номинальном расстоянии величина изменения индуктивности возрастает, что приводит к большему изменению частоты, как показано на рисунке 5. Иными словами, если рабочая поверхность ближе к сенсору, чувствительность системы выше.

Но чтобы обеспечить достаточно свободного места для прогиба и при этом учесть технологические допуски, обычно рекомендуется выбирать номинальное расстояние между рабочей поверхностью и сенсором от 0,1 до 0,2 мм. Это расстояние может быть обеспечено с помощью выемки на той стороне металла, которая обращена к сенсору, в системах, где печатная плата размещается заподлицо с металлом, или с помощью небольшого разделителя между металлом и сенсором на печатной плате с вырезом, позволяющим металлу прогибаться, как показано на рисунке 6.

Обеспечение стабильного расстояния между сенсором и рабочей поверхностью имеет важное значение для эффективной работы сенсорной системы. Если используются разделители, материал должен быть несжимаемым и должен иметь низкий температурный коэффициент, чтобы толщина не менялась со временем или при изменении условий окружающей среды.

### Структура слоёв сенсорных кнопок

Структура слоёв кнопки обычно включает в себя проводящую рабочую поверхность, разделитель (между рабочей поверхностью и сенсором), индуктивный сенсор на печатной плате и, возможно, элемент жёсткости (поддерживающий гибкий сенсор на печатной плате). Есть два широко используемых способа реализации этой структуры слоёв, в зависимости от того, является ли поверхность проводящей или нет.

### Проводящая поверхность

Если сенсорная кнопка реализуется на проводящей поверхности, например алюминиевой или из нержавеющей стали, эту поверхность можно использовать в качестве рабочей поверхности для обнаружения нажатия. В такой

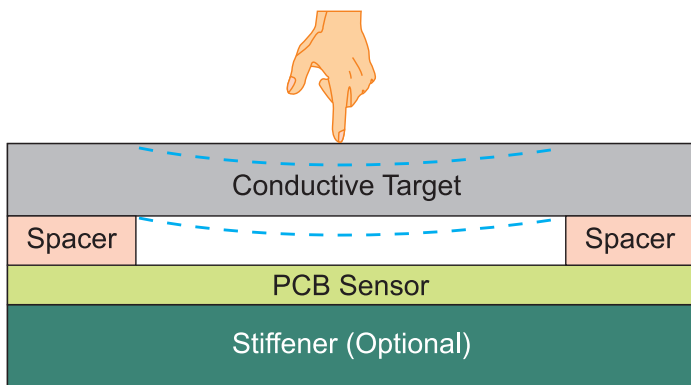


Рисунок 7. Пример структуры слоёв при проводящей поверхности

конфигурации металлическая рабочая поверхность является верхним слоем всей структуры слоёв. Пользователь нажимает непосредственно на металлическую рабочую поверхность, вызывая микропрогиб самого металла. Этот прогиб металла вызывает изменение индуктивности индуктивного элемента сенсора.

**Непроводящая поверхность**

В случае непроводящей поверхности, например стеклянной или пластиковой, тонкий проводящий слой, например слой алюминия или меди, должен быть под этой поверхностью. Когда пользователь нажимает на жёсткую поверхность верхнего слоя структуры, микропрогиб передаётся на проводящий слой, что приближает её к сенсору на печатной плате. Этот альтернативный подход может расширить спектр материалов, применяемых в индуктивных сенсорных кнопках, позволяя использовать поверхности практически из любого материала.

**Рекомендации по монтажу сенсора**

Вообще индуктивный сенсор должен монтироваться непосредственно к металлической рабочей поверхности, а не к другим смежным элементам конструкции, чтобы не допустить механического движения поддерживающей конструкции, вызывающего нежелательное движение сенсора. Если сенсор монтируется к какой-нибудь другой смежной конструкции, которая может двигаться относительно рабочей поверхности, такое движение может быть ошибочно воспринято как нажатие кнопки.

**Технологии монтажа сенсоров**

Индуктивные элементы сенсоров могут быть смонтированы на металлической рабочей поверхности многими способами. Технологии монтажа сенсоров должны

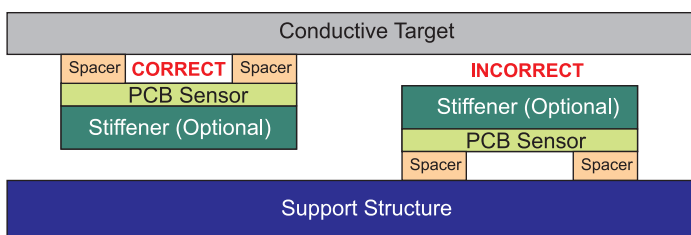


Рисунок 9. Сенсоры, смонтированные на металлической рабочей поверхности (правильно) и на поддерживающей конструкции (неправильно)

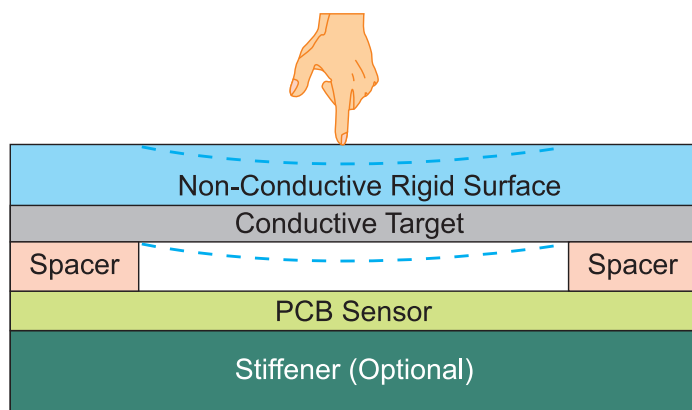


Рисунок 8. Пример структуры слоёв при непроводящей поверхности

обеспечивать устойчивые рабочие характеристики с минимальными взаимными помехами для соседних кнопок. Это предполагает, что любая сила, воздействующая на область вне кнопки, должна вызывать минимальный локальный прогиб металла в месте нахождения кнопки. Чтобы добиться этого, разделитель должен обеспечить прочное крепление между металлом и индуктивным элементом сенсора. В то же время сенсоры должны быть достаточно технологичны для массового производства с точки зрения стоимости и трудоёмкости их монтажа.

Ниже рассмотрены три разные технологии монтажа, а именно приклеивание, монтаж с использованием пружин и монтаж с использованием пазов.

**Приклеивание**

Самым простым способом монтажа сенсоров является нанесение клеящего вещества на разделители и приклеивание их к металлической рабочей поверхности. Системы, в которых используется приклеивание, не требуют дополнительных механических деталей и подходят для быстрого изготовления опытных образцов. Недостаток таких систем заключается в том, что процесс приклеивания не отвечает требованию воспроизводимости для массового производства.

На рисунке 10 показаны две кнопки на боковой стороне опытного образца корпуса телефона. Размер индуктивного элемента каждой из кнопок 8x2,7 мм. Внутри корпуса предусмотрено углубление для размещения индуктивных элементов. Это не только уменьшает площадь, занимаемую индуктивными элементами на плате, но и снижает жёсткость металла боковой стенки и повышает чувствительность.

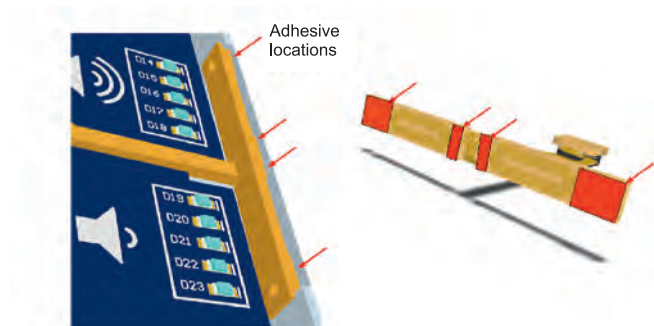


Рисунок 10. Конструкция приклеиваемого сенсора

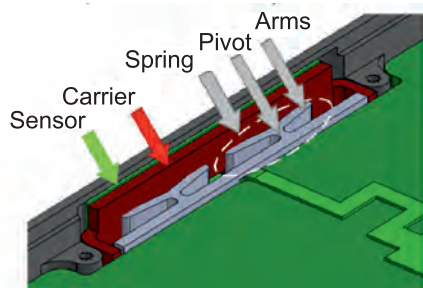


Рисунок 11. Конструкция сенсора с пружинным монтажом

### Пружинный монтаж

Другим способом монтажа является использование конструкции на основе пружины для прижатия сенсоров к металлической рабочей поверхности (рисунок 11). Рычажки пружины могут помочь демпфировать нежелательное движение в направлении вертикальной оси, поэтому такая система менее восприимчива к механическим помехам при скручивании. Такую систему легче собрать, чем систему с приклеиванием. Недостаток заключается в том, что если пружина крепится к печатной плате или к днищу корпуса, защемление в месте контакта может создавать помехи в недостаточно жёстком корпусе. Кроме того, конструкция сенсора занимает больше места из-за дополнительных механических деталей.

### Монтаж в пазу

Третий способ монтажа сенсора заключается в том, что индуктивный элемент вставляется в паз (рисунок 12). Перед тем как индуктивный элемент сенсора вставляется в паз, к его сторонам приклеиваются подкладки из пенистого наполнителя с эффектом памяти. Этот этап может быть частью технологического процесса изготовления печатной платы. При сдавливании подложки из пенистого наполнителя с эффектом памяти становятся тоньше, чем ширина паза, и таким образом сенсор можно легко ввести в паз. После введения в паз подложки из пенистого наполнителя восстанавливают свою форму и заполняют весь паз в течение нескольких секунд и служат «разделителем» между рабочей поверхностью и индук-



Рисунок 13. «Клетка Фарадея», экранированная медной фольгой

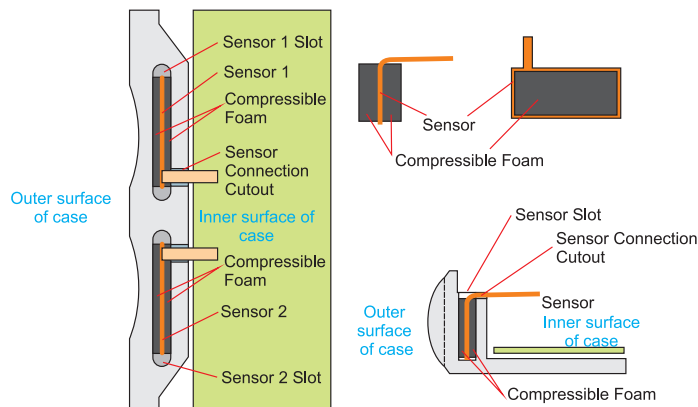


Рисунок 12. Конструкция сенсора с монтажом в пазу

тивным элементом. Индуктивный элемент будет располагаться точно в середине паза. Единый корпус сенсоров представляет собой более жёсткую конструкцию по сравнению с предыдущими решениями. Этот подход обеспечивает наивысшую стойкость к нежелательным механическим воздействиям, таким как скручивание или сжатие.

Можно использовать медную фольгу, чтобы создать «клетку Фарадея» (рисунок 13), чтобы полностью экранировать сенсор в условиях сильных ЭМП, например при беспроводной зарядке.

### Механическая изоляция

Если в системе много кнопок, возможно возникновение нежелательного механического взаимодействия между разными кнопками. Устройства LDC2112/LDC2114 имеют встроенные алгоритмы, чтобы подавлять большинство таких взаимных помех. Тем не менее следует руководствоваться правильными принципами конструирования, чтобы свести к минимуму нежелательные взаимодействия между соседними кнопками. Для снижения нежелательных механических взаимодействий между соседними кнопками при активном нажатии необходимо руководствоваться следующими принципами:

1. Наличие физических опор между кнопками способствует большей деформации металла на кнопке, на которую нажимают.
2. Необходимо обеспечить больший физический прогиб нужной кнопки. С точки зрения электрических параметров больший прогиб обеспечивает больший сигнал. Использование более тонкого металла или металла с меньшим модулем Юнга способствует деформации поверхности кнопки и уменьшает влияние на соседние кнопки.
3. Увеличение расстояния или добавление пазов между соседними кнопками улучшает механическую изоляцию. Чтобы свести к минимуму взаимное влияние кнопок друг на друга, расстояние между кнопками должно превышать диаметр индуктивного элемента.

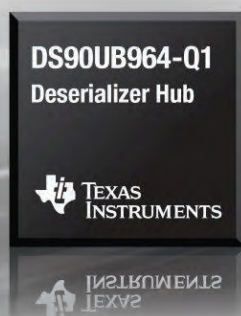
Окончание следует.

## Первый 2-портовый 4-канальный десериализатор-концентратор CSI-2 для более быстрых и универсальных систем ADAS

Десериализатор-концентратор корпорации TI собирает и реплицирует данные с нескольких датчиков высокого разрешения в автомобильных системах камер и радаров

### Faster, more flexible **multi-camera ADAS** system architectures

Enabled by the first dual-port CSI-2 quad deserializer hub



Корпорация TI представила первый в отрасли 2-портовый 4-канальный десериализатор-концентратор, совместимый со спецификацией MIPI Camera Serial Interface 2 (CSI-2). Новый автомобильный концентратор одновременно собирает и реплицирует данные высокого разрешения максимум от четырёх камер. Высокая скорость передачи и точность данных чрезвычайно важны в системах

автономного вождения и современных системах содействия водителю (ADAS) на базе сочетания различных датчиков, включая системы кругового обзора, камеры заднего вида, камеры монитора водителя, системы камер и мониторов, системы передних камер и оборудование спутниковых радиолокаторов.

Более высокая пропускная способность нового устройства позволяет обрабатывать больше ви-

деоданных с большими скоростями в оборудовании, предназначенном для распознавания пешеходов, мотоциклистов и других препятствий на пути автомобиля или на периферии. Два выхода CSI-2 DS90UB964-Q1 FPD-Link III устройства с преобразованием идентификатора (ID) виртуального канала и репликацией портов экономят ресурсы процессора для ускорения обработки данных, поступающих



максимум от четырёх камер при частоте 100 МГц на один датчик и с 12-битным разрешением. Кроме того, адаптивная компенсация (EQ) от TI обеспечивает диагностику, которая позволяет системе контролировать работоспособность кабеля и принимать меры до того, как произойдёт отказ кабеля.

## Ключевые характеристики и преимущества нового 4-канального десериализатора-концентратора DS90UB964-Q1:

- **Ускоренная обработка видеoinформации.** Выходы 2-портового CSI-2 поддерживают передачу видеоданных со скоростью до 1,6 Гб/с на одну дорожку и ускоренное распознавание препятствий с помощью:
  - Второй порт CSI-2 позволяет выполнять одновременную репликацию видео для регистрации данных либо отдельную визуализацию и потоки машинного зрения.
  - Новый концентратор, в отличие от конкурирующих устройств, поддерживает преобразование ID виртуального канала, которое помогает процессорам различать камеры и экспозиции большого динамического диапазона, позволяя выполнять более эффективную обработку.
  - Канал управления с ультранизкой латентностью позволяет интегрировать функцию обработки сигнала изображения (ISP) в электронный блок управления (ECU) и вывести её из камеры, улучшая качество изображения и сокращая системные издержки.
- **Устойчивая к сбоям работа и диагностика системы.** Как и другие устройства из растущего семейства FPD-Link III сериализаторов-десериализаторов (SerDes) от TI,



DS90UB964-Q1 имеет адаптивную компенсацию (EQ) приёмника вместо коррекции предсказаний передатчика. Адаптивная EQ автоматически вносит поправки на старение кабеля и эффекты изгибов для обеспечения оптимального качества сигнала и помогает снизить электромагнитные помехи (ЭМП).

- **Оптимизированная по стоимости, гибкая конфигурация системы.** Обширный портфель совместимых снизу вверх и сверху вниз устройств FPD-Link III SerDes от компании TI поддерживает конфигурации высокого, среднего и начального уровня производительности автопроизводителей и поставщиков первого уровня. Такая масштабируемость облегчает разработчикам выбор и проектирование из наилучших SerDes в целях оптимизации производительности и стоимости системы.

Десериализатор-концентратор DS90UB964-Q1 может работать со многими имеющимися сегодня на рынке процессорами, включая процессор [TDA3x SoC для ADAS](#). Поддержка передачи питания по коаксиальному кабелю в обоих устройствах позволяет инженерам значительно сократить объём необходимой в их системах электропроводки.

Помимо одномогепиксельного (MP) десериализатора-концентратора DS90UB964-Q1, TI сейчас испытывает

[устройства SerDes для двухмегапиксельных \(2-MP\) камер](#) при частоте 60 кадров в секунду. Эти устройства 2-MP отличаются синхронным тактированием, а также расширенными функциями защиты данных и диагностики.

## Инструменты и средства ускорения разработки

Инженеры могут быстро и легко оценить новый десериализатор-концентратор при помощи [оценочного модуля DS90UB964-Q1 \(DS90UB964-Q1EVM\)](#), который сегодня можно приобрести за 499 долларов США (цена действительна при покупке на сайте TI) и у авторизованных дистрибьюторов. Разработчики также могут быстро начать проектирование своих систем, используя новое устройство с эталонным дизайном из библиотеки типовых проектов TI Designs.

Просмотрите [Automotive ADAS 4 Camera Hub Reference Design with Integrated ISP and DVP Outputs](#) (Эталонный дизайн концентратора сигналов с 4 камер автомобильной ADAS с интегрированными выходами ISP и DVP) или [Automotive 1MP Camera Module Reference Design with YUV422 Output, FPD-Link III and Power-over-Coax](#) (Эталонный дизайн модуля автомобильных камер 1MP с выходом YUV422, FPD-Link III и передачей питания по коаксиальному кабелю).

## Корпус, наличие и цены

Десериализатор-концентратор [DS90UB964-Q1](#) выпускается в 64-контактном корпусе VQFN (очень тонком плоском безвыводном, с контактами по всем четырём сторонам). Цена на микросхему от \$15 в количествах по 1000 штук (при покупке на сайте производителя).

[www.ti.com/DS90UB964q1-pr-eu](http://www.ti.com/DS90UB964q1-pr-eu)

Расселл Крейн (Russell Crane), Метью Кучич (Matthew Kucic)

## Динамики и интеллектуальные усилители: всё, что касается нижних частот

*Интеллектуальные усилители могут улучшить ваше звуковое решение по сравнению со стандартными усилителями класса D.*

Помните те времена, когда вы соединяли две консервные банки, чтобы сделать телефон? К сожалению, звук сотового телефона может быть таким же, какой издают эти две консервные банки, из-за миниатюризации устройств, включая динамики. Если только за последние пару лет вы не довели свой телефон до уровня экстра-класса, вы знаете, что использование громкоговорителя для прослушивания речи или аудиозаписей может быть достаточно мучительным. Это происходит потому, что изготовители телефонных трубок не слишком торопились сделать качество звука в телефонных трубках решающей характеристикой, и в настоящее время этот звук содержит мало низкочастотных составляющих, обычно называемых басами.

Теперь положение меняется — благодаря технологии, которую мы называем интеллектуальными (или «умными») усилителями, которые могут

безопасно и своевременно подводить усилитель к пределу его возможностей. Контролируя работу громкоговорителя при воспроизведении музыки и применяя усовершенствованные алгоритмы, интеллектуальные усилители позволяют извлекать широкий спектр звуков из динамика сотового телефона безо всякого вреда для ваших ушей.

### Что сегодня находится в динамике?

Прежде чем обсуждать, как работают интеллектуальные усилители, важно понять, что представляет собой ключевой элемент в цепи прохождения аудиосигнала — динамик. Независимо от усилителя, если динамик сконструирован плохо, никакая обработка и никакое усиление аудиосигналов не смогут компенсировать его недостатков. Это будет всё равно, что заправлять ракетным топливом

двигатель газонокосилки — масса мощности и никакой возможности ее использовать. Однако если начать с приемлемого двигателя, добавление интеллектуального усилителя будет подобно добавлению турбонаддува, чтобы, не теряя управления, вывести двигатель на предельные возможности.

Конструктивно динамики состоят из рамы, магнита, звуковой катушки и мембраны (рисунок 1). Электрический ток проходит через звуковую катушку, что приводит к ее намагничиванию и как результат — к взаимодействию со стационарным магнитом динамика. Этот «электродвигатель» заставляет прикрепленную к катушке мембрану подниматься и опускаться и порождать звуковые волны, которые действительно можно услышать. Мы называем движение мембраны ее ходом, и этот ход имеет пределы. При превышении пределов хода могут возникнуть слышимые искажения. В исключительных случаях поврежденный динамик может стать причиной отказа всего устройства. В традиционных усилителях для ограничения хода используется простейший эквалайзер (EQ). Однако в смысле защиты по всем вариациям динамиков, режимам работы и аудиосигналам эти устройства в целом консервативны, ибо не дают возможности «продвинуть» динамик к его истинному пределу.

Вторая проблема с динамиками заключается в том, что по мере прохождения тока через звуковую катушку энергия преобразуется в тепло вместо звука. Стоит слишком сильно нагрузить динамик, и это нагревание

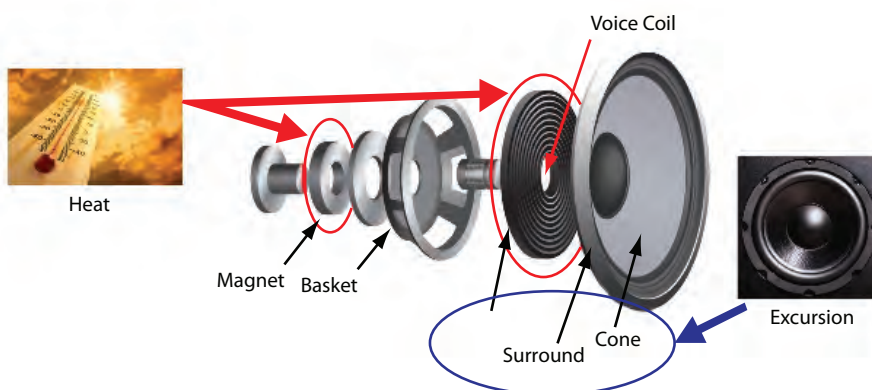


Рисунок 1. Анатомия динамика

может повредить звуковую катушку, расплавив лак на проводе катушки. По мере того как звуковая катушка нагревается энергией, подаваемой усилителем, она должна охлаждаться сквозь магнит, передавая тепло окружающим деталям конструкции. В традиционных усилителях максимальная мощность ограничивается до величины, при непрерывной подаче которой динамик не будет повреждаться. Максимальная величина мощности должна предусматривать все вариации динамиков, режимов работы и сигналов. Поэтому эта величина обычно меньше того значения мощности, с которым может справиться динамик, и вследствие этого является заниженной.

## Чем обеспечивается интеллектуальность усилителя?

Как можно извлечь максимальный уровень звукового давления (SPL) из определенного динамика и одновременно гарантировать его безопасную работу? Нужно использовать интеллектуальный усилитель. Звуковой сигнал характеризуется отношением пикового значения к среднему (PAR), что позволяет пропускать моментальные пики, поддерживая средние безопасные уровни. Интеллектуальные усилители подразделяются на две категории. К первой относятся усилители с прямой связью, в этой категории создаются модели динамиков, и через эти модели пропускается аудиосигнал для прогнозирования поведения динамика. Прямая связь имеет тенденцию хорошо работать с более крупными динамиками, в которых вариации меньше и функционирование более линейное. Но, даже имея дело с крупными динамиками, мы должны учитывать вариации параметров динамиков в запасе по усилению — ведь динамическая система может временно продвинуть динамики к предельным значениям, чтобы издать громкий звук.

Микродинамики, обычно используемые в смартфонах, требуют более совершенного интеллектуального усилителя, — это вторая категория, — к которой относятся интеллектуальные усилители с обратной связью, где к цифро-аналоговому преобразова-

телю (DAC) и простейшему решению класса D с прямой связью добавляется контроль тока и напряжения (IV). Этот IV-контроль позволяет напрямую измерять температуру звуковой катушки динамика и обнаруживать изменения в динамике, вызванные варьированием параметров изделий, температуры окружающего воздуха и нагрузки на динамик (например, если положить руку на отверстие динамика). Эта информация позволяет алгоритму извлекать из динамика дополнительный SPL, который иначе был бы потерян вследствие ограничения выхода для покрытия этих вариаций.

Чтобы воспользоваться информацией контроля напряжения и тока, интеллектуальным усилителям нужен процессор (предпочтительно процессор цифрового сигнала, или DSP) для анализа этих данных и применения сложных алгоритмов, чтобы обеспечить оптимальные характеристики и звук, одновременно поддерживая безопасный режим работы динамика. Интеллектуальные усилители могут быть с интегрированными DSP или без таковых, а также соответствовать ожиданиям разработчика по стоимости, времени от начала разработки до выпуска на рынок и по рабочим характеристикам.

## Получение представления о своем динамике

Имея базовое понимание того, как динамики и интеллектуальные усилители работают совместно для обеспечения более качественного звука при более высоких громкостях, можно обсудить способ вывода на рынок своего изделия с помощью этой технологии. Первый шаг — создание характеристики динамика, которая оценивала бы различные аспекты этого конкретного динамика для установления его предельных возможностей. Для того чтобы получить от динамика звук наибольшей громкости и самого высокого качества, не повредив его, эти пределы должны быть полностью понятны. Выполните детальные измерения, чтобы разработать точную модель динамика. Одним из способов сделать это является использование

PurePath Console 3 (PPC3) Texas Instruments (TI) вместе с сопутствующей ознакомительной платой; данная комбинация позволяет выполнить эти измерения с помощью простой в исполнении процедуры.

В число этих измерений входят, в частности, системные проверки, характеристика хода (перемещения), тепловая характеристика и измерения SPL. Несмотря на то, что определение хода можно выполнить с использованием параметров из листа технических данных динамика, более точным методом является использование лазерного датчика смещения для измерения хода и извлечения нужных параметров. Ознакомительная плата интеллектуального усилителя от корпорации TI позволяет инженерам легко получать характеристики динамиков, обеспечивая весь нужный сбор информации с помощью лазера, а также микрофона для измерений SPL. По завершении измерений пользователи могут быстро просмотреть различные графики измеренных данных, включая ход в зависимости от частоты и пределы безопасной рабочей зоны.

PPC3 от корпорации TI может упростить процесс настройки. Данный набор новейших инструментов автоматически объединяет низкочастотные измерения импеданса с высокочастотными измерениями сигнала с микрофона. Тем самым выполняется достоверное полночастотное измерение SPL, позволяющее начать настройку. Область низкочастотных басов можно быстро настроить для улучшения их звучания, легко выбирая различные выравнивающие фильтры и позволяя программному обеспечению автоматически генерировать нужные компенсационные фильтры. Интеллектуальный усилитель динамически регулирует эти фильтры для достижения максимума низкочастотной составляющей без превышения пределов хода. Затем с помощью SmartEQ можно легко выполнить озвучивание динамиков. Пользователь может просто указать целевую кривую EQ, и PPC3 рассчитает необходимые фильтры для того, чтобы адаптировать характеристику SPL динамиков к целевой EQ. Инструмент выполняет все математические расчёты, позволяющие

инженеру-акустику быстро получить результаты без ограничений, обычно обнаруживаемых в конкурирующих решениях EQ.

### Сведение воедино всех результатов

Закончив определение характеристик динамика и точную настройку проекта, важно обеспечить, чтобы выбранные вами варианты могли безопасно и надёжно работать в большой выборке динамиков. Испытания надёжности являются важным шагом перед передачей изделия на сборочную линию. Неизменно и независимо от изготовителя динамиков между экземплярами динамиков всегда есть различие. Несмотря на то, что настройка представляется достаточно надёжной и укладываемой в безопасные эксплуатационные ограничения, динамики из следующих партий

могут оказаться не такими надёжными, как целевой объект, с которым вы работали на всех предыдущих этапах. Во время испытаний на долговечность рекомендуется взять выборку динамиков большего объёма. В этой выборке должно быть хотя бы 20 динамиков, которые следует подвергнуть испытанию в течение более длительного времени и в диапазоне экстремальных температур, чтобы имитировать ожидаемые условия их использования заказчиком. Используйте результаты испытаний для корректировки окончательных параметров области безопасной работы.

Если вы используете интеллектуальный усилитель TAS2555 производства Texas Instruments, вам не нужно встраивать задание последовательности действий и настройки в хост-процессор, поскольку DSP-процессор полностью интегрирован в данный интеллектуальный усилитель. Это значительно

сокращает время разработки программного обеспечения. Кроме того, если ваш основной процессор модернизируется или заменяется, не нужно снова встраивать в него задание последовательности и настройки.

При переходе на производственную линию можно реализовать быстродействующую и надёжную программу испытаний, чтобы обеспечить соответствие конечного продукта параметрам, заданным во время разработки. Программное обеспечение производственной линии может помочь в отбраковке динамиков, обеспечивая их нахождение в заранее заданных пределах и подтверждая отсутствие повреждений во время сборки. Дополнительно можно измерить и сохранить различия между динамиками по импедансу. Этот шаг гарантирует, что можно использовать весь запас по температуре для каждого динамика.

## OPA197/OPA2197/OPA4197 – прецизионные ОУ с напряжением питания до 36В

Микросхемы серии OPAx197 представляют собой, соответственно, одно-, двух- и четырёхканальные прецизионные Rail-To-Rail операционные усилители. Микросхемы относятся к новому поколению усилителей широкого применения, предназначенных для работы как с одно-, так и с двухполярным питанием, напряжение которого может изменяться в широком диапазоне значений. Данные микросхемы обладают отличным набором характеристик: Rail-To-Rail по входу и выходу, низкое напряжение смеще-

ния, низкий дрейф, широкий частотный диапазон, низкий уровень шумов. Ряд уникальных свойств, таких как возможность работы с дифференциальным входным напряжением, доходящим до уровней питания, большой выходной ток и способность работать на ёмкостную нагрузку до 1 нФ, делают эти операционные усилители весьма привлекательными для промышленных применений.

#### Основные характеристики:

- низкое напряжение смещения:  $\pm 250$  мкВ максимум;

- низкий ток смещения:  $\pm 5$  нА (типовой);
- низкий дрейф:  $\pm 2,5$  мкВ/°C максимум;
- низкий уровень шумов: 5,5 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$ ;
- диапазон частот: 10 МГц;
- диапазон питающих напряжений: от  $\pm 2,25$  до  $\pm 18$  В или от +4,5 до +36 В;
- низкий ток потребления: 1 мА;
- выходной ток до 65 мА;
- рабочий диапазон температур:  $-40 \dots +125$  °C.

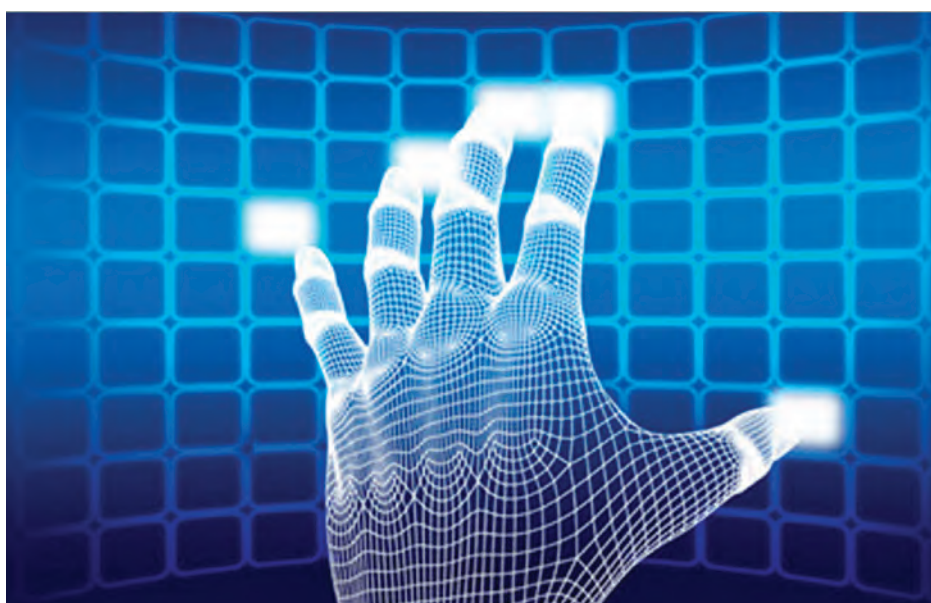
Микросхемы доступны в различных типах корпусов (таблица).

Микросхемы серии OPAx197 могут найти применение в системах сбора данных, в тестовом и измерительном оборудовании, промышленных контроллерах, системах управления электроприводом и т. п.

[www.ti.com/product/opa197](http://www.ti.com/product/opa197)

Part number	Package	Body size (nom), mm
OPA197	SOIC (8)	4,9×3,9
	SOT (5)	2,9×1,6
	VSSOP (8)	3×3
OPA 2197	SOIC (8)	4,9×3,9
	VSSOP (8)	3×3
OPA4197	SOIC (14)	8,65×3,9
	TSSOP (14)	5×4,4

## Передовые решения для считывания информации от TI



Получение данных о положении/движении используется для определения места расположения, а также горизонтального/линейного и вращательного движения или осевого движения любого объекта в системе. Знакомство с решениями TI позволит вам выбрать то, которое обеспечивает высокую производительность, точность и минимум расхода энергии именно для вашего проекта. Начиная от обнаружения объектов в вашем автомобиле и до определения температуры печатной платы – для всех этих областей TI предлагает самые передовые решения для считывания информации.

### Типы датчиков

#### Ёмкостные преобразователи

Ёмкостное считывание с заземлёнными конденсаторами является недорогим бесконтактным методом считывания с высоким разрешением, который можно применять в различных приложениях. В системе ёмкостного считывания любой «конденсатор» (например, ёмкость между деталями механизма) может являться датчиком, что обеспечивает низкую стоимость и высокую гибкость проектирования системы.

#### Семейства продукции:

- Преобразователи ёмкости в цифровой код.  
FDC1004 – это 4-канальный преобразователь ёмкости в цифровой код, разработанный для ёмкостных датчиков. Преобразователь имеет эффективное помехоустойчивое разрешение более чем в 16 бит и обеспечивает компенсацию сме-

Таблица 1.

	 Цифровые преобразователи ёмкости	 Ёмкостные сенсорные микроконтроллеры
Семейство	FDC1xx, FDC2xx	MSP430FR25xx/FR26xx
Количество каналов	От 2 до 4	16 (собственные), 64 (матрица)
Интегрированный микроконтроллер	нет	да
Мощность (средний ток), мкА	~26	< 5
Температурный диапазон, °C	-40...125	-40...85
Применение	Распознавание приближения (объекта)	Автомобильное
		Электронные замки
		E-Meter
		Регистраторы-передатчики
		Бытовая техника, терморегуляторы
		Безопасное считывание информации

щённой ёмкости до 100 пФ – для согласования при использовании удаленных датчиков. FDC1004 также включает в себя два мощных драйвера экранов датчиков, что позволяет сконцентрировать на правление считывания и уменьшить электромагнитные помехи. При измерении ёмкостным методом любой металл может являться частью датчика, что обеспечивает низкую стоимость и высокую гибкость при проектировании. Ёмкостный датчик отличается от ёмкостного сенсорного экрана тем, что обеспечивает более высокое разрешение и большее расстояние считывания, а также более высокую производительность при считывании, включая измерение расстояния, жестикюляции, уровня жидкости и/или свойств материала.

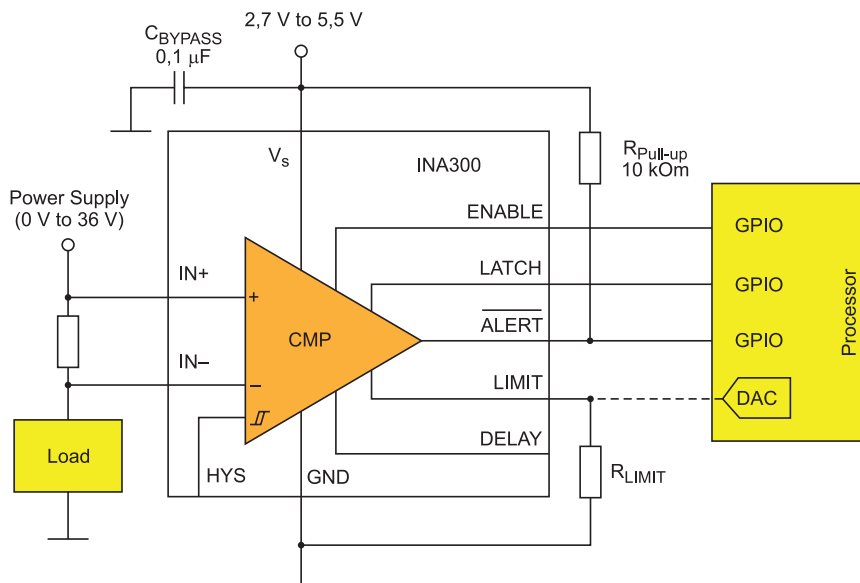
- Ёмкостные сенсорные микроконтроллеры (таблица 1).

### Продукты для считывания тока

Контроллеры сигнала токового шунта, или усилители-считыватели тока, разработаны для контроля тока в нагрузке путём измерения падения напряжения на резисторе. Контроллеры предлагают уникальную конфигурацию входного каскада, которая позволяет синфазному напряжению превышать напряжение питания. Встроенные резисторы, задающие коэффициент усиления, позволяют выполнять высокоточные измерения. Усилители токового шунта обеспечивают менее дорогой способ измерения тока, чем не прямые методы считывания. Обширный набор усилителей токового шунта от TI открывает широкий диапазон применений, включая мониторинг электропитания, контроль клапанов инжекторного двигателя и управление аккумуляторами. Усилители рекомендуются для тока менее 100 А и напряжения менее 100 В.

#### Семейства продукции:

- Контроллеры сигнала токового шунта с цифровым выходом.
- Контроллеры сигнала токового шунта с аналоговым выходом на напряжение.
- Контроллеры сигнала токового шунта с аналоговым выходом тока (DLP4500NIR, INA226, INA300).



Device Information

ORDER NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE
INA300AIDSQ	QFN (10)	2 mm × 2 mm

Рисунок 1. Блок-схема компаратора INA300

INA300 – первый в отрасли компаратор для считывания тока, который идеально подходит для выявления перегрузки по току в приложениях как с высоким, так и с низким напряжением (рисунок 1).

### Химические датчики и датчики газа

К двум самым распространённым технологиям обнаружения газа относятся использование электрохимических ячеек и недисперсионных инфракрасных датчиков:

- Электрохимические датчики создают потенциал и измеряют создаваемый ток в ячейке, которая откликается на конкретный тип газа.
- Недисперсионные инфракрасные датчики используют инфракрасное излучение для определения количества конкретного газа в контейнере.

Считывание водородных показателей (PH) используется для контроля за качеством воды путём измерения концентрации ионов водорода в растворе. Измерение параметров газа является важным фактором контроля качества воздуха в окружающей среде (для зданий и автомобилей), концентрации газов в системах и определения присутствия токсических газов.

### Семейства продукции:

- Сенсорные аналоговые интерфейсы. Настраиваемые аналоговые интерфейсы, которые взаимодействуют с несколькими классами датчиков (LMP91000, LMP91050).
- DLP® NIRscan™. Датчики по технологии микрзеркал позволяют осуществлять программно-управляемую спектральную фильтрацию для измерения уникальных следов прохождения/поглощения химических веществ и материалов (DLP4500NIR).

### Датчики с эффектом Холла

Эффект Холла – это технология, которая выявляет наличие и силу магнитного поля. Датчики с эффектом Холла могут измерять силу магнитного поля в качестве подтверждения расстояния и расположения без физического контакта. Датчики с эффектом Холла широко используются для выявления расположения, скорости или ускорения объекта путём считывания магнитного поля, излучаемого объектом.

#### Семейства продукции:

- Семейство DRV5000 (DRV5013). Недорогое решение с низким энергопотреблением для распознавания магнитного поля, которое генерируется магнитом на целевом объекте. DRV5013 – датчик, работоспособный в широком диапазоне питающих

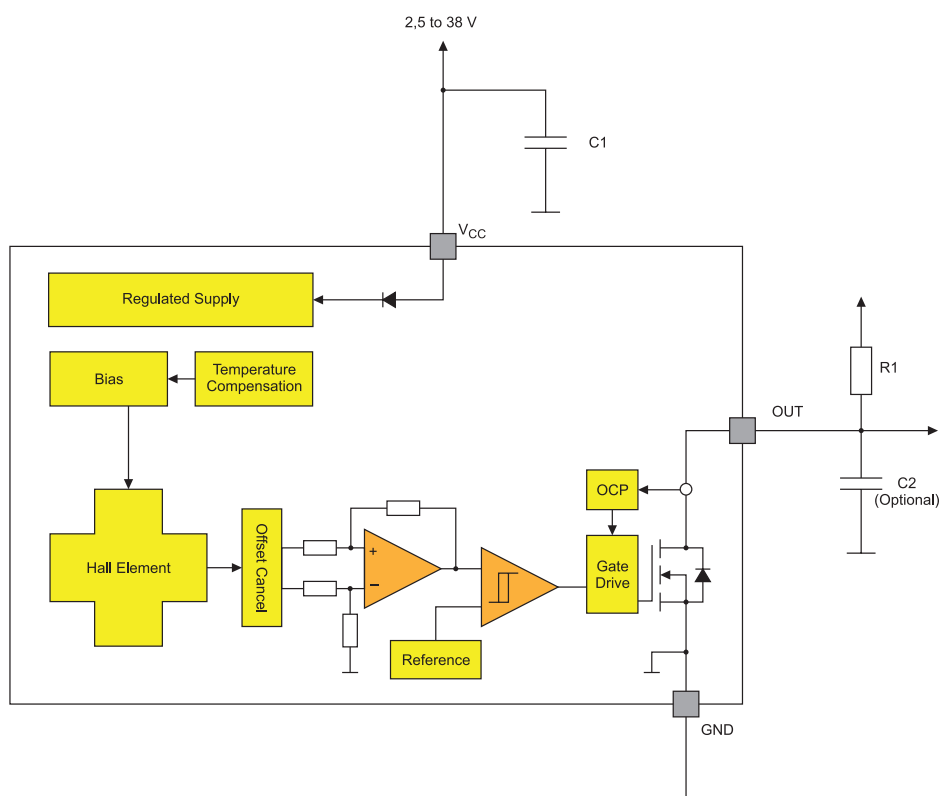


Рисунок 2. Блок-схема датчика-компаратора DRV5013

напряжений и полностью защищённый, с цифровым триггером-защёлкой на выходе для различных применений (рисунок 2).

### Датчики влажности

Датчики влажности определяют количество водяных паров / влаги в воздухе. Поскольку относительная влажность является характеристикой температуры, датчики влажности обычно оснащены также интегрированными датчиками температуры. Эта технология используется во многих приложениях, включая экологический контроль автомобилей и зданий, HVAC, мониторинг окружающей среды, промышленный контроль, отслеживание тумана/конденсации,

а также в дистанционных погодных станциях.

### Семейства продукции:

- Датчики влажности (HDC1000).

### Устройства индуктивного считывания

Индуктивное считывание — это технология бесконтактного безмагнитного считывания, которая позволяет измерять положение, движение или состав металла или иного токопроводящего вещества, а также определять сжатие, растяжение или скручивание пружины. Устойчивость к воздействию факторов окружающей среды, таких как нефть, вода или грязь, позволяет выполнять считывание даже в очень агрессивной

среде. Индуктивно-цифровые преобразователи корпорации TI позволяют разработчикам использовать катушки собственного изготовления (или даже пружины) в качестве датчиков. Индуктивно-цифровые преобразователи можно использовать для выявления изменений параллельного резонансного сопротивления ( $R_p$ ) и индуктивности ( $L$ ) датчика; выбор используемого значения будет зависеть от применения и требований системы. Обеспечивается субмикронное разрешение при отсутствии чувствительности к окружающим помехам.

### Семейства продукции:

- Индуктивные переключатели — для простого определения приближения объекта и подсчёта событий.
- Индуктивно-цифровые преобразователи — для определения абсолютного положения или перемещения (LMP91300, LDC1000, LDC1041).

LDC1000 — первый в мире индуктивно-цифровой преобразователь предоставляет следующие преимущества индуктивного считывания:

- высокое разрешение,
  - повышенная надёжность и универсальность по сравнению с существующими датчиками при более низкой стоимости системы.
- LMP91300 — интегрированный температурно-стабильный индуктивный аналоговый датчик расстояния до объекта повышенной точности при малых размерах.

LDC1041 — совместимая по выводам недорогая версия индуктивно-цифрового преобразователя LDC1000 (рисунок 3) с пониженным разрешением.

### Оптические датчики

Оптическое считывание — это преобразование светового потока в электронные сигналы. Зачастую измеряется интенсивность светового потока или изменение интенсивности одного или более световых лучей. В своей простейшей форме определение интенсивности света используется в выключателях любых устройств, начиная с планшетов/телефонов до автоматизации зданий и уличного освещения. Оптические датчики используются

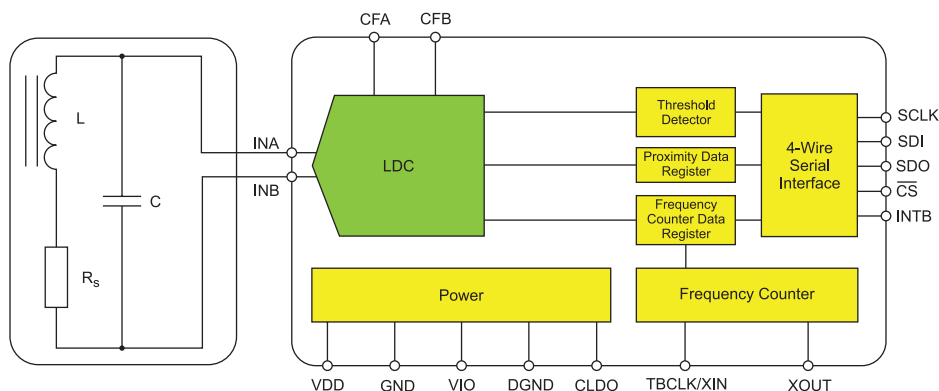


Рисунок 3. Блок-схема индуктивного датчика LDC1000

в широком диапазоне применений и за счёт возможности контроля дополнительных характеристик (спектра, фазы, геометрии и временной привязки) их можно использовать в перспективных применениях, таких как химический анализ, трёхмерная картография, медицинское сканирование и пульсоксиметрия.

#### **Семейства продукции:**

- Датчики внешнего освещения – используются для измерения интенсивности света с чувствительностью, специально настроенной таким образом, чтобы она совпадала с чувствительностью глаза человека (OPT3001). Спектральная характеристика датчика точно совпадает с фотопической реакцией человеческого глаза.
- Времяпролётные 3D-датчики – используют активное инфракрасное освещение для измерения расстояния до объектов перед датчиком. Обеспечивают высокую чувствительность и возможности отслеживания движения для точного определения движений пальцев, рук и тела (OPT8320, OPT8241).
- Улучшенное управление освещением, DLP-программируемое структурированное освещение обеспечивает проекцию собственных и адаптируемых шаблонов на целевые объекты для считывания физических характеристик, анализа расположения или изучения поверхности (DLP4500NIR)

#### **Формирователи сигналов датчиков давления**

Формирователи сигналов датчиков давления обеспечивают высокоточные программируемые решения для точного измерения давления. Точное измерение давления критически важно в ряде промышленных и коммерческих применений.

#### **Семейства продукции:**

- Программируемые формирователи сигналов датчиков температуры и давления (PGA400-Q1, PGA308, PGA309).

#### **Датчики температуры**

Датчики температуры используют чётко прогнозируемые и ли-

нейные свойства кремниевого PN-перехода для измерения температуры. Датчики температуры могут гарантировать высокую точность, не требуя калибровки конечной системы. Датчики температуры предлагают широкий диапазон интегрированных решений и возможности многоканальных измерений при отслеживании внешних *p-n*-переходов, таких как диоды, транзисторы, встроенные датчики процессоров, специализированных ИС и FPGA. Датчики температуры часто используются в качестве замены терморезисторов для контроля, защиты, калибровки и управления. Датчики температуры обеспечивают большую линейность, меньшее потребление питания, гарантированную точность, широкие возможности программирования и встроенное определение опасного превышения температуры, а также предлагают широкий диапазон аналоговых и стандартных для отрасли интерфейсов.

#### **Семейства продукции:**

- Аналоговые датчики температуры.
- Цифровые датчики температуры.
- Все датчики температуры (TMP75B, LMT87, TMP007).

#### **Ультразвуковые датчики**

Ультразвуковое считывание – это измерение интервала между отправкой и получением ультразвукового сигнала. Интервал между двумя сигналами обычно называется временем пролёта (tof). Базовое уравнение ( $\text{tof} = \text{расстояние}/\text{скорость}$ ), может быть использовано для измерения концентрации жидкости. Датчик TDC1000-K1 позволяет разработчикам реализовать ультразвуковые измерения в автомобильных и высокотемпературных промышленных приложениях. Применяется в автомобильной, промышленной, медицинской областях и иных потребительских рынках. TI предоставляет полный комплект схем питания, беспроводной коммуникации, включая исходные коды, для ультразвуковых датчиков при совместной работе датчика с контроллерами MSP430 или C2000.

Когда используется эта технология:

- Измерение расстояния до целевого объекта в газе или жидкости.

- Измерение уровня жидкости в баке.
- Измерение скорости потока газа или жидкости.
- Измерение температуры и концентрации жидкости или газа.

#### **Семейства продукции:**

- TDC1000 – это полностью интегрированный аналоговый Front End для ультразвукового измерения уровня, концентрации, расхода жидкости.
- PGA450-Q1 – ультразвуковой формирователь сигналов для автомобильных приложений. Более подробную информацию о новых продуктах смотрите на сайте: [www.ti.com](http://www.ti.com).



# Абсолютная гибкость превосходных решений реле



Немецкая компания Gruner уже более 50 лет является беспорным лидером по производству бистабильных реле для интеллектуальных приборов учёта

Независимый, эффективный, успешный, ведущий поставщик на мировом рынке

Электромеханические бистабильные реле Gruner удовлетворяют всем требованиям в области управления энергоснабжением.

#### Основные характеристики:

- Максимальная мощность коммутации от 2 до 50 кВт
- Максимальный ток коммутации от 8 до 250 А
- Максимальное напряжение коммутации до 440 В АС
- Напряжения обмоток от 6 до 48 В DC
- Температурный диапазон от -40 до +85 °С
- Схемы переключения 1NO/2NO/3NO/1CO/2CO
- Исполнение с шунтом NiCal™

#### Сферы применения:

- Управление электрической нагрузкой
- Счётчики с предварительной оплатой электроэнергии

- АСКУЭ
- Управление освещением
- Контроль работы автомобильного аккумулятора
- Инверторы для солнечной энергетики

#### Конструктивные особенности:

- Оптимизированная конструкция контактов для высоких перегрузок и токов короткого замыкания
- Уникальная конструкция Н-образного якоря, противостоящая взлому, ударам и вибрациям
- Низкое контактное сопротивление
- Небольшое потребление энергии
- Высокая скорость срабатывания
- Малые размеры и лёгкий вес



**Компания Сканти является дистрибьютором компании Gruner AG**

# Компания GRUNER выпустила специальную малогабаритную версию 100-А реле 725ADR для систем АСКУЭ СНГ



можно забыть, максимально оптимизировав процесс сборки счётчика.

Приятным и немаловажным дополнением будут уникальные нагрузочные и тепловые характеристики данного типа реле. Разработка и изготовление электромагнитных реле произведены в соответствии с международными стандартами IEC 61810 часть 1/VDE 0435 часть 201, а также в соответствии с требованиями устойчивости к перегрузкам и коротким замыканиям стандарта IEC 62053/62054/62055.



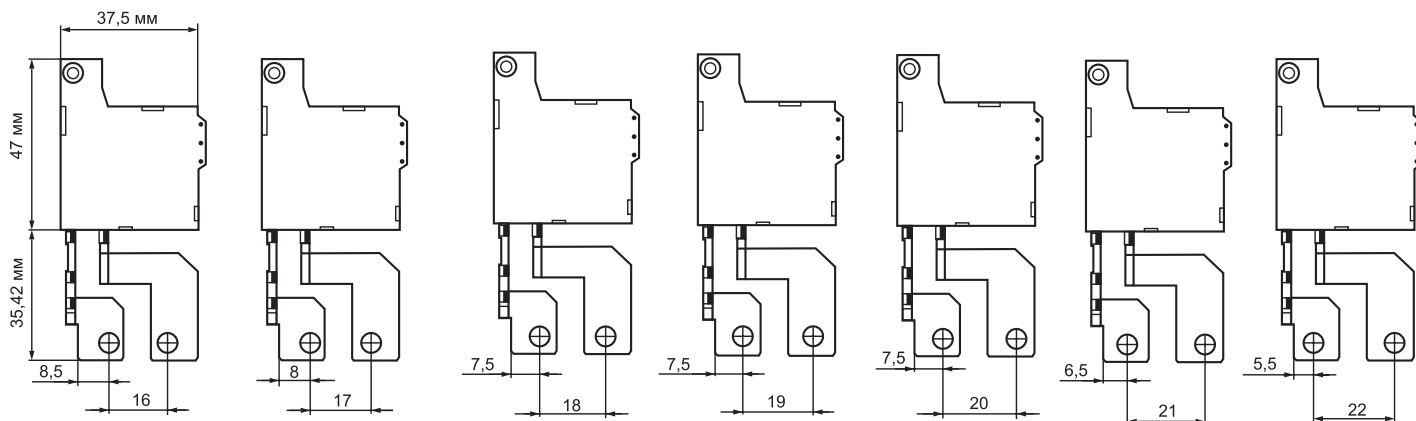
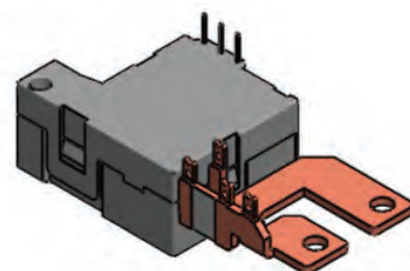
Теперь интегрировать реле в системы АСКУЭ и создавать малогабаритные однофазные и трёхфазные электросчётчики на 100 А стало ещё проще. 725ADR – это малогабаритная версия 100-А реле со специализированной конфигурацией токоотводов для рынка СНГ.

Этой серии реле можно доверить выполнение задач в самых сложных и ответственных применениях с нагрузочной способностью до 100 А, исключив такие моменты, как залипание, выгорание контактов реле и чрезмерное тепловыделение на контактной группе, приводящее к перегреву и выгоранию счётчика.



Мы пришлём на Ваш электронный адрес 3D-модель подходящего реле. Достаточно сообщить желаемый номинал шунта и вольтаж катушки управления – и бесплатные образцы будут заказаны. Инженер-конструктор может выбрать удобное межосевое расстояние и диаметр отверстий в токоотводах (M4/M5/M6). Выводы с шунта и катушки расположены таким образом, чтобы не составляло труда разместить реле непосредственно на плате. О дополнительных промежуточных звеньях

Более подробно о технологии производства реле и использовании в системах АСКУЭ читайте на сайте производителя [www.gruner.de](http://www.gruner.de)



Педер Ранд (Peder Rand)

## Как выбрать беспроводную технологию



Великолепные идеи для устройств, подключённых к облакам, появляются каждый день. Выбор правильной беспроводной технологии для связи вашего устройства с сетью Интернет может оказаться непростой задачей на фрагментированном рынке стандартов и технологий. Положительный момент заключается в том, что выбор приемлемых вариантов для вашей системы ежегодно увеличивается. Эта статья помогает выбрать верное направление на основании некоторых фундаментальных свойств используемых технологий.

### Инфраструктурные устройства

Устройства, функции которых естественным образом принадлежат дому/зданию/объекту, а не человеку, являются инфраструктурными устройствами. Мы можем их услов-

но разделить на относящиеся к инфраструктуре дома/здания и относящиеся к инфраструктуре вне зданий, ввиду разных требований к дальности действия этих двух видов устройств.

Вы можете рассчитывать на зону охвата Wi-Fi и доступ в Интернет через эту сеть? Если да, то обычно Wi-Fi – самый простой и дешёвый способ подключить ваше устройство к сети Интернет. В настоящее время имеются наборы микросхем Wi-Fi, которые в некоторых системах могут проработать год на двух батарейках типа AA, например семейство SimpleLink Wi-Fi CC3200/CC3100, разработанное корпорацией Texas Instruments. Преимущество Wi-Fi перед другими рассматриваемыми далее протоколами в том, что он может обеспечить очень высокую пропускную способность, когда это требуется, по умолчанию поддерживает все популярные

протоколы Интернета и обеспечивает безопасное соединение. Рассмотрим, например, систему дверного видеозвонка, в которой устройство обычно бездействует, но пару раз за день должно подключаться к сети Интернет и отправлять видеосигнал на ваш телефон, чтобы показать, кто стоит у двери. Любая система, работающая от батареек более шести месяцев, вероятно, будет приемлемой, и обычно такие системы продаются как автономные, не требующие взаимодействия напрямую с другими устройствами в доме. Так как идентификационные данные конечного пользователя Wi-Fi известны при производстве вашего устройства, вам нужно найти продуманный способ конфигурирования сетевых настроек Wi-Fi для конечного пользователя. Наиболее широко распространённым способом для устройств «Интернета вещей» (IoT) является использование режима точки доступа, когда узел IoT сначала конфигурируется как точка доступа, которую вы можете использовать для подключения своего телефона и конфигурирования. После того как закончена конфигурация с идентификационными данными локальной сети Wi-Fi, устройство перезагружается в режиме станции и подключается к локальной сети. Этот процесс требует нескольких этапов, включая отсоединение телефона пользователя от локальной сети. Другим широко распространённым вариантом является использование безопасной настройки Wi-Fi (WPS) либо с помощью кнопки, либо с помощью персонального идентификационного кода. Такой подход проще

для пользователя, но требует поддержки WPS в маршрутизаторе Wi-Fi и доступа к маршрутизатору. Также имеется широкий спектр фирменных, или даже внеполосных, способов выделения ресурсов.

Если вы не можете рассчитывать на зону охвата Wi-Fi или в вашей сети есть устройства, имеющие слишком сильные ограничения по энергопотреблению для Wi-Fi, вам следует поискать альтернативы. Если в вашей сети узлы, питающиеся от электросети, которые распределены по всему дому, помимо узлов с ограниченным энергопотреблением? Примером может служить сеть освещения. В этом случае вам следует рассмотреть малопотребляющую ячеистую сеть с частотой 2,4 ГГц, такую как ZigBee или 6LoWPAN. Их преимущество в том, что они способны поддерживать узлы с очень ограниченным энергопотреблением, охватывая при этом весь дом или здание в ISM-диапазоне 2,4 ГГц, который используется во всём мире (диапазон для промышленного, научного и медицинского оборудования).

### Использовать 6LoWPAN или не использовать 6LoWPAN?

Решение использовать или не использовать IPv6-адресацию вплоть до малопотребляющих конечных узлов (6LoWPAN) зависит от того, сколько интеллектуальности вы хотите иметь в своём шлюзе, и от возможностей конечных устройств.

Если ваш шлюз имеет полный набор устройств прикладного уровня в сети и их функций, а также шифрует и дешифрует все сообщения, то 6LoWPAN не имеет большого смысла. Обычно это имеет смысл, если вы строите сеть, которая должна продолжать функционировать, когда соединения с сетью Интернет нет. К таким сетям относятся сети освещения или автоматизации дома, от которых ожидают, что выключатели освещения и функции аварийной сигнализации будут работать, даже если соединения с сетью интернет нет. Тогда шлюз должен демонстрировать всю полноту сетевых функциональных возможностей для об-



лачного сервера с интерфейсом для конкретного приложения.

С другой стороны, если услуга, которую предоставляет ваша сеть, не имеет большой ценности без соединения с сетью Интернет, вы можете использовать 6LoWPAN с намного более простым приложением в вашем шлюзе и заставить его просто передавать сообщения между вашими конечными узлами и сетью Интернет, почти так же, как это делает ваш маршрутизатор Wi-Fi. Преимущество заключается в том, что аутентификация и шифрование могут быть сквозными для всего тракта, так что данные не нужно дешифровать и вновь шифровать в шлюзе. Это означает, что шлюз

не должен быть доверенной стороной в вашей прикладной системе, и в будущем можно представить себе один шлюз, обслуживающий множество разных прикладных систем от разных поставщиков. Обязанность по установлению соединения https или аналогичного соединения переносится на конечный узел.

### Вам нужна функциональная совместимость на уровне приложений?

Возвращаясь к примеру беспроводной сети освещения и выбирая,

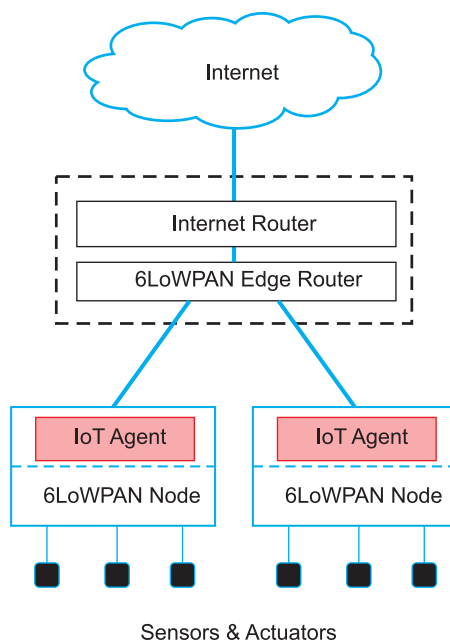


Рисунок 1. Интеллектуальность приложений в облаке

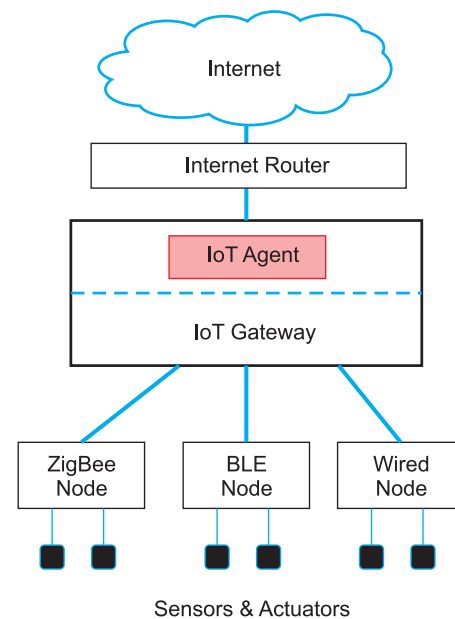


Рисунок 2. Интеллектуальность приложений в шлюзе

просто для примера, Wi-Fi, заметим, что стандарт не регламентирует, как осветительный прибор должен устанавливать соединение с сервером или как должно выглядеть сообщение «включить». Это означает, что два осветительных прибора Wi-Fi, вероятно, не будут функционально совместимы на локальном уровне. Невозможно ожидать, что если вы приобретаете выключатель света Wi-Fi от одного поставщика, он будет успешно управлять осветительным прибором от другого поставщика, не прибегая к трансляции через сервер, учитывающий особенности конкретных приложений. ZigBee — один из немногих инфраструктурных протоколов, в котором предпринята попытка обеспечить сертифицированные функционально совместимые продукты на прикладном уровне. Это смелая попытка, и без проблем тут не обошлось, но в некоторых профилях удалось добиться значительной степени адаптации.

### Ячеистая или не ячеистая?

Одна из проблем, связанных с ячеистыми сетями, заключается в том, что топология сети сложна и требует выявления маршрута с использованием восстановления, адресации, алгоритмов маршрутизации *mesh over* или *mesh under* и механизмов передачи для работы с мобильными

узлами, которые физически и топологически перемещаются по сети. Это значительно увеличивает требования к памяти в узлах маршрутизации и существенно усложняет испытание и отладку.

Хорошей альтернативой в сетях с центральным узлом/шлюзом является использование простой топологии типа «звезда» с радиусом действия, охватывающим весь дом/здание. Чтобы получить требуемую зону охвата и обеспечить прохождение малопотребляющей сети через стены и перекрытия, идеально подходят частоты до 1 ГГц. Диапазоны 868 МГц в Европе и 915 МГц в Северной Америке обеспечивают хороший компромисс между прохождением через стены, скоростью передачи данных и требуемым размером антенны для применения внутри помещений. Так, например, строится большинство сетей аварийной сигнализации и обеспечения безопасности.

Новшество заключается в том, что есть устройства, которые поддерживают физические уровни стандартов для работы в диапазоне ниже 1 ГГц на основе IEEE 802.15.4g. Физический уровень модуляции FSK сам по себе не нов. Фактически он, вероятно, относится к самым распространённым физическим уровням малопотребляющих радиосистем, но до сих пор он не был стандартизован для использования в решениях IoT.

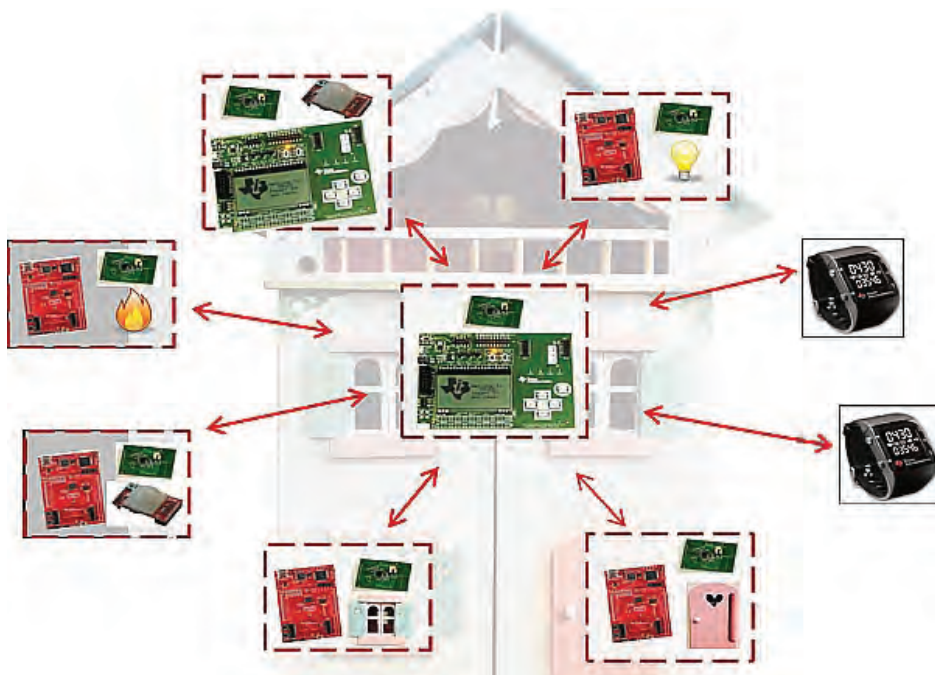
Преимущество выбора решения на основе стандартов в том, что несколько поставщиков предлагают совместимые решения, что даёт свободу выбора поставщика и даже открывает возможность приобретать элементы аппаратного обеспечения для вашей сети у сторонних поставщиков (например, интернет-шлюз).

Группа *Bluetooth SIG* сообщила, что добавит в свою версию стандарта 2016 функциональные возможности, которые сделают *Bluetooth Smart* более подходящим для инфраструктурных приложений, таких как приложения сетей дальнего радиуса действия и ячеистых сетей. Это, вероятно, делает его претендентом на место в домах и зданиях в будущем.

### Наружные установки

Вопросы, рассматриваемые в отношении наружных установок, во многом схожи с теми, что относятся к установкам в помещениях. Можно ли получить требуемый радиус действия при имеющихся энергетических характеристиках? Можно ли воспользоваться преимуществом имеющейся инфраструктуры?

Если вы можете рассчитывать на зону охвата сотовой сети, готовы нести расходы на связь и соответствующим требованиям к энергетическим характеристикам, самым простым способом подключить узел к сети Интернет будет подключение через сотовый модем. Если в вашей сети есть узлы, которые, ввиду стоимости, конструктивных параметров или энергетических характеристик, не должны напрямую подключаться к вышке сотовой связи, в качестве неплохого варианта следует рассмотреть гибридное решение. Для уличного/городского освещения, систем мониторинга параметров окружающей среды и тому подобных систем общим решением является построение сети с одним или несколькими узлами концентраторов/шлюзов, которые включают в себя малопотребляющий РЧ-интерфейс большого радиуса действия, а также сотовый модем для соединения с сетью Интернет. Тогда остальные устройства в сети соединяются с концентратором с помощью сети радиосвязи в диапазоне ниже 1 ГГц с возможностью ячеистой маршрутизации





или без неё. В случае сети уличного освещения концентратор может локально управлять осветительными приборами на основе входных сигналов от датчиков, а набор его правил и график работы могут обновляться с облачного сервера через сеть сотовой связи. Стандартизованное решение должно быть построено на основе сети IEEE 802.15.4g с топологией «звезда» или аналогичного физического уровня со стеком ячеистой сети поверх него. Реализация с открытым исходным кодом имеется, например, в операционной системе Contiki OS и стеке 6LoWPAN.

Альтернативами сотовым инфраструктурам являются новые малопотребляющие инфраструктурные абонентские сети большого радиуса действия, такие как SIGFOX. Конечные узлы могут быть реализованы с помощью малопотребляющих несложных узкополосных устройств радиосвязи, и зона охвата таких сетей быстро растёт. Пропускная способность данных ограничена, но вы получите простой способ передачи небольших объёмов данных состояния и конфигурации на свой узел и с него.

## Персональные устройства

Если ваше устройство является персональным, переносным или носимым, естественным образом следует рассмотреть телефон в качестве идеального шлюза для связи с сетью Интернет. Телефоны обычно поддерживают *Bluetooth* BR/EDR и *Bluetooth* Smart помимо своих возможностей связи с помощью Wi-Fi и модема. Если ваша прикладная система предполагает передачу потоков аудиосигналов, *Bluetooth* BR/

EDR является идеальным вариантом с его высокой пропускной способностью и готовностью к использованию решений A2DP. Если у вас нет высоких требований к пропускной способности (пропускная способность менее ~150 кбит/с), правильным решением будет *Bluetooth* Smart. Он обеспечивает функциональную совместимость на уровне приложений для нескольких стандартизованных приложений, таких как пульсометр, но что более важно – он обеспечивает полную свободу и гибкость для определения своего собственного профиля с услугами и характеристиками, которые подходят для вашего приложения. Тогда всё, что вам нужно сделать, это написать приложение для телефона, которое обеспечивает некоторый набор локальных функциональных возможностей и поддерживает связь с облачной службой в фоновом режиме (очень похоже на то, как это делают маршрутизаторы не 6LoWPAN для инфраструктурных систем). Хорошим примером системы датчиков, подключённых к облаку через телефон, может служить платформа SimpleLink SensorTag.

## Замечания по реализации

Вне зависимости от беспроводной технологии, на которой вы остановите свой выбор, если вы не собираетесь реализовать сразу большое количество блоков и у вас нет никаких особых требований к конструктивным параметрам устройств, хорошей идеей всегда является приобретение предварительно сертифицированного модуля. Вы получите неплохие рабочие характе-

ристики РЧ-связи, а более высокая цена блоков оправдывает себя тем, что не нужно будет заниматься настройкой РЧ-оборудования, проводить испытания на соответствие нормативным требованиям данного региона (Европейского института стандартов связи – ETSI, Федеральной комиссии по связи США – FCC) и т. д. За счёт Wi-Fi и других стандартов можно даже сэкономить, поскольку не придётся проводить полную сертификацию на соответствие стандартам.

# Техническое руководство по Li-SOCl<sub>2</sub> (литий-тионилхлоридным) источникам тока

Часть 2. Начало в №1-2017 бюллетеня «Компоненты Т1»



## Рабочие характеристики

### Характеристики напряжения

#### Стандартное напряжение

Типичным диапазоном рабочего напряжения литиевых элементов питания XenoEnergy является диапазон 3,4–3,6 В, как показано на рисунке 3. Это достаточно высокий диапазон по сравнению с другими конкурирующими Li-SOCl<sub>2</sub>-элементами питания, который достигается благодаря специальному строению катода, разработанному компанией XenoEnergy. В условиях непрерывной разрядки с определенными умеренными значениями тока напряжение остаётся постоянным и стабильным до конца срока службы элемента.

#### Задержка напряжения

Если литиевые элементы питания XenoEnergy хранятся в течение определенного периода времени, не разряжаясь или при очень низком токе разрядки, а затем подключаются

к некоторой нагрузке, происходит резкое падение первоначального напряжения.

Это общее свойство всех литий-тионилхлоридных элементов питания, которое обусловлено образованием плёнки LiCl на поверхности литиевого анода, как показано в раз-

деле «Химическая реакция». Такая плёнка называется «пассивационной плёнкой». Эта плёнка не только обеспечивает длительный срок хранения и службы элемента питания, превышающий аналогичные показатели других типов элементов питания, но и вызывает задержку напряжения из-за того, что требуется некоторое время на сжигание пассивационной плёнки под действием протекающего тока нагрузки. При первом подключении нагрузки после периода хранения низшее минимальное напряжение можно проверить, и оно называется МНПП (минимальное напряжение переходного процесса). В соответствии с условиями окружающей среды элемента питания, такими как время хранения, температура, амплитуда импульса, коэффициент заполнения импульсов, базовый ток, вибрация и механические воздействия, диапазон задержки напряже-

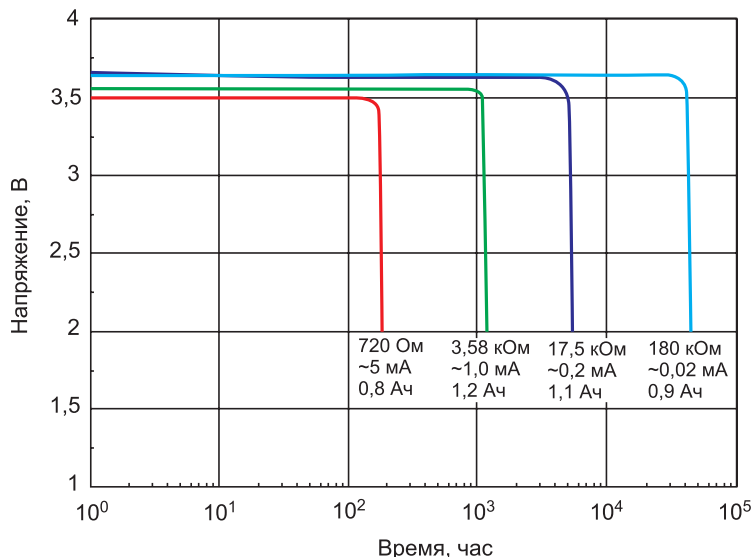


Рисунок 3. Разрядная характеристика при температуре +20 °С (элемент типоразмера 1/2AA, XL-050F)

ния может быть разным при тонкой или толстой плёнке LiCl.

Если элемент питания хранится без непрерывной разрядки, толщина плёнки LiCl может сначала увеличиваться в течение определённого периода времени. Затем толщина стабилизируется, лишь слегка увеличиваясь, как показано на рисунке 4.

Если элемент питания хранится в условиях температуры, циклически меняющейся от комнатной до некоторой более высокой температуры, толщина пассивационной плёнки может увеличиваться активнее, чем в случае хранения при постоянной комнатной температуре. Амплитуда импульсов и коэффициент заполнения импульсов также могут влиять на толщину плёнки LiCl. Более высокая амплитуда импульсов и более короткие периоды импульсов уменьшают толщину плёнки LiCl.

Базовый ток и регулярная вибрация также могут уменьшить пассивационную плёнку. Обычно базовые токи 2 мкА/см<sup>2</sup> на поверхности анода могут предотвращать пассивацию, помогая элементу питания реагировать на определённые нагрузки соответствующим образом без серьёзной задержки напряжения. Однако если в том или ином случае имеют место регулярные циклы импульсов и базовый ток, это может способствовать уменьшению пассивации и помогать депассивации анода.

*Кривые задержки напряжения*

На рисунке 5 показаны различные кривые задержки напряжения в зависимости от протекающего тока.

**Низкий уровень тока (кривая А).**

Во время начальной разрядки напряжения постоянны и стабильны, задержка напряжения отсутствует, и такие кривые используются в системах резервного питания запоминающих устройств.

**Средний уровень тока (кривая В).**

Во время начальной разрядки имеется небольшая задержка напряжения, но МНПП выше напряжения отсечки. Обычно напряжение отсечки находится в диапазоне 2,5-3 В.

**Высокий уровень тока (кривая С).**

Во время начальной разрядки происходит сильное падение напряжения, и в течение некоторого време-

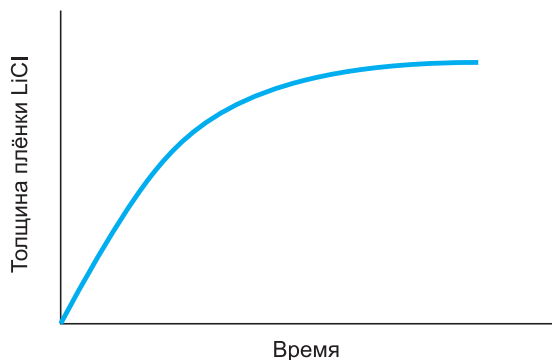


Рисунок 4. Образование пассивационной (LiCl) плёнки

ни напряжение остаётся ниже уровня отсечки, а затем возвращается к уровню отсечки. Если напряжение остаётся ниже уровня отсечки, даже в течение очень короткого времени, содержимое памяти подключённых устройств может оказаться потеряно. В этом случае необходима дополнительная поддержка, например увеличение базового тока, установка конденсатора или подключение дополнительного элемента питания.

*Характеристики напряжения*

Литий-тионилхлоридный элемент питания XenoEnergy обладает хорошими характеристиками задержки напряжения и коротким временем восстановления, а также имеет довольно широкий диапазон амплитуд импульсов. Компания XenoEnergy разработала эти элементы питания специально для улучшения показателя МНПП. Компания выпускает

семейство элементов XLP, которое разработано в основном с целью уменьшения пассивации и достижения хороших показателей восстановления напряжения при различных температурах и обеспечения длительного срока хранения.

**Ёмкость элемента питания**

*Зависимость ёмкости от времени разрядки и тока разрядки*

Ёмкость элемента питания в течение срока службы – это величина тока, которую может давать элемент питания, умноженная на время в часах, в течение которого элемент питания способен давать этот ток при определённом конечном напряжении. Ёмкость элемента питания в основном зависит от тока разрядки и времени разрядки. На рисунке 6 представлено изменение ёмкости в зависимости от времени разрядки.

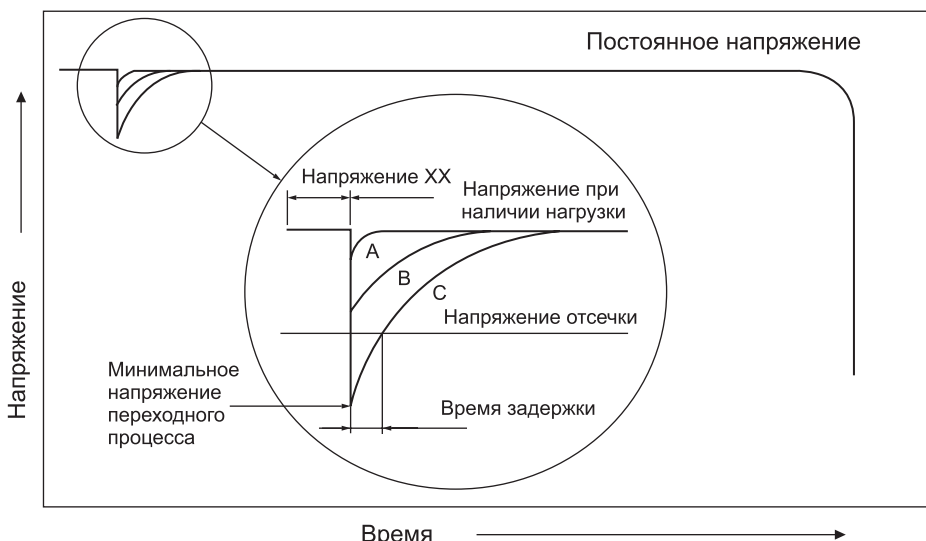


Рисунок 5. Кривые задержки напряжения



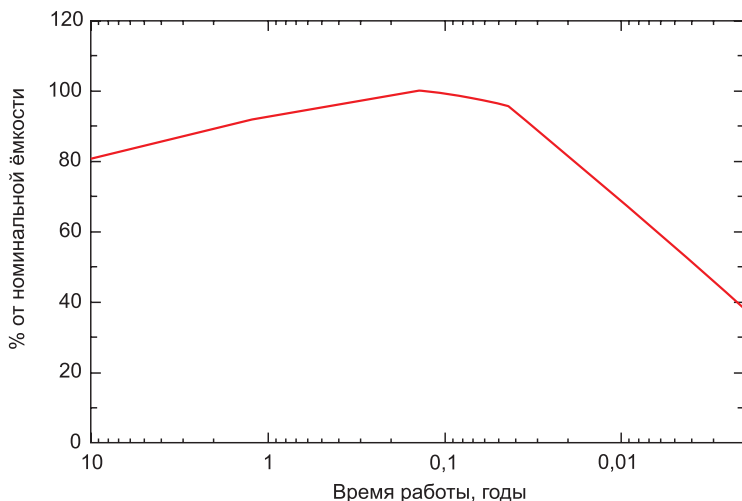


Рисунок 6. Изменение ёмкости в зависимости от времени разрядки (XL-060F)

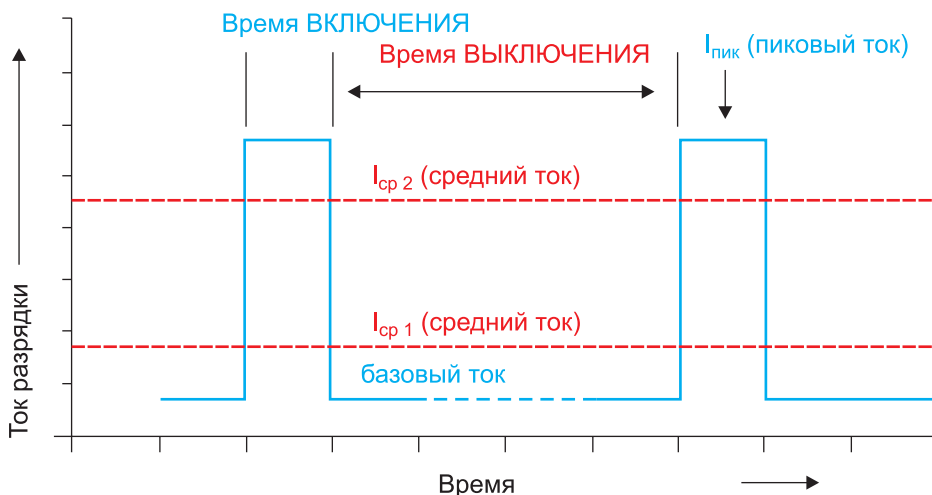


Рисунок 7. Типичный импульсный ток

В номинальном диапазоне тока, указанном в каталоге XenoEnergy для данной модели, номинальная ёмкость отражает максимальные значения без учета эффекта саморазряда. В случае разрядки при токах

ниже номинального скорость саморазряда будет выше, чем химическая реакция, вызванная длительным временем разрядки при низких токах. Поэтому имеющаяся ёмкость в этом случае обычно меньше. В случае разрядки при токах выше номинального внутреннее сопротивление возрастает вследствие быстрого движения ионов. В результате имеющаяся ёмкость также будет меньше при более высоком отклонении.

*Зависимость ёмкости от импульсной разрядки*

В настоящее время наблюдается тенденция использовать в большинстве электронных устройств, работающих на литий-тионилхлоридных элементах питания, сочетание очень низкого непрерывного базового тока и периодического или случайного импульсного тока с высоким значением, как показано на рисунке 7. Обычно базовый ток служит для того, чтобы поддерживать память входного сигнала и чтобы не допускать или уменьшать задержку напряжения путём увеличения базового тока, а импульсный ток используется для распознавания определённых изменений или передачи данных.

В соответствии с решаемой задачей количество циклов импульсов может быть разным, и отношение между временем включения и выключения обычно составляет от 1:10 до 1:10 000. Эти циклы импульсов аналогичны определённому среднему значению тока,  $I_{ср1}$  и  $I_{ср2}$ . Среднее значение тока также связано с ёмкостью элемента питания. Обычно при среднем значении тока, таком как  $I_{ср1}$  и  $I_{ср2}$ , ёмкость несколько выше, чем в случае разрядки при данном базовом токе или пиковом токе ( $I_{пик}$ ). При меньшей частоте циклов импульсов (1:10 000) средний ток намного ниже пикового тока, но несколько выше базового тока, как в случае  $I_{ср1}$ . При более частых циклах импульсов (1:10) средний ток немного ниже пикового тока, но намного выше базового тока, как в случае  $I_{ср2}$ .

ЗАВИСИМОСТЬ ЁМКОСТИ ОТ ТОКА

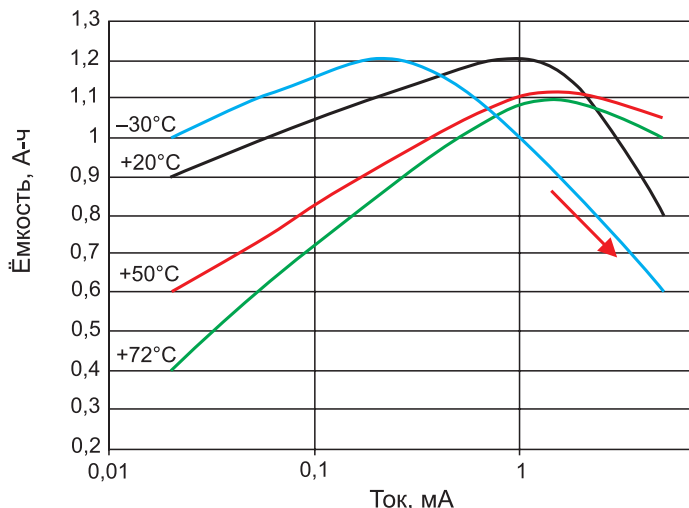


Рисунок 8. Зависимость ёмкости от тока (XL-050F, типоразмер 1/2AA)

*Влияние температуры*

Литий-тионилхлоридные элементы питания XenoEnergy мож-

но использовать в чрезвычайно широком диапазоне рабочих температур: -55...85 °С. При низких температурах диапазон рабочего напряжения и ёмкости будет ниже, чем при комнатной температуре или при высоких температурах, из-за меньшего движения ионов и более высокой плотности защитного слоя. При более высоких температурах диапазон рабочих напряжений будет несколько выше, но ёмкость будет меньше, чем при комнатной температуре, из-за быстрого движения ионов и меньшей плотности пассивирующей плёнки.

В частности, изделия XenoEnergy демонстрируют наилучшие рабочие характеристики и рабочее напряжение при циклической смене хранения при высоких температурах и разрядке.

На рисунке 8 показана разница ёмкостей элемента питания XL-050F в зависимости от тока при различных температурах, а на рисунке 9 показана зависимость рабочего напряжения от изменений температуры при различных нагрузках. Температурные характеристики каждой модели имеются в каталоге продукции XenoEnergy.

Компания XenoEnergy может дать более точную и достоверную оценку срока службы с помощью нашей методики оценки зависимости фактической ёмкости от тока при различных температурах, если заказчик предоставит подробные графики изменения температуры, как показано в примере:

Температура, °С	Интервал времени, % (от года)
-40	1
-20	1
0	8
20	29
40	36
60	23
85	2

### Длительное хранение и разрядка

Компания XenoEnergy понимает, что литий-тионилхлоридные элементы питания в основном используются там, где требуется длительное хранение, гарантированный и длительный срок службы (обычно более 10 лет). Поэтому XenoEnergy

начала испытания фактического длительного хранения и испытания разрядки опытных образцов элементов питания ещё в 2000 г. Это было сделано для демонстрации потребителям высокой надёжности продукции XenoEnergy путём предоставления фактических данных по саморазряду и результатов длительного хранения вплоть до конца срока службы элементов питания.

### Характеристики длительного хранения

XenoEnergy продолжает проводить испытания по фактическому долгосрочному хранению с 2000 г. Для проверки саморазряда в компании XenoEnergy используется микрокалориметрия. Этот метод относится к методам неразрушающего контроля и является эффективным и точным способом измерения саморазряда по измерению теплового потока от батарейки.

Порядок измерения выглядит следующим образом:

1. Испытуемый образец взвешивается.
2. Берётся контрольный образец той же массы, но без литиевой фольги.
3. Контрольный образец помещается в калориметр и выдерживается несколько часов до состояния теплового равновесия.
4. Измеряется тепловой поток контрольного образца – это дис-

сипация, не связанная с саморазрядом, по этому параметру определяется нулевой уровень «фон».

5. Аналогично проводятся измерения на испытуемом образце.
6. После вычитания фона получается тепловой поток  $W$  вследствие саморазряда.
7. Рассчитывается скорость саморазряда в год ( $S$ ) по следующей формуле:

$$S = \frac{W(\text{Вт}) \times 24 \times 365 \text{ дн}}{C(\text{А} \times \text{ч}) \times 3,6 \text{ в}} \times 100\%$$

где  $C$  – номинальная ёмкость в ампер-часах.

8. Имеется небольшое отклонение, вызванное образованием пассивационной плёнки, коррозией литиевого анода и разложением  $\text{SOCl}_2$ .

Элемент питания XenoEnergy демонстрирует саморазряд на уровне ниже 1% после хранения в течение 1 года без разрядки при комнатной температуре. Обычно скорость саморазряда сначала несколько выше, но существенно снижается и продолжает неуклонно уменьшаться с течением времени. При более высоких температурах скорость саморазряда увеличивается (при +60 °С составит около 3,5%), а при низких – падает (рисунок 10).

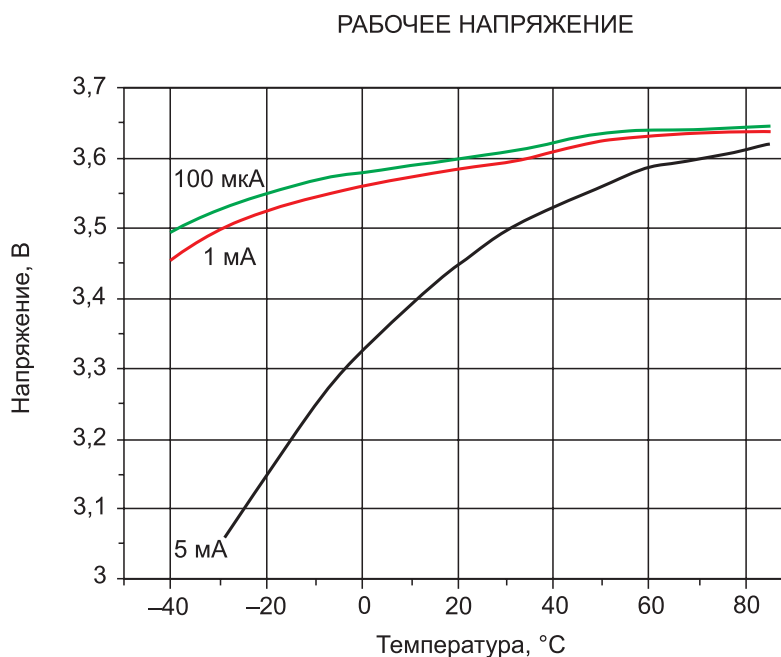


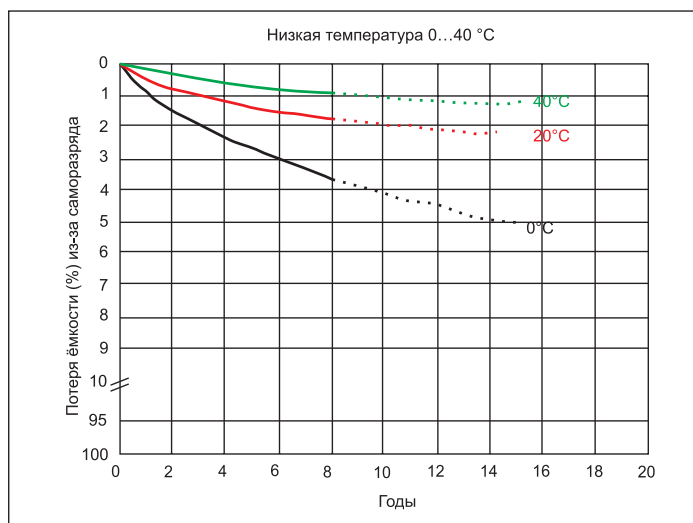
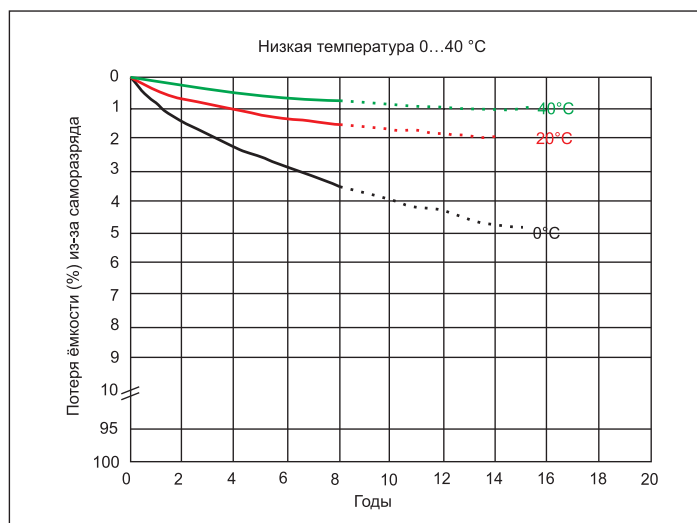
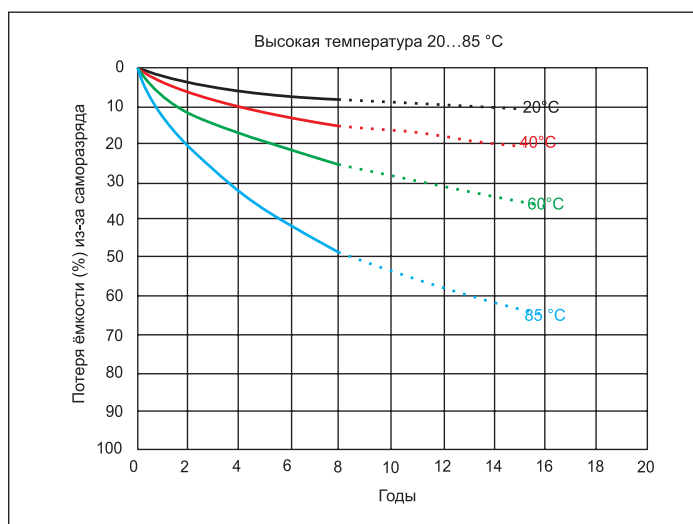
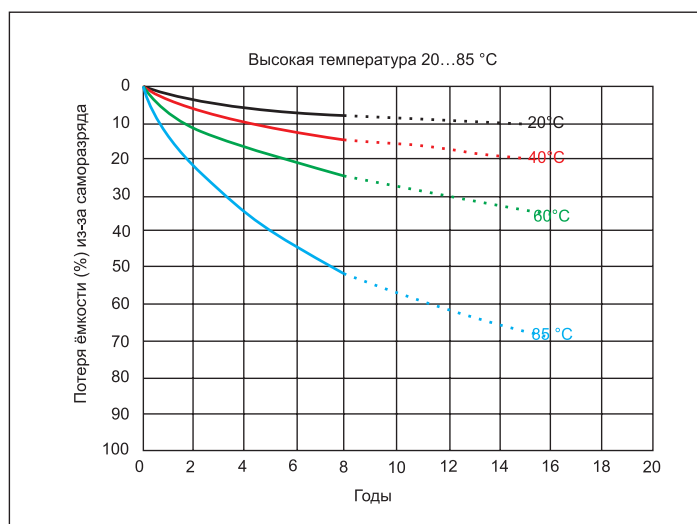
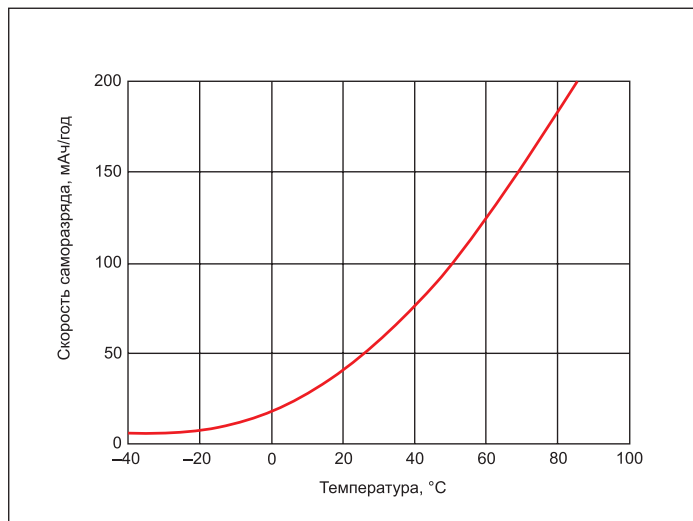
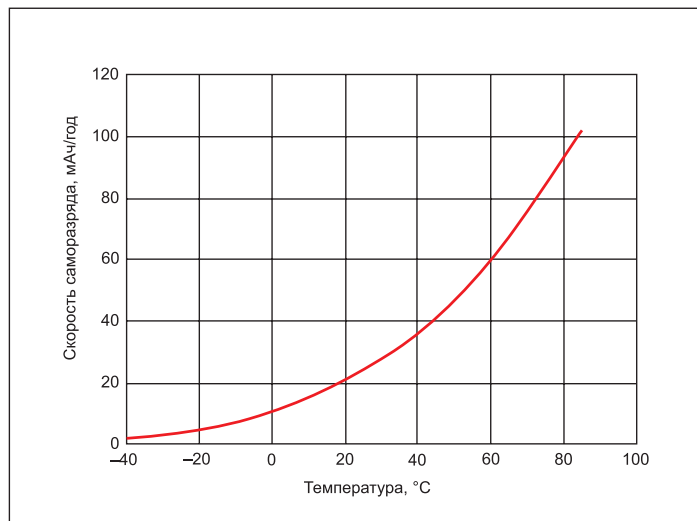
Рисунок 9. Зависимость рабочего напряжения от температуры (XL-050F, типоразмер 1/2AA)

*Характеристики  
длительной разрядки*

Компания XenoEnergy также провела испытания фактической разрядки нескольких опытных

образцов в течение длительного периода при отсутствии нагрузки с 2000 г. По основным моделям эти испытания проводились до настоящего времени при различных

условиях базового тока, и проверялась интенсивность отказов, чтобы оценить надёжность нашей продукции в долгосрочной перспективе.



(XL-050F, типоразмер 1/2AA, изготовлен в 2000 г.)

(XL-060F, типоразмер AA, изготовлен в 2000 г.)

Рисунок 10. Скорость саморазряда и потеря ёмкости – элементы XL-050F и XL-060F (при измерении микрокалориметром)

### Ориентация элемента питания

Ориентация элемента питания может влиять на ёмкость во время разрядки, потому что может быть разным положение электролита и его количество, контактирующее с литием и катодом. Существует три возможные ориентации элемента, когда элемент питания устанавливается в питаемый прибор, как показано на рисунке 11.

- При установке в вертикальном положении на ёмкость не оказывает влияния величина разрядного тока, будь он высокий, номинальный или низкий.
- В горизонтальном положении на ёмкость элементов малых типоразмеров (1/2AA, 2/3AA, AA, 1/10D) не оказывает влияния величина разрядного тока, будь он высокий, номинальный или низкий. На ёмкость элементов больших типоразмеров (C, D) малый или номинальный разрядный ток не оказывает влияния, но если разрядный ток высокий, это может повлиять на ёмкость. (Можно ожидать снижение ёмкости при высоких значениях разрядного тока примерно на 15-30%.)
- В перевёрнутом положении на ёмкость элементов малых ти-



Рисунок 11. Возможная ориентация элемента питания при разрядке

поразмеров (1/2AA, 2/3AA, AA, 1/1 OD) величина разрядного тока, будь он высокий, номинальный или низкий, оказывает меньшее влияние. Однако разрядный ток оказывает влияние на ёмкость элементов больших типоразмеров (C, D), особенно если это высокий ток. При установке в перевёрнутом положении литий и катод находятся в фиксированном положении, тогда как электролит опускается на дно в этом случае, и в верхней части элемента питания образуется об-

ласть, где анод и катод не покрыты электролитом. Элементы питания большего типоразмера имеют большее пустое пространство, поэтому уменьшение ёмкости таких элементов в перевёрнутом положении будет больше, чем у элементов меньших типоразмеров (примерно на 20-40% ёмкости при таком же высоком токе разрядки).

По всем интересующим вопросам обращайтесь в компанию «Сканти» [www.scanti.com](http://www.scanti.com).

Окончание следует.

## ADS1257 – четырёхканальный 24-разрядный дельта-сигма АЦП

ADS1257 – это малошумящий АЦП с быстродействием до 30 тыс. отсчётов/с. Микросхема содержит входной мультиплексор, буфер, усилитель с программируемым усилением, дельта-сигма АЦП и схемы управления. Аналоговые входы могут быть сконфигурированы либо как два дифференциальных, либо как три входа с общей «землёй». Входное напряжение может быть одно- или двухполярным и достигать до  $\pm 5$  В. Обмен данными с хост-контроллером осуществляется по SPI-интерфейсу, допускающему работу с сигналами уровнем до 5 В.

### Основные характеристики:

- напряжение питания: 5 В (аналоговое), 1,8-3,6 В (цифровое);
- быстродействие: от 2,5 до 30 тыс. отсчётов/с;
- коэффициент усиления дифференциального PGA: от 1 до 64;
- нелинейность не более 3 ppm;
- высокоимпедансный входной буфер;
- режекторный фильтр 50/60 Гц;
- программируемый цифровой фильтр, обеспечивающий реальное разрешение АЦП до 23 бит;

- встроенный контроль обрыва датчика;
- двухбитовый порт общего назначения.

Микросхема предназначена для применения в промышленной автоматике, тестовом и измерительном оборудовании, научных и медицинских приборах. Выпускается в корпусе VQFN-20 размером 5×5 мм. В данное семейство микросхем АЦП входят также ADS1255 и ADS1256 – на 2 и 8 входов соответственно.

[www.ti.com/product/ADS1257](http://www.ti.com/product/ADS1257)

одноплатный компьютер

## Бюджетный одноплатный компьютер для производителей встраиваемых систем!



- Low cost SBC
- Freescale i.MX6
- Energy-efficient
- Flexible
- IoT Gateway
- High performance
- Linux & Android



### Компания SECO анонсировала запуск в серийное производство бюджетного одноплатного компьютера для встраиваемых систем – SECOSBC-A62

Вдохновленные успехом **OpenSource** проекта **UDOO** – который представляет собой одноплатный **Arduino**-компьютер на базе **Freescale i.MX6** и **Atmel SAM3X8E Cortex-M3** и доступен на сайте производителя по цене €84.5 за модификацию с двухъядерным процессором – инженеры и руководство компании **SECO** решили воплотить в жизнь модификацию для разработчиков промышленного оборудования. В отличие от **UDOO**, новая модификация **SECOSBC-A62** будет выпускаться как в стандартном, так и в расширенном рабочем диапазоне температур, а также гарантируется долгий срок выпуска платы в 5-7 лет. **SECOSBC-A62** выполнен на том же процессоре **i.MX6** и поддерживает все официальные и большинство неофициальных сборок ОС из сообщества **UDOO** – что заметно упрощает и ускоряет разработку программного обеспечения. Однако, в отличие от **UDOO**, новая плата не имеет со-процессора **Atmel** и, как следствие, интерфейсов **Arduino**. Полное сравнение двух плат **UDOO** и **SECOSBC-A62** приведено на сайте производителя и доступно по следующей ссылке: [http://www.seco.com/sites/seco.com/files/udoo-sbc/differences\\_UDOO\\_SECOSBC-A62.pdf](http://www.seco.com/sites/seco.com/files/udoo-sbc/differences_UDOO_SECOSBC-A62.pdf)

Из наиболее интересных особенностей новой платы хочется отметить возможности конфигурирования последовательных портов, включая **TTL**, **RS-232**, полный **RS-485** и **CAN**-интерфейсы. Стоимость платы ожидается от \$98 долларов в младшей конфигурации при заказе на сайте производителя.

Тариг Чанг (Tarig Chang)

## Увеличение ресурса элементов питания для систем «Интернета вещей»

По мере того как мир непрерывно движется к соединению всего и вся, всё более популярными на рынке «Интернета вещей» (Internet of Things – IoT) становятся беспроводные датчики. Существует несколько определений «Интернета вещей». Согласно одному из вариантов, он определяется просто как система, позволяющая быть в курсе функционирования всего, что нас окружает, что достигается путём измерения различных параметров окружающей среды с помощью удалённых датчиков (рисунок 1).

Большинство приложений IoT работает в режиме периодического обмена данными, когда большую часть времени система не активна. Ввиду такого режима работы системы, ток в неактивном состоянии становится чрезвычайно важным параметром при определении того, насколько хорошо система способна экономить энергию элемента питания и как долго она сможет проработать. В последние годы

технологические достижения привели к резкому снижению токов систем в неактивном состоянии, которые в настоящее время составляют всего несколько десятков наноампер, однако есть возможность ещё больше снизить мощность, потребляемую системой.

Системный таймер со сверхмалой мощностью потребления может оказаться особенно полезен в системах, переходящих в активное состояние периодически или питающихся от батарей, то есть именно в таких, с которыми мы имеем дело в IoT-приложениях. Вот почему корпорация Texas Instruments вывела на рынок системные таймеры малой мощности TPL5110 и TPL5010. Обычно в таких системах для периодического перевода в активное состояние используется внутренний таймер микроконтроллера, однако даже в режиме малой мощности или в неактивном (спящем) режиме микроконтроллер (MCU) вполне может потреблять ток в несколько микроампер.

Новые таймеры, потребляя всего 35 нА, могут периодически генерировать системные прерывания, существенно снижая общий ток системы в неактивном состоянии (рисунок 2). Такая экономия энергии позволяет использовать элементы питания значительно меньшей ёмкости и габаритов, открывая возможности применения этих устройств в системах, получающих энергию из окружающей среды, или в системах с беспроводными датчиками. Эти таймеры обеспечивают возможность выбора интервалов срабатывания в диапазоне от 100 мс до 7200 с и рассчитаны на применение в системах, которые периодически переходят в активное состояние.

Таймер TPL5010 работает, отправляя сигнал пробуждения в микроконтроллер по истечении каждого периода задержки, который можно установить программно (рисунок 3). Если микроконтроллер работает в сочетании с таймером TPL5010, воз-

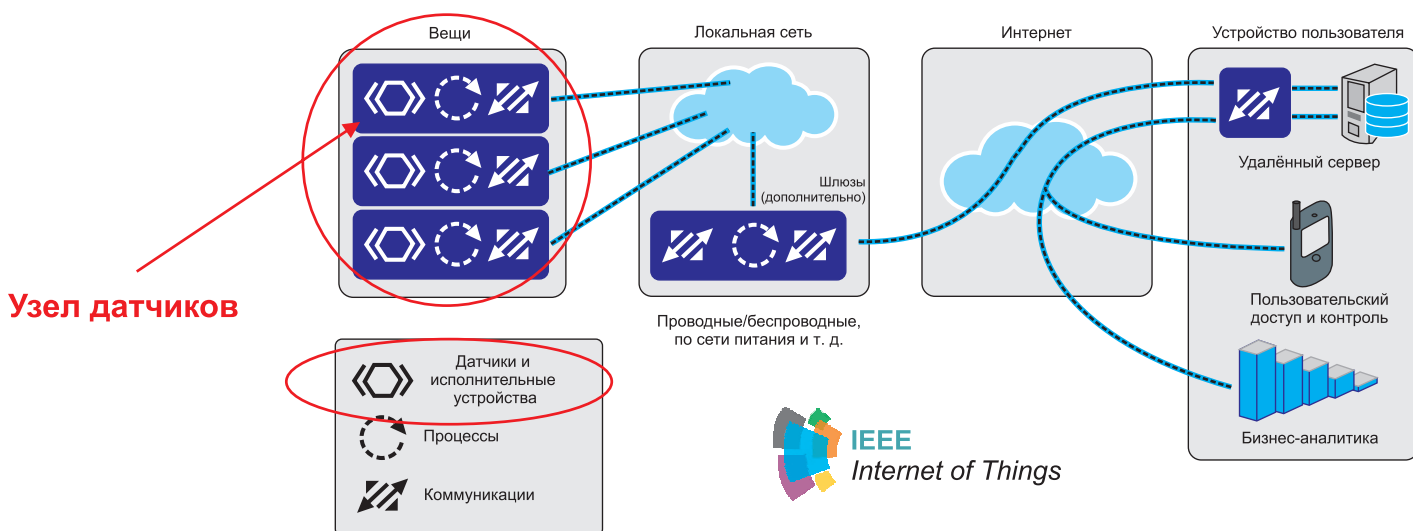


Рисунок 1. IEEE «Интернет вещей»

можно дальнейшее уменьшение его мощности потребления, в неактивном состоянии, за счёт отключения внутреннего таймера микроконтроллера. Кроме того, встроенная сторожевая функция (watchdog) постоянно контролирует работу микроконтроллера системы, обеспечивая высокую надёжность. Подробнее об этой сторожевой функции читайте на сайте производителя: [www.ti.com/product/TPL5010/datasheet?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-ds-tpl5010-en](http://www.ti.com/product/TPL5010/datasheet?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-ds-tpl5010-en).

В отличие от этого, таймер TPL5110 управляет работой внешнего МОП-транзистора (MOSFET) (рисунок 4), контролируя питание системы, что обеспечивает ещё большую экономию энергии. Помимо этой стандартной функции управления рабочим циклом, таймер TPL5110 способен работать в режиме «одиночного включения». В режиме одиночного включения таймер может обеспечивать включение внешнего МОП-транзистора на один цикл. В сочетании с возможностью сброса вручную эти две функции делают TPL5110 компактным и недорогим решением, которое идеально подходит для любых простых устройств подачи питания, не требующих микроконтроллера.

Рассмотрим пример небольшой системы (рисунок 5).

В случае системы, в которой датчики влажности и температуры используются для контроля состояния окружающей среды, результаты измерения обычно снимаются один раз в минуту. Это означает, что активное состояние рабочего цикла продолжается примерно 1 с, а в течение 59 с система будет выключена или находиться в неактивном состоянии. При этом включением/отключением системы может управлять и микроконтроллер, но если ток неактивного режима микроконтроллера составляет 120 мкА, система будет потреблять лишний ток. При наличии таймера TPL5110 система может потреблять всего 35 нА в неактивном режиме, что почти в 3500 раз меньше.

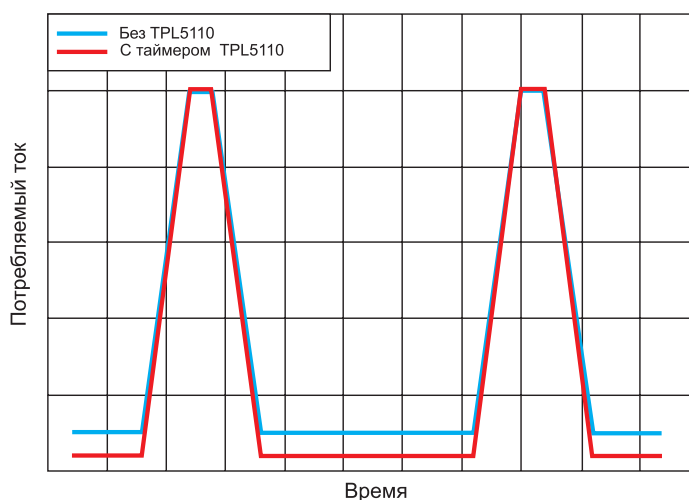


Рисунок 2. Принцип работы

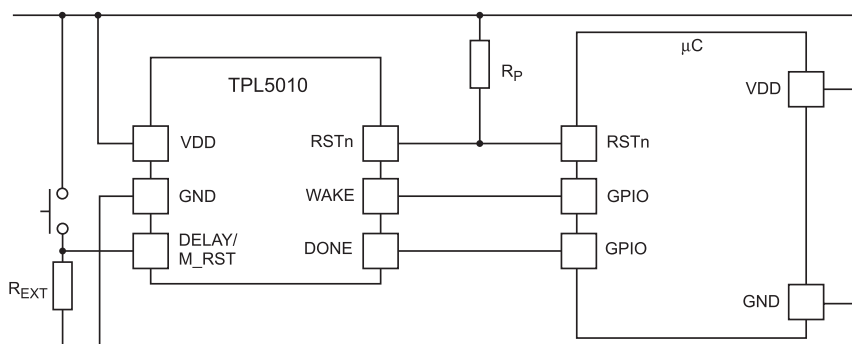


Рисунок 3. Системный таймер малой мощности TPL5010 со сторожевой функцией

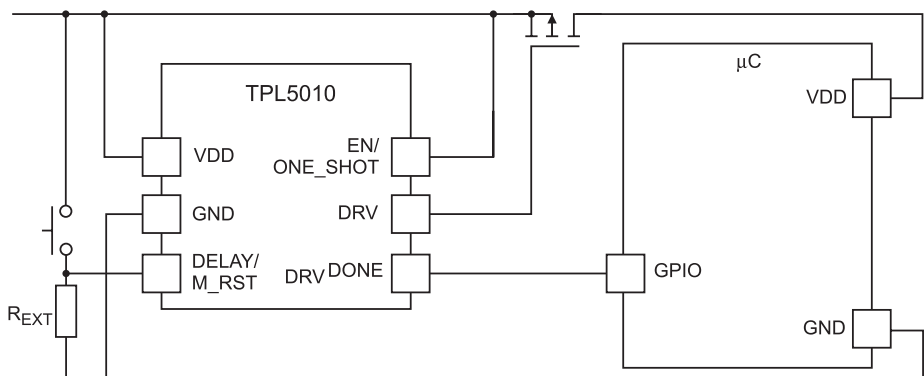


Рисунок 4. Системный таймер малой мощности TPL5110 с драйвером МОП-транзистора

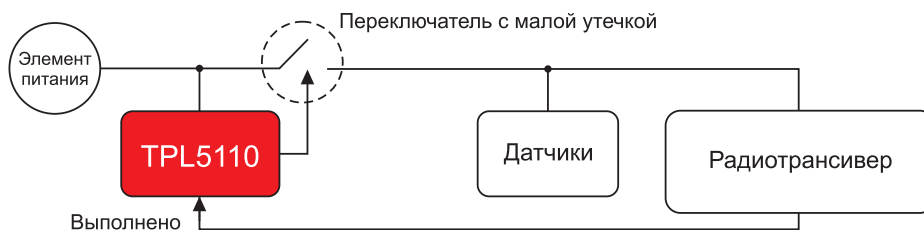


Рисунок 5. Типичный беспроводной датчик

## Литература

1. [www.ti.com/product/TPL5110/datasheet?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-ds-tpl5110-en](http://www.ti.com/product/TPL5110/datasheet?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-ds-tpl5110-en).

[www.ti.com/tool/tpl5110evm?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-evm-tpl5110-en](http://www.ti.com/tool/tpl5110evm?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-evm-tpl5110-en).

3. [www.ti.com/ww/en/internet\\_of\\_things/iot-overview.html?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-lp-iot-en](http://www.ti.com/ww/en/internet_of_things/iot-overview.html?DCMP=awire&HQS=sva-ppsp-ssp-tpl-awire-20150312-lp-iot-en).



**Realtek Semiconductor** – Тайвань, ведущий разработчик интегральных микросхем и компонентов ПК. Компания была основана в 1987 году и впоследствии внесена в список компаний Тайваньской Фондовой биржи.

**Realtek** осуществляет свою деятельность в двух основных направлениях. Первым из них является производство микросхем для компьютерной техники и устройств мультимедиа, вторым – изготовление микросхем для сетей связи. Продукция первого типа представлена LCD-контроллерами, кодеками высокого разрешения, аудиокодеками AC97, тактовыми генераторами и карт-ридерами. Второе направление представлено контроллерами сетевого переключения и межсетевого сопряжения, контроллерами первого уровня, сетевыми контроллерами интерфейса и многими другими типами устройств.

За время своего существования компания **Realtek** получила целый ряд международных наград, среди которых – «Лучший выбор Computex», «Лучший компонент» и многие другие.



• Аудио кодек ALC888



• Ethernet-контроллер RTL8100CL



## Решения для современной бытовой техники



### Конструктивные решения

#### Энергетическая эффективность

Электродвигатели крупной бытовой («белой») техники зачастую имеют достаточно большие размеры, что обусловлено широким диапазоном крутящего момента нагрузки и скачками сетевого напряжения. Применение для управления ЭД скалярных технологий

может привести к неэффективности систем и к шумам при работе. Это, в свою очередь, ведёт к посредственной энергетической эффективности, находящейся в пределах 40–50%. Используя систему управления с цифровыми сигнальными контроллерами TI, проектировщики могут применять менее шумные двигатели меньшего размера с энергетической эффективностью 85–90%.

#### Коррекция коэффициента мощности (ККМ/PFC)

ККМ – это технология противодействия нежелательным воздействиям электрических нагрузок, создающая коэффициент мощности, меньший единицы. Для стиральных машин технология ККМ необходима, например, из-за постоянных скачков напряжения и импульсных бросков тока, которые создаёт электродвигатель во время цикла стирки. При использовании инструментов ККМ может осуществляться извне с помощью отдельной микросхемы либо может реализовываться программным обеспечением на микроконтроллере, исключая необходимость отдельного внешнего контроллера ККМ.

#### Соответствие техническим условиям Международной электротехнической комиссии (МЭК) IEC 60730

Производители крупной бытовой техники постоянно вносят усовершенствования в конструкции электронных систем автоматического управления, обеспечивающие безопасную, надёжную и эффективную работу оборудования. Среди прочего, в технических условиях IEC 60730 рассматриваются аспекты механики, электрики, электроники, электромагнитной совместимости и неисправностей в работе устройств, работающих с питанием от сети переменного тока. Для микроконтроллеров в технических условиях определяются новые методы тестирования и диагностики встроенного современного ПО для обеспечения безопасной работы

встроенного управляющего аппаратного оборудования и ПО. Многие микроконтроллеры TI имеют библиотеки стандартных программ для достижения соответствия классу IEC60730. В 2009 году МЭК изменила определение цепей низкой мощности со 100 до 15 Вт. Все доступные для бытового пользования органы управления должны представлять собой цепи низкой мощности. Для получения более подробной информации посетите сайт [www.ti.com/safeti](http://www.ti.com/safeti).

### Управление питанием

В большинстве случаев в изделии стандартно имеются автономные линии электропитания с напряжением от 12 до 24 В. TI предлагает контроллеры понижения напряжения и линейные регуляторы, преобразующие это автономное напряжение во что-то, что может использовать микроконтроллер термостата или внутренний блок контроллера, – обычно это 5; 3,3 или 1,8 В.

### Изоляция высокого напряжения

Для более крупных высокоэффективных изделий, в которых особое значение уделяется надёжности и точности управления электромотором, TI предлагает продукцию для изоляции, блокирующую высокое напряжение, изолирующую заземление и предотвращающую попадание паразитных токов в землю через цепь заземления.

### Интеллектуальный бытовой прибор

Домашняя сеть обмена данными состоит из бытовых приборов, связанных друг с другом посредством беспроводной связи и дистанционного управления. TI представляет потребителям технологии, совместимые с открытым стандартом беспроводной связи ZigBee для систем сбора данных и управления, защищённые патентами изделия для портативных устройств: RF-микросхемы, модули Wi-Fi® и ближней бескон-

тактной связи стандарта NFC. TI обладает зарекомендовавшими себя технологиями программного обеспечения и аппаратного оборудования, поддерживающими каждый из указанных интерфейсов систем связи.

### Сенсорное управление

Сенсорные панели переключались из сегмента дорогой продукции в устройства широкого применения. Стандартно сенсорные органы управления имеют вид кнопки или скользящего указателя, однако постоянно появляются новые виды сенсорного управления на электронных дисплеях. Сенсорная навигация может предоставить сенсорные интерфейсы с тактильным реагированием, к которым уже привыкли бывшие пользователи механических органов управления. TI предлагает разнообразные и надёжные технологии сенсорного управления с великолепной помехоустойчивостью к радиочастотам.

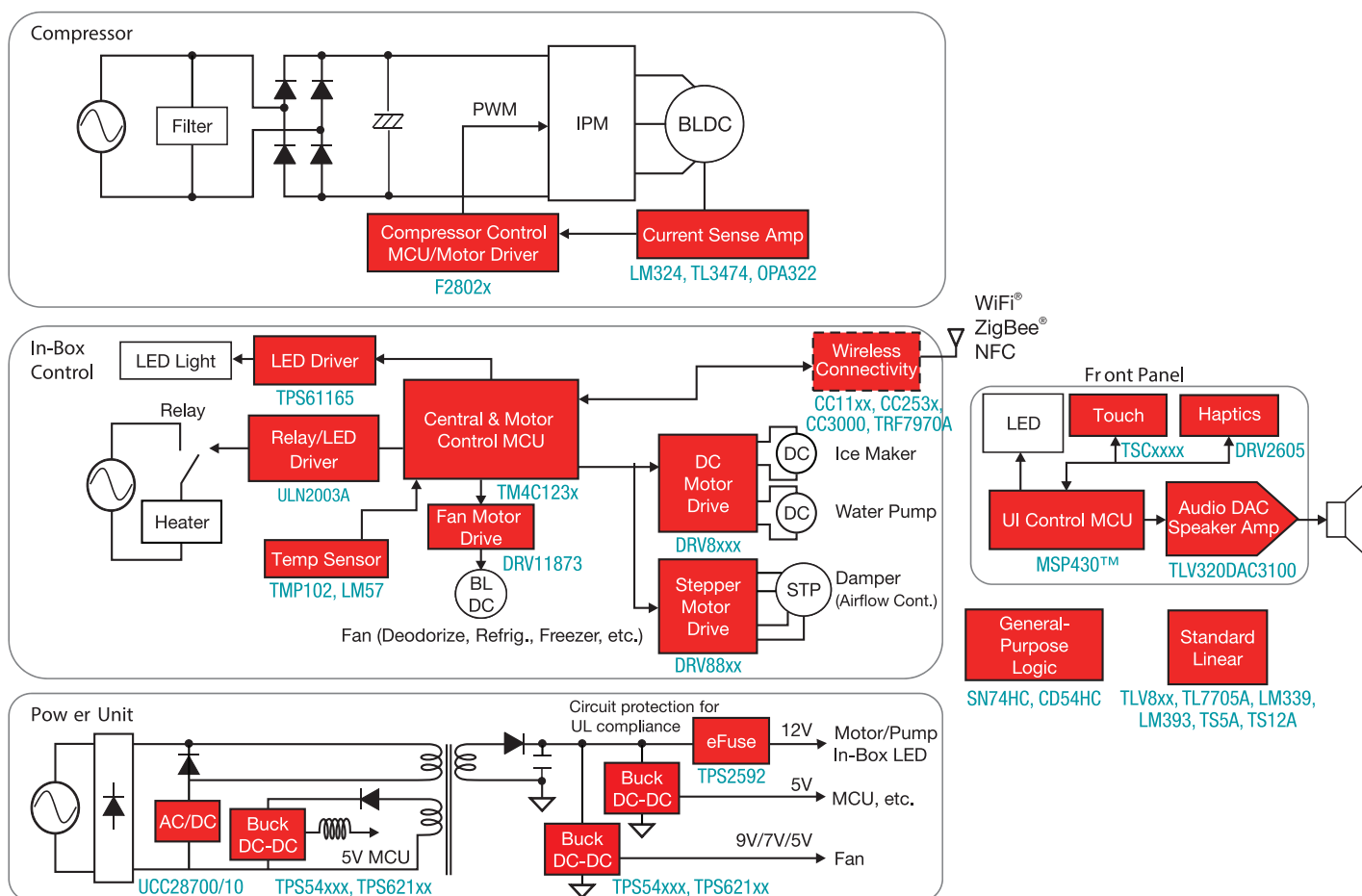


Рисунок 1. Холодильник

Блок-схемы основных систем

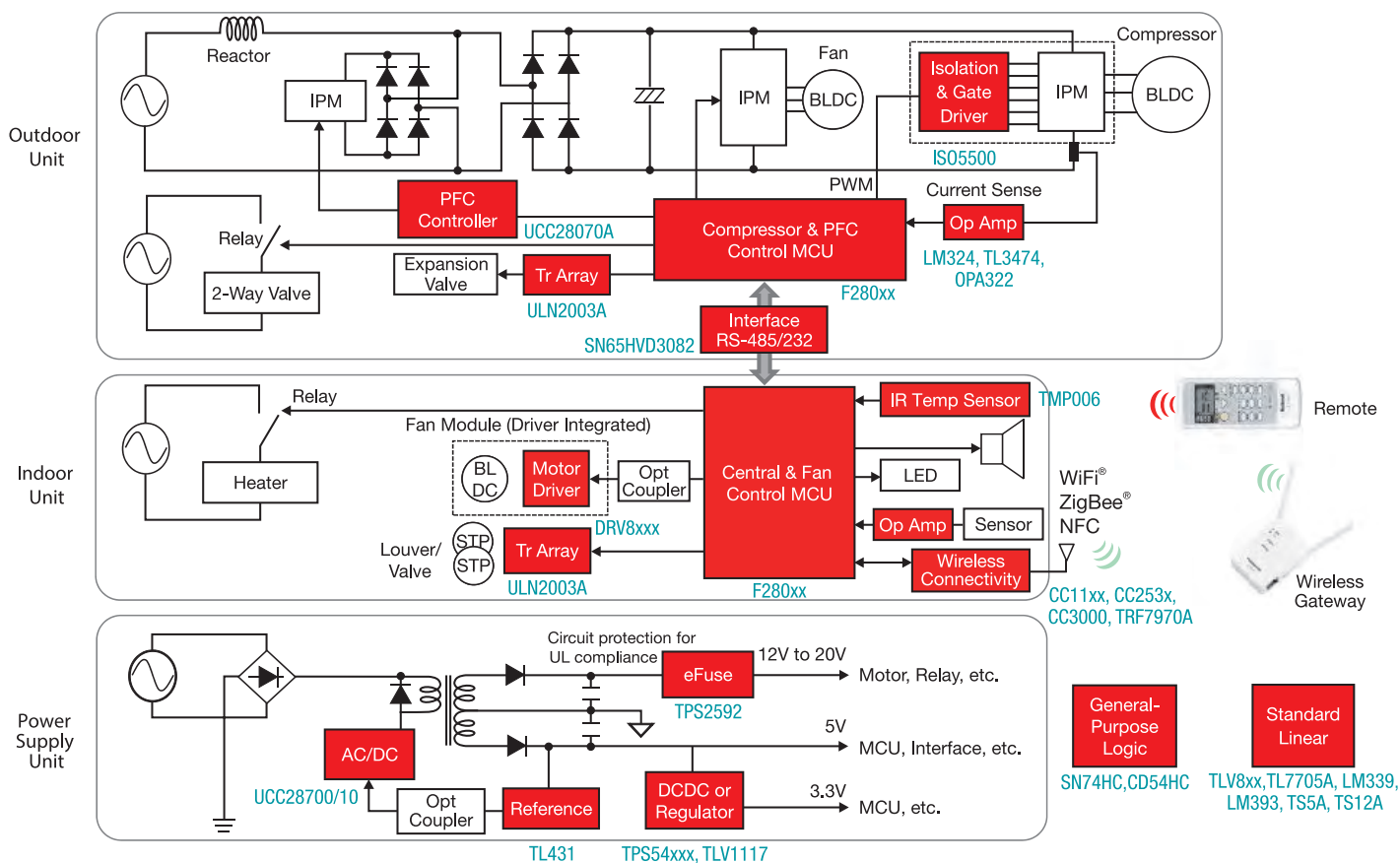


Рисунок 2. Кондиционер воздуха

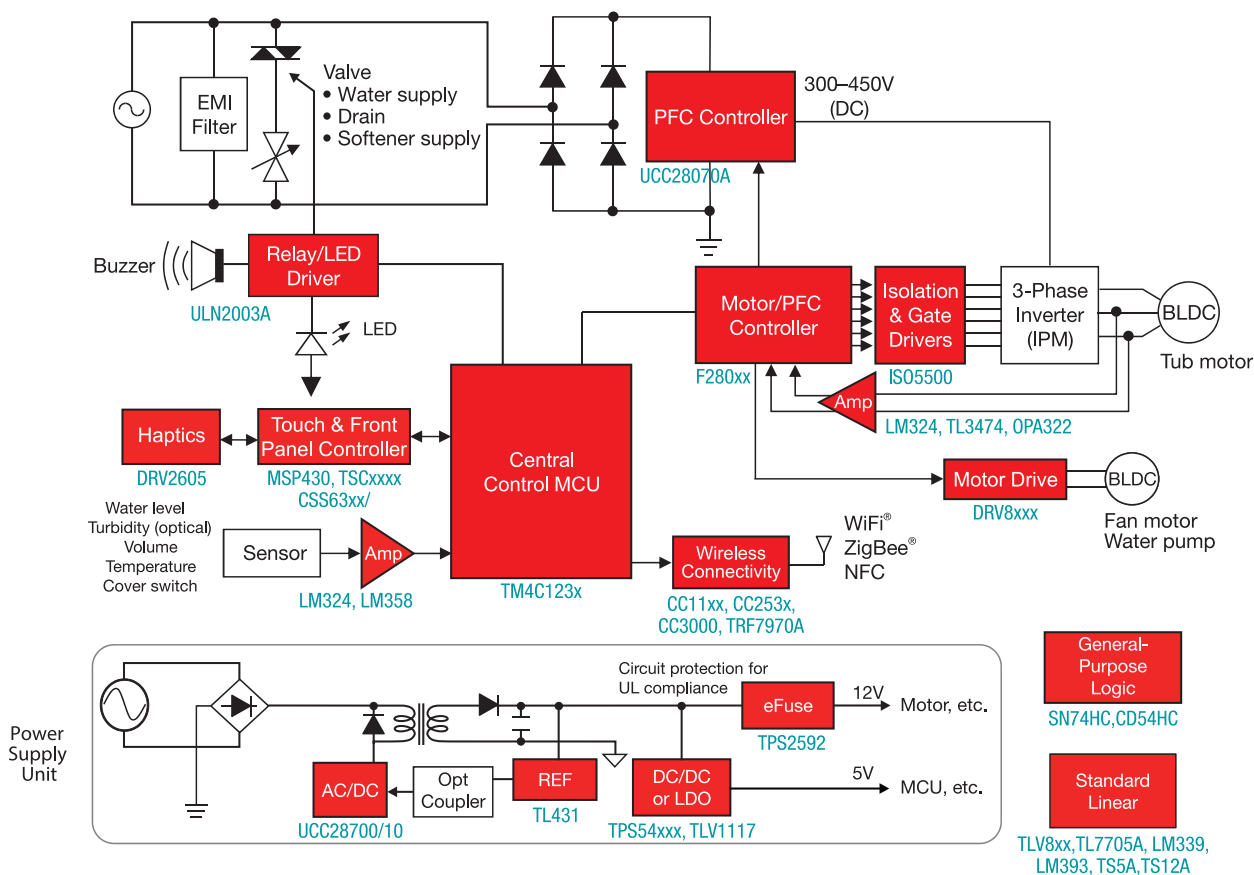


Рисунок 3. Стиральная машина

## Интеллектуальные технологии для жилых домов и общественных зданий (HAN)

Домашняя информационная сеть (ДИС/HAN) относится к структуре внутридомовых устройств, подключённых к интеллектуальной сети энергоснабжения через «интеллектуальный» электросчётчик, домашний энергетический шлюз, а в некоторых случаях и напрямую. Примером таких устройств могут явиться внутридомовые дисплеи (In-Home Displays (IHD)) для мониторинга энергопотребления (рисунок 4), интеллектуальные устройства, управляемые сигналами о расценках, действующих в определенное время суток, интеллектуальные термостаты, формирующие циклы кондиционирования воздуха на основании поступающих от устройств сигналов снижения пиковых нагрузок, или интеллектуальные коммутаторы, контролирурующие потребление энергии и управляющие устройствами.

Функции ДИС можно в общих чертах разделить на три категории. Это измерения, связь и управление. В TI разработаны комплексные технологии для каждой из этих трёх категорий.

Измерения относятся к области метрологического оборудования или устройствам измерения мощности и энергии, для которых предназначен комплекс наших технологий, основанных на применении микроконтроллера MSP430TM. Связь между интеллектуальным электросчётчиком и устройствами осуществляется с помощью стандарта беспроводной связи, такого как ZigBee®. Устройства в ДИС могут быть связаны друг с другом по линиям электропередачи (PLC), каналам беспроводной связи стандарта ZigBee или других стандартов беспроводной связи, например Wi-Fi®. Для электропитания и включения в систему более современных изделий, для которых требуется более эффективное оборудование или графический интерфейс пользователя, TI предлагает процессор Sitara™. У TI имеются зарекомендовавшие себя технологии ПО и аппаратного оборудования, поддерживающие каждый из указанных интерфейсов

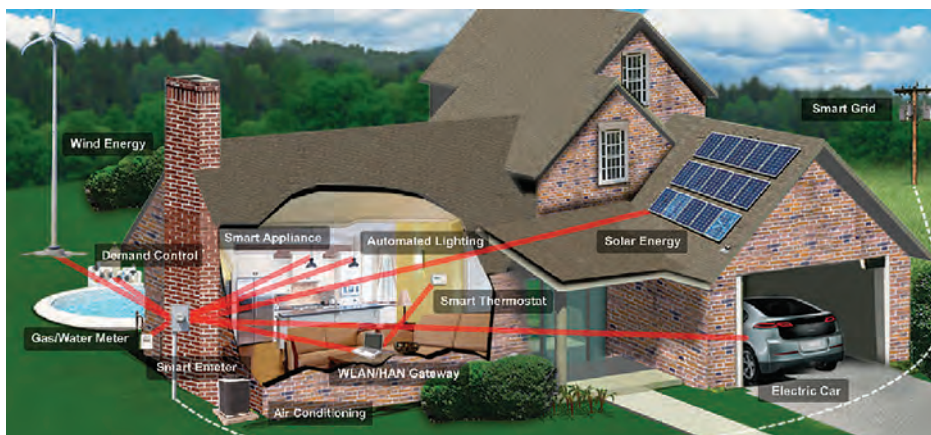


Рисунок 4. Интеллектуальные технологии для жилых домов и общественных зданий (HAN)

связи. Новейшие устройства для ДИС управляются компонентами, объединяющими принципы измерений и связи. Это может осуществляться с помощью внутридомовых диспле-

ев IHD или через интернет-порталы. А также посылкой сигналов непосредственно на контроллеры нагрузок или на интеллектуальные силовые разъёмы.

Таблица.

Артикул детали	Описание
AM335x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 32-битовый RISC-микропроцессор с частотой до 1 ГГц Cortex™-A8</li> <li>• Полномасштабный набор периферийных устройств (2xGbit-Ethernet, CAN, USB, 8 интерфейсов UART на базе PRU, ...)</li> <li>• Гибкие протоколы связи</li> <li>• Семейство Linux™, Android™, Windows®. встроенные CE, DSP/BIOS™ и ОС реального времени RTOS – экосистема нашего партнёра по разработке</li> </ul>
WL18xx	Подключение к Wilink™ для AM335x
TPS650250	Недорогие решения для управления питанием процессора AMS335x

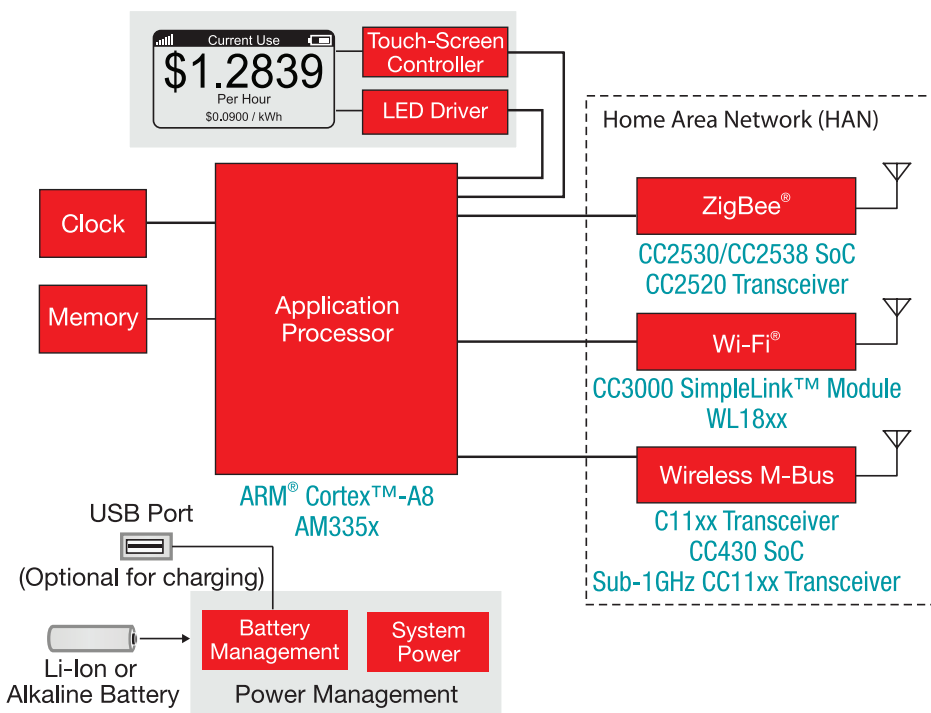


Рисунок 5. Внутридомовой дисплей

## Как начать работу с устройствами управления электродвигателями

### Макеты плат и пример разработки

#### Решения для управления электродвигателем

Плата начального уровня EK-TM4C123GXL Tiva™ серии C



всё необходимое для запуска коллекторного электродвигателя постоянного тока или шагового мотора: привод электромотора DRV8412, управляющая карта микроконтроллера C2000 Piccolo F28035 MCU controlCARD, графический интерфейс пользователя для запуска, ПО, среду для разработки кода и электродвигатели. Данная высокоинтегрированная и надёжная технология приводов управления электродвигателем уменьшает время разработки для коллекторных или шаговых электромоторов, работающих с постоянным током до 6 А, пиковой нагрузкой до 12 А при напряжении до 50 В. Типичные области применения включают медицинские насосы, устройства открывания ворот, освещение сцены, инструменты для производства тканей и промышленные или бытовые роботы.

#### Сенсорные технологии

Отладочный комплект ёмкостных сенсоров для MSP430™



Дополнительная плата с ёмкостным сенсорным управлением Capacitive Touch BoosterPack (430BOOST-CAPTOUCH1) является съёмной платой для оценочного отладочного комплекта MSP430 Value Line LaunchPad в бюджетном варианте (MSP-EXP430G2 – продается отдельно). Плата с ёмкостным сенсорным управлением (стоимость \$10 США) содержит несколько ёмкостных сенсорных элементов, включая колесо прокрутки, кнопки и датчик присутствия. Также на плате установлены девять СИД, обеспечива-

ющих мгновенную обратную связь при взаимодействии пользователя с ёмкостными сенсорными элементами. Кроме того, реализованный на базе таймера универсальный асинхронный интерфейс (UART) обеспечивает связь с ПК для получения обратной связи через графический интерфейс пользователя или программу связи Гипертерминал. Данный отладочный комплект поставляется также с уже запрограммированным микроконтроллером MSP430G2452IN20 бюджетного семейства Value Line.

Комплект DRV8312-69M-KIT



Комплект DRV8312-69M-KIT представляет собой набор для оценки метода управления электромотором без сенсоров обратной связи на основе технологий InstaSPIN™-FOC и InstaSPIN-MOTION, для работы 3-фазных бесколлекторных двигателей постоянного тока (BLDC) и переменного тока (BLAC), а также синхронных двигателей с постоянными магнитами (PMSM). Этот комплект позволяет разработчикам быстро определять характеристики и автоматически настраивать трёхфазный электромотор, а также управлять им, обеспечивая стабильную и функциональную систему управления электромотором с «мгновенным откликом».

TMDSHVMTRINSPIN

Основанный на технологиях InstaSPIN-FOC и InstaSPIN-MOTION



Оценочный комплект Tiva серии C TM4C123G представляет собой недорогую платформу для оценки микроконтроллеров на основе ARM® Cortex™-M4F. Конструкция платы Tiva серии C поддерживает интерфейс USB 2.0 микроконтроллера TM4C123GH6, модуль пониженного энергопотребления (гибернации), устройства широтно-импульсной модуляции (ШИМ / PWM) и экономически наиболее эффективна. Плата Tiva серии C также оснащена программируемыми пользователем кнопками и RGB СИД-экраном для специальных задач.

Комплект DRV8412-C2-KIT



Оценочный комплект DRV8412 (DRV8412-C2-KIT) включает в себя

комплект управления электродвигателями высокого напряжения (High-Voltage Motor Control Kit) предоставляет простой путь для оценки возможностей микроконтроллера Piccolo™ и аналоговых микросхем производства TI при управлении 3-фазным индукционным бесколлекторным двигателем постоянного тока (BLDC) и бесколлекторным двигателем переменного тока (BLAC), а также синхронным двигателем с постоянными магнитами (PMSM). Каскад мотор-привод может питаться либо от установленного на плате выпрямителя переменного тока, либо от отдельного источника постоянного тока; он выдерживает напряжение до 400 В и рассчитан на выходную мощность до 1,5 кВт.

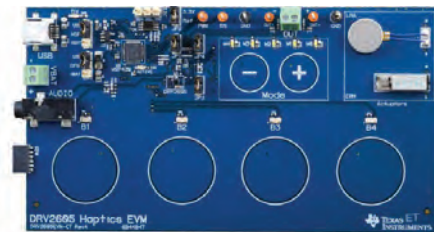
*Плата начального уровня  
LAUNCHXL-F28027 - C2000™  
Piccolo™ LaunchPad*

Плата Piccolo™ LaunchPad представляет собой лёгкий в применении инструмент для отладки, позволяю-



щий любому пользователю создавать цифровые управляющие приложения на микроконтроллере (MCU). Плата оснащена 32-битовым микроконтроллером и включает все необходимые аппаратные средства и ПО для разработки работающих в режиме реального времени приложений, таких как программы управления электромотором и цифрового преобразования мощности.

*Привод с тактильным управлением  
DRV2605EVM-CT ERM/LRA  
DRV2605 является приводом с тактильным управлением, пред-*



назначенным для моторов с линейным резонансным приводом (LRA) и эксцентричным вращением массы (ERM). Комплект включает в себя микроконтроллер, линейный привод, электромотор с эксцентричным вращением массы, обеспечивает эталонные формы колебаний и поддерживает емкостные сенсорные кнопки, которые могут применяться для комплексной демонстрации и оценки работы DRV2605. Вы также получаете доступ к бесплатной библиотеке тестовых драйверов компании Immersion.

## DRV8885 – драйвер шагового двигателя со встроенными датчиками тока

Микросхема DRV8885 – это контроллер двухфазного шагового двигателя с возможностью работы в микрошаговом режиме. Содержит два полных H-моста, каждый из которых обеспечивает действующий ток в фазе до 1 А при напряжении до 37 В. Наличие встроенных датчиков тока фаз позволяет легко организовать режим микрошагов, с управлением величиной тока.

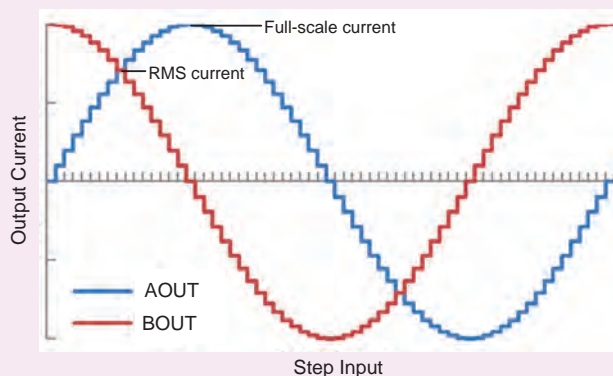
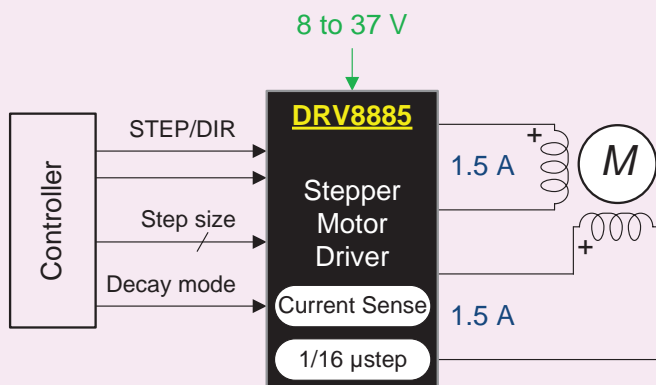
### Основные характеристики:

- напряжение питания от 8 до 37 В;
- ток фаз до 1 А (1,5 А в импульсе);
- ток потребления в SLEEP-режиме не более 20 мкА;
- режим микрошага: до 1/16;
- простой интерфейс STEP/DIR;
- управляющие сигналы с уровнем от 1,6 до 5 В;
- развитая система защиты от перегрузок;

- выход сигнала «ошибка» (nFAULT);
- выпускается в корпусе HTSSOP-24 размером 7,8×4,4 мм.

Микросхема может найти применение в таких изделиях, как принтеры, сканеры, банковское оборудование, системы видеонаблюдения, офисное оборудование, промышленная автоматика и роботы.

[www.ti.com/product/DRV8885](http://www.ti.com/product/DRV8885)



## Индуктивные датчики — революция в области измерений

Индуктивные измерения – это бесконтактная, не использующая магнитов технология, способная не только с высокой точностью измерять положение, перемещение или даже состав металла или иного проводника, но и регистрировать сжатие, растяжение или скручивание пружины.

### Прецизионные измерения



Высокое разрешение, большой динамический диапазон и точность.

[Продукты от Texas Instruments](#)

### Прочные и надёжные системы



Данное решение не использует магниты, является бесконтактным и температурно-компенсированным.

[Узнать больше](#)

### Несложный процесс проектирования



Гибкость в проектировании датчиков – залог низкой стоимости разработки

[Используйте Webench для проектирования датчика](#)

## Ультразвуковые методы измерения

Ультразвуковые метрологические технологии основаны на измерении времени между посылкой и приёмом отражённого УЗ-сигнала. Интервал между этими сигналами обычно называется ToF (Time-of-Flight, время пролёта), это время зависит от расстояния до отражающего объекта (или границы сред) и от скорости звука в данной среде. Для измерения этим методом уровня жидкости, типа и/или концентрации жидкости, скорости потока или приближения объекта может быть использовано базовое уравнение  $\text{Время} = \text{Расстояние} / \text{Скорость}$ .

### Преимущества ультразвуковых технологий:

- Сверхнизкое энергопотребление (около 2 мкА), что существенно при батарейном питании.
- Неинтрузивные датчики, не входящие в контакт с агрессивными веществами, упрощают проектирование и монтаж систем.
- Возможно использование датчиков на резервуарах любых размеров, изготовленных из любого материала.

### Особенности ультразвуковых технологий:

- Единственные решения на рынке оборудования для автомобильных систем.
- Набор средств поддержки проектирования упрощает адаптацию базовых решений к задаче пользователя, минимизирует этап разработки и ускоряет выход изделия на рынок.

Устройство	Кол-во каналов	Диапазон частот	Разрешение	Частота дискретизации	Интерфейс	Напряжение питания
НОВИНКА: LDC2114	4	1 МГц–30 МГц	12 бит	80 SPS	GPIO и I <sup>2</sup> C	1,8 В
LDC0851	1	300 кГц–19 МГц	Да/нет	4 kSPS	Цифровой выход	1,8 В
LDC1612	2	1 кГц–10 МГц	28 бит	4 kSPS	I <sup>2</sup> C	3,3 В
LDC1614	4	1 кГц–10 МГц	28 бит	4 kSPS	I <sup>2</sup> C	3,3 В
LDC1101	1	500 кГц–10 МГц	24 бита	180 kSPS	SPI	1,8 В



4/2016



1/2017



2/2017

## 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](mailto:order@scanti.com) / [www.scanti.com](http://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](mailto:order@scanti.com) / [www.scanti.com](http://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](mailto:order@scanti.com) / [www.scanti.com](http://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](mailto:order@scanti.com)

**2/2017 ВМЕСТЕ В БОРЬБЕ ЗА ЛИДЕРСТВО!**