2016 №11

ЭЛ

с. 3 **ПЛК в кармане:**
миниатюрная платформа Pocket IO™ от Maxim

с. 9 **Новое для привычного стандарта:**
драйверы RS-485 от Maxim

с. 25 **Батарейное питание под контролем:**
решения Maxim для портативных устройств

www.compel.ru

НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№11 (157), 2016 г.

Информационно-технический журнал

Учредитель – ООО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-43993

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru

Выпускающий редактор:
Снежана Холодова

Редакционная коллегия:
Андрей Агеноров
Евгений Звонарев
Александр Маргелов
Николай Паничкин
Борис Рудяк

Дизайн, графика, верстка:
Елена Георгадзе
Евгений Торочков

E-mail-рассылка и продвижение:
Снежана Холодова
Екатерина Железнова
Александра Гирина

Электронная подписка:
www.compel.ru/mail

Распространяется бесплатно в электронном виде

Подписано к публикации:
9 декабря 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

БРЕНД НОМЕРА: *MAXIM INTEGRATED*

ПЛК в кармане: миниатюрная платформа Pocket IO PLC для Industry 4.0
Вячеслав Гавриков 3

Новое для привычного стандарта: драйверы RS-485 от Maxim
Александр Овчинников 9

Умные изоляторы: компоненты Maxim для изоляции цифровых сигналов
Виктор Чистяков 14

На службе «01»: реконфигурируемые ИС Maxim в охранно-пожарной сигнализации
Алексей Трушников 21

Батарейное питание - под контролем: решения Maxim для портативных электронных устройств
Вячеслав Морозов 25

Точное определение уровня заряда? – алгоритм ModelGauge
Вячеслав Гавриков 31

Maxim на страже здоровья: решения для медицинских и фитнесс-приложений
Виктор Чистяков 38

DeepCover® от Maxim Integrated: RFID с защитой от хакеров
Виктор Чистяков 46

maxim integrated™

СКОРО: ВЫПУСК ЖУРНАЛА, ПОСВЯЩЕННЫЙ КОМПОНЕНТАМ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес *vesti@compel.ru* с пометкой «Тема в номер» или в рубрику «Я – автор» раздела «Разработчикам» сайта *www.compel.ru*.

ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Превращение одной из самых жестких по бизнес-модели компаний полупроводникового рынка Maxim Integrated Products в одну из самых ярких и динамичных — **Maxim Integrated** — кажется, окончательно завершено.

Здесь, несомненно, должен стоять смайл, но пока еще не принято ставить их в редакционных заметках, так что я воздержусь. Потому что сама по себе экономическая модель осталась прежней — изменился имидж компании. Из поставщика «кирпичиков для сборки» она все больше становится поставщиком готовых решений, из компании, чьей миссией было связывать между собой аналоговый и цифровой миры — компанией, добивающейся максимальной интеграции функций на одном кристалле, в одном корпусе или одном модуле. Изменилась даже первая страница сайта компании: из суховатой и схематичной она превратилась в панель из тематических цветных плиток, знакомую многим по экрану мобильных гаджетов, работающих с Windows.

Сегодня Maxim выделяет для себя четыре основных сферы приложения сил. Это индустриальный рынок, автомобильный рынок, медицинская электроника и высокоинтегрированные бытовые приложения. А от производства продукции, в которой технологическое развитие подошло к логическому пределу, компания стала понемногу избавляться: так в начале 2016 года был продан китайской компании бизнес по разработке и производству чипсетов для счетчиков электроэнергии.

Будучи компанией современной, Maxim старается интегрировать в свои изделия функции беспроводной связи, что позволяет создавать на их основе системы с функциональностью Интернета вещей. Особенно Maxim озабочен безопасностью передачи данных в таких системах. Поэтому многие новые изделия компании с интегрированной функцией беспроводной передачи и приема данных (в частности, трансиверы и идентификаторы RFID) входят в линейку **DeepCover®** с дополнительными криптографическими функциями.

Портативность, легкость передачи данных и продолжительность автономной работы выходят на первый план в медицинских и бытовых приложениях — Maxim разработал и продолжает пополнять линейку предназначенных для этой цели высокоинтегрированных микросхем, а также контроллеров заряда батареи, работающих на базе фирменных алгоритмов **ModelGauge, ModelGauge m3** и **ModelGauge m5.** Предлагается и целый ряд типовых разработок для бытового рынка и рынка медэлектроники.

Что же касается индустриальной сферы, то в ней Maxim успешно поддерживает современную концепцию Industry 4.0 — «четвертую промышленную революцию», предусматривающую переход от станков с ЧПУ и управляемых из единого центра производственных линий к автоматизированным линиям с узлами, которые самостоятельно обмениваются информацией по беспроводной сети и перестраивают, в зависимости от этого, алгоритмы работы. В поддержку этой концепции компания разработала, например, большую линейку программируемых аналоговых микросхем — так называемое семейство **PIXI.** А в последнее время выпущен ряд готовых платформ для промавтоматики, например, миниатюрный референсный ПЛК **Pocket IO™,** претендующий на роль нового промышленного стандарта.

Обо всем упомянутом мы постарались подробно рассказать в этом номере журнала.

По вопросам, связанным с получением образцов, применением и проектными поставками продукции Maxim Integrated, обращайтесь к нам, в компанию КОМПЭЛ — официальному дистрибьютору Maxim с 2003 года.

С уважением,
Геннадий Каневский

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

ПЛК В КАРМАНЕ: МИНИАТЮРНАЯ ПЛАТФОРМА POCKET IO PLC ДЛЯ INDUSTRY 4.0

Чтобы помочь разработчикам при создании промышленных контроллеров, производители электронных компонентов предлагают различные референсные схемы. В компании ***Maxim Integrated*** *пошли дальше и выпустили* ***платформу Pocket IO™ – референсный программируемый логический контроллер (ПЛК),*** *позволяющий реализовывать самые разнообразные каналы и протоколы: цифровые и аналоговые входы-выходы, шины RS-485, каналы IO-LINK, каналы управления электродвигателями, энкодеры и так далее.*

Программируемые логические контроллеры, или ПЛК (*Programmable Logic Controller, PLC*) – основа современной автоматики. Они позволяют перенести процесс создания систем числового программного управления (ЧПУ) и промышленной автоматики на качественно новый уровень.

Уже в 70-е годы разработчики стали использовать модульные архитектуры для построения систем ЧПУ. Однако их внедрение все равно оказывалось настолько сложной задачей, что для ее решения необходимо было привлекать множество инженеров: схемотехников, электриков, программистов, конструкторов и прочих. В таких условиях создание ЧПУ оставалось уделом крупных компаний и заводов. Однако с появлением ПЛК все поменялось.

В настоящее время на рынке доступно огромное количество различных ПЛК и модулей расширения, из которых можно создавать системы числового программного управления даже при небольшом штате разработчиков. Это стало возможным благодаря тому, что аппаратная сторона реализации ПЛК и модулей, а также большая часть программной составляющей оказываются скрытыми от разработчиков конечного продукта. Все перечисленное привело к росту числа различных ЧПУ на рынке: от совсем простых 2D+ до сверхсложных 5D-систем.

Однако важно понимать, что сложность создания самих ПЛК не только не уменьшилась, а многократно возросла. Если раньше процессор ЧПУ представлял собой гигантскую плату, которая устанавливалась в промышленную стойку, то современный ПЛК имеет гораздо более компактные размеры. При этом он способен не только производить вычисления, но и содержит множество интерфейсов (CAN, RS-485, EtherCAT и других), включает различные цифровые и дискретные каналы, а иногда и сам способен управлять электродвигателями.

Очевидно, что разработка ПЛК своими силами – это долгая и кропотливая работа, требующая хорошо подготовленной и опытной команды инженеров. Многие компании-производители электроники идут навстречу своим пользователям, чтобы облегчить их труд в данной сфере. Они выпускают различные отладочные наборы и референсные платы. Компания **Maxim Integrated** пошла еще дальше и предлагает **Pocket IO™** (рисунок 1) – готовую платформу с открытой схемной реализацией и готовыми программными решениями. Информация об этой платформе доступна по коду **MAXREFDES150#** на сайте *www.maximintegrated.com*.

Pocket IO (MAXREFDES150#) – платформа с открытой принципиальной схемой, в которой реализуется 33 информационных канала:

- 2 дифференциальных аналоговых входа с диапазоном напряжений ±12 В и разрешением 24 бита;
- 2 аналоговых токовых входа ±24 мА и разрешением 24 бита;
- 1 аналоговый дифференциальный выход ±12 В с разрешением 16 бит;
- 8 цифровых входов с максимальным напряжением до 32 В, которые могут конфигурироваться в соответствии с типами 1, 2, и 3 по IEC 61131-2 (отечественная редакция ГОСТ IEC 61131-2-2012. Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания);
- 8 дискретных выходов с нагрузочным током до 640 мА;
- 2 полудуплексных канала RS-485 с рабочей частотой передачи данных до 42 Мбит/с;
- 3 канала управления электродвигателями постоянного тока с напряжением 9…32 В и токовой нагрузкой до 2,5 А;
- 4 канала IO-Link;
- 3 канала для обработки сигналов энкодеров (RS422, HTL, TTL и другие).

Данная система может использоваться не только как готовый ПЛК, но и как источник эталонных схем и топологий. В целом Pocket IO демонстрирует достоинства различных продуктов производства Maxim.

Pocket IO взаимодействует с ПК по USB или посредством сети Wi-Fi. Разработка программного обеспечения производится с помощью Arduino® IDE.

В статье основное внимание уделяется аппаратной реализации MAXREFDES150# и особенностям работы с соответствующим отладочным набором, а также приводится обзор ПО для этой платформы.

Платформа Pocket IO: функциональная схема и состав

Платформа Pocket IO представляет собой стек из трех печатных плат. Весь набор имеет в системе именова-

Рис. 1. **Внешний вид Pocket IO™ от Maxim Integrated**

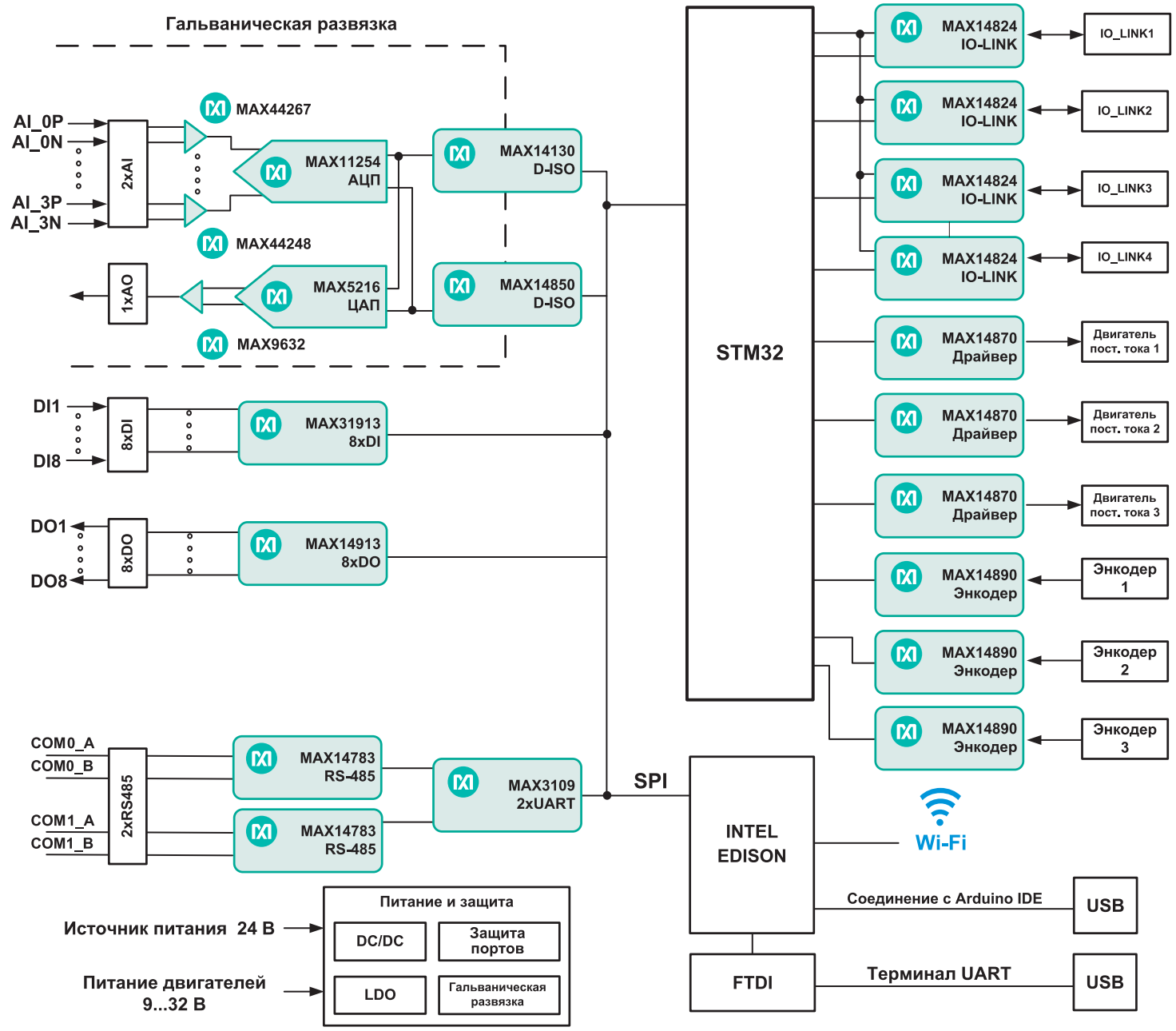


Рис. 2. **Функциональная схема MAXREFDES150#**

ний компании Maxim наименование **MAXREFDES150#,** при этом у каждой платы имеется собственное наименование:

- **MAXREFDES150MAIN# –** основная системная плата, на которой располагается большая часть микросхем;
- **MAXREFDES150LED# –** блок светодиодов;
- **MAXREFDES150ATACH# –** интерфейсная плата. На нее вынесены выходные и входные колодки, а также пара 40-контактных разъемов для подключения к MAXREFDES150MAIN#.

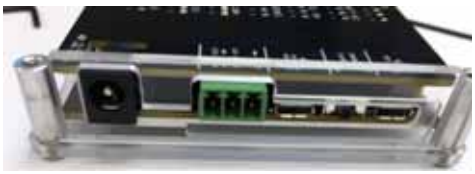


Рис. 3. **Разъемы питания MAXREFDES150#**

Рис. 4. **Плата соединительных колодок MAXREFDES150ATACH#**

Платы MAXREFDES150MAIN# и MAXREFDES150LED# объединены в одном корпусе (рисунок 1). Плата MAXREFDES150ATACH# вынесена отдельно.

Общая функциональная схема данной платформы представлена на рисунке 2.

Отметим некоторые общие особенности данной схемы.

Управление. Работой Pocket IO управляет процессор **Edison** производства компании **Intel.** Он размещен на MAXREFDES150MAIN#. Дополнительный сопроцессор **STM32** производства **STMicroelectronics** выполняет поддержку каналов IO-LINK и контролирует работу электродвигателей.

Система питания. Основным источником питания для Pocket IO является внешний адаптер 24 В, который подключается через стандартный разъем

питания (рисунок 3). Остальные необходимые напряжения получаются с помощью DC/DC-преобразователей и линейных стабилизаторов, находящихся на плате MAXREFDES150MAIN#.

В комплекте Pocket IO поставляется сетевой адаптер 24 В. Его номинальный ток составляет 1 А. Это ограничивает максимальный выходной ток дискретных выходов, притом что каждый из них способен коммутировать нагрузку до 640 мА. Чтобы увеличить выходную мощность, можно использовать другой источник, однако максимальный входной ток не должен превышать 5 А.

Для питания электродвигателей используются мостовые драйверы с рабочим напряжением 9…32 В и выходным током до 2,5 А. Чтобы обеспечить требуемый уровень токов и напряжений, необходимо использовать дополнительный источник питания 9…32 В (в комплект не входит). Для его подключения на боковой панели Pocket IO расположен трехвыводной зеленый разъем (рисунок 3). Выводы 3 и 2 необходимы для питания, а вывод 1 – тестовый, он предназначен для защиты и проверки полярности.

Соединители. Все колодки для подключения внешних устройств вынесены на отдельную плату MAXREFDES150ATACH# (рисунок 4). Позиционные обозначения всех разъемов указаны на слое шелкографии в соответствии с предоставляемой принципиальной схемой.

Светодиодная индикация. На плате MAXREFDES150LED# расположены светодиоды, которые помогают пользователю в работе с Pocket IO (рисунок 5). Большинство из них предназначено для отображения конкретной информации: состояния выходов и выходов, наличия аварий, наличия питания, активности цифровых интерфейсов и так далее. Часть светодиодов выделена под потребности пользователя.

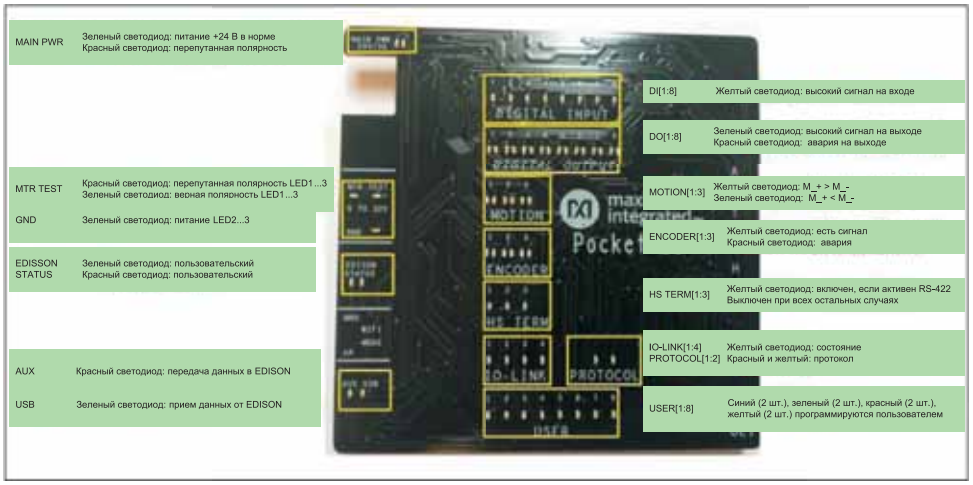


Рис. 5. **Назначение светодиодов индикации платы MAXREFDES150LED#**

Особенности аппаратной реализации функциональных блоков MAXREFDES150# Pocket IO

Pocket IO включает самые разнообразные функциональные блоки: цифровые и аналоговые входы-выходы, шины RS-485, каналы IO-LINK, каналы управления электродвигателями, энкодеры, Wi-Fi. Для их создания были использованы преимущественно микросхемы производства компании Maxim Integrated. Рассмотрим наиболее интересные узлы схемы.

Аналоговые входы. Для создания аналоговых входов применены микросхемы **MAX11254.** Это 6-канальные 24-битные сигма-дельта-АЦП. Основными достоинствами MAX11254 являются высокая производительность и малое потребление. Для связи с процессором Intel Edison используется SPI-интерфейс.

В схеме MAXREFDES150MAIN# каналы 1 и 0 MAX11254 используются для измерения входных напряжений (AI_0 и AI_1), а каналы 2 и 3 – для измерения токов (AI_2 и AI_3).

Диапазон входных дифференциальных напряжений аналоговых каналов AI_0 и AI_1 составляет 0…12 В. Эти сигналы буферизуются с помощью операционных усилителей **MAX44267.** MAX44267 – первый усилитель Beyond-the-Rails™, который способен формировать биполярные сигналы при однополярном питании +15 В. Полученные напряжения нормируются с помощью операционных усилителей **MAX44248.** Нормированный дифференциальный сигнал ±1,38 В подается на АЦП MAX11254.

Для токовых входных каналов AI_2 и AI_3 используется конвертация «ток-напряжение». Входной ток ±24 мА преобразуется в напряжение с помощью простейшего резистора 15,4 Ом. Далее этот сигнал буферизуется с помощью операционных усилителей **MAX44267** и усиливается с помощью MAX44248 для получения размаха напряжения ±352 мВ на входах 2 и 3 микросхемы АЦП MAX11254.

Аналоговые выходы. Для создания выходных аналоговых каналов используется **MAX5216 –** 16-битный малопотребляющий ЦАП с буферизированны-

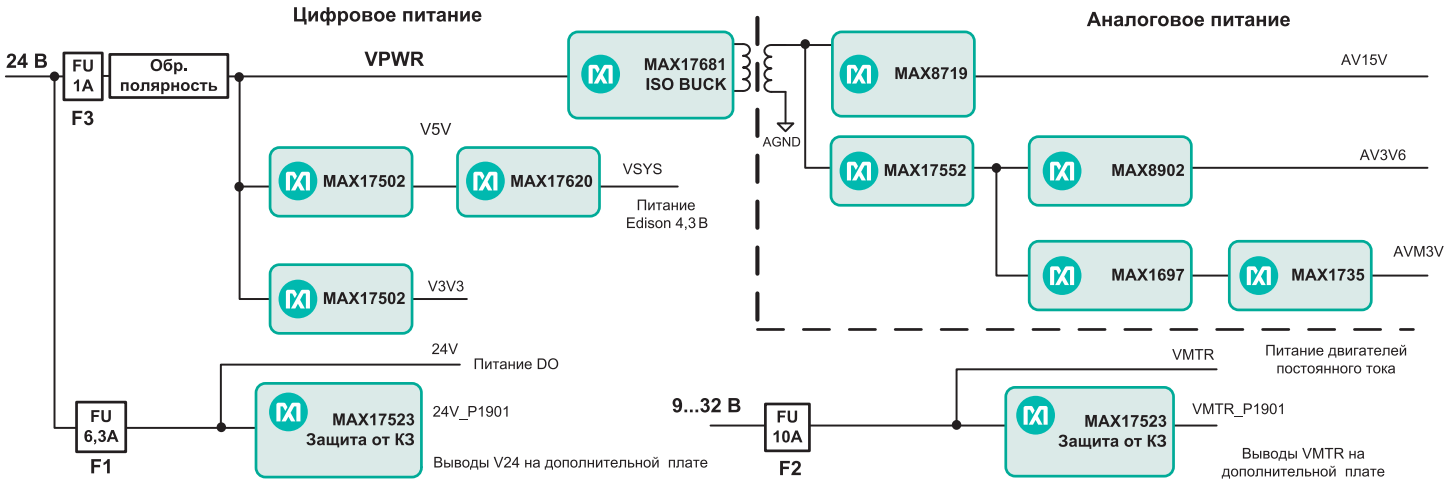


Рис. 6. **Система питания MAXREFDES150#**

Рис. 7. **Расположение SMD-предохранителей F1, F2 и F3 на печатной плате MAXREFDES150MAIN#**

ми выходами и SPI-интерфейсом для связи с управляющим процессором. Сигнал напряжения от MAX5216 дополнительно усиливается с помощью малошумящего и широкополосного ОУ **MAX9632,** при этом на выходе Pocket IO формируются аналоговые сигналы 0…12 В. Для питания MAX5216 используется отрицательное напряжение -3 В (AVM3V), чтобы обеспечить «чистое» выходное напряжение 0 В.

Аналоговая часть схемы питания гальванически изолирована от остальной системы. На аналоговой стороне используются базовые источники 15 В (AV15V) и 3,6 В (AV3V6). Более подробно особенности системы питания будут рассмотрены ниже.

Опорное напряжение для аналоговых каналов. Для создания опорного напряжения для MAX11254 используется прецизионный ИОН **MAX6126.** Его выходное напряжение 3,0 В масштабируется до 1,5 В с помощью операционного усилителя **MAX44244.** Тот же ИОН MAX6126 используется и для ЦАП MAX5216.

Цифровая изоляция. Для цифровой изоляции применяются два типа изоляторов.

MAX14130 – четырехканальный цифровой изолятор, который необходим в данной схеме для развязки SPI-интерфейса, по которому происходит взаимодействие ЦАП и АЦП с одной стороны и Intel Edison – с другой. Кроме гальванической развязки, MAX14130 выполняет функцию трансляции уровней логических сигналов: 3,6 В от ЦАП и АЦП, и 1,8 В-сигналов Intel Edison.

MAX14850 – 6-канальный изолятор с четырьмя однонаправленными каналами (два в одну сторону и два – в другую) и двумя двунаправленными. Однонаправленные каналы необходимы для развязки сигналов CLR и RESET, которые идут от Intel Edison к ЦАП/АЦП, и для развязки сигналов RDY и SPI_MISO, которые идут от ЦАП/АЦП к Intel Edison.

Дискретные входы. Дискретные входы строятся на базе микросхемы **MAX31913.** Это промышленный 8-канальный транслятор-сериализатор с цифровыми выходами. Он используется для приема восьми дискретных сигналов и передачи данных по SPI в процессор Intel Edison.

Микросхемы MAX31913 имеют целый ряд таких интересных особенностей как:

- встроенная схема ограничения входного тока. Установка тока ограничения производится с помощью одного резистора, подключаемого к входу RIREF. Например, резистор 15 кОм задет ток 2,4 мА;
- дополнительные входные резисторы 2,2 кОм, обеспечивающие совместимость с IEC 61131-2;
- питание от источника 5 В, при этом источник 24 В вообще не требуется;
- фильтры нижних частот для защиты от дребезга и помех, интегрированные в микросхему;
- восемь каналов для индикации состояния каждого из входов.

Дискретные выходы строятся на базе микросхем **MAX14913.** Это 8-канальный быстродействующий драйвер с последовательным SPI-интерфейсом.

Особенностями MAX14913 являются:

- выходное напряжение 24 В;
- выходной ток до 640 мА;
- рабочая частота до 200 кГц;
- управление состоянием выходов по SPI-интерфейсу;
- матрица драйверов 4x4 для управления шестнадцатью светодиодами, которые необходимы для индикации состояний выходов и аварийных случаев.

Управление двигателями постоянного тока. Драйверы **MAX14870** представляют собой простое и экономичное решение для управления коллекторными двигателями постоянного тока или мощными реле. Минимальное значение сопротивления каналов MAX14870 во включенном состоянии позволяет минимизировать потери мощности и обеспечивать ток нагрузки до 2,5 А. Для питания драйверов и двигателей необходим дополнительный источник питания 9…32 В, о котором говорилось выше.

Работа с датчиками положения. Для управления электродвигателями применяют обратную связь по положению, которую обеспечивают энкодеры. Для работы с ними используется микросхема **MAX14890.** Она объединяет четыре дифференциальных и два однополярных приемника. Дифференциальные приемники программируются для разных типов сигналов, например, для работы с дифференциальными сигналами RS-422 или однополярной логикой.

IO-Link. Каналы IO-Link построены на базе **MAX14824 –** IO-Link-мастер с интегрированным IO-Link-трансивером. Связь микросхемы с контроллером осуществляется по UART, а для настройки используется SPI. Это позволяет каскадировать до 16 каналов IO-Link. В данной схеме реализовано четыре канала. Выходной ток каналов составляет не менее 300 мА.

Для программной реализации IO-Link на базе микроконтроллера **STM32F103 ARM® Cortex® M3** используется стек от компании **TEConcept GmbH.**

Коммуникационные интерфейсы. Для взаимодействия с внешними устройствами Pocket IO снабжен парой RS-485-приемопередатчиков **MAX14783E.**

MAX14783E – полудуплексный приемопередатчик RS-485/422 с рабочим напряжением 3,3/5 В и защитой от статических разрядов до ±35 кВ. Частота передачи у него может достигать 42 Мбит/с. Выходы MAX14783E подключены к микросхеме UART MAX3109.

MAX3109 – сдвоенный UART со встроенным буфером FIFO. Данная микросхема необходима для взаимодействия шин RS-485/422 и процессора Intel Edison.

Одной из наиболее критических частей схемы для промышленных приложений остается система питания. Она должна отвечать всем требованиям безопасности и обеспечивать низкий уровень шумов для нормальной совместной работы аналоговых, цифроаналоговых и цифровых микросхем.

Особенности системы питания MAXREFDES150# Pocket IO

Система питания MAXREFDES150# состоит из двух доменов: цифрового и аналогового (рисунок 6).

Для питания системы используются два внешних источника: адаптер 24 В/1 А (входит в комплект поставки) и дополнительный блок питания 9…32 В (не входит в комплект поставки). Они необходимы для питания четырех сегментов:

- малопотребляющих аналоговых и цифровых схем с нагрузкой до 1 А;
- мощных цифровых выходов с нагрузкой до 5 А;
- аналоговой части схемы с гальванической развязкой;
- драйверов и электродвигателей постоянного тока с нагрузкой до 7,5 А.

Питание малопотребляющего цифро-аналогового сегмента. Данный сегмент имеет защиту от обратной полярности и снабжен предохранителем F3 (1 А). Входное напряжение 24 В преобразуется с помощью MAX17502.

MAX17502 – высокоэффективный понижающий DC/DC-регулятор с интегрированными силовыми ключами и входным диапазоном напряжений 4,5…60 В. На выходе он формирует 3,3 В, 5 В и

дополнительное регулируемое напряжение от 0,9 В до 92%VIN. Точность напряжения для MAX17502 составляет ±1,7% во всем рабочем диапазоне температур -40…125°C. Максимальный ток для преобразователя равен 1 А.

В схеме используются два регулятора MAX17502. Один — для получения 3,3 В, второй — для 5 В.

Для питания Intel Edison требуется напряжение 4,3 В. Оно получается из 5 В с помощью синхронного высокочастотного понижающего преобразователя **MAX17620.** Этот регулятор работает в диапазоне 2,7…5,5 В.

Благодаря высокой рабочей частоте преобразователей удается использовать малые значения емкостей и индуктивностей и достигать малых габаритов конечных устройств, что демонстрирует сам Pocket IO.

Питание мощных дискретных выходов. Если пользователю требуется получить значительный выходной ток мощных дискретных выходов, то ему необходимо выбрать другой адаптер вместо поставляемого 24 В/1 А. При этом суммарная токовая нагрузка может быть увеличена до 5 А. Данный вход имеет защиту от КЗ, реализованную в виде предохранителя F1 (6,3 А).

Этот же канал используется для питания внешних устройств (V24) через разъемы на плате MAXREFDES150ATACH#. При этом цепь содержит дополнительную защиту от КЗ на базе микросхем **MAX17523.**

Аналоговый сегмент. Для данного сегмента используется гальваническая развязка по питанию. Входное напряжение 24 В преобразуется с помощью MAX17681.

MAX17681 — высоковольтный обратноходовой преобразователь с выходной мощностью до 3 Вт. Он способен работать с напряжениями 4,5…42 В и использует дополнительную обмотку для получения обратной связи по напряжению. На вторичной обмотке выпрямленное напряжение стабилизируется с помощью дополнительных регуляторов:

- линейный регулятор **MAX8719** необходим для получения напряжения 15 В (питание операционных усилителей);
- синхронный понижающий регулятор **MAX17552** применяется для получения напряжения 5 В. Эти 5 В в дальнейшем используются для создания напряжения 3,6 В (**MAX8902**) для питания ЦАП и АЦП и отрицательного напряжения -3 В (**MAX1697** и **MAX1735**), которое необходимо для питания выходного ОУ **MAX5216** каналов ЦАП.

Питание электродвигателей. Для питания драйверов и электродвигателей необходим дополнительный источник 9…32 В. Он подключается через зеленый разъем VMTR (рисунок 3). Для защиты от КЗ на входе предусмотрен предохранитель F2 (10 А). Данное напряжение также транслируется и на выходной разъем MAXREFDES150ATACH#, при этом защита от КЗ строится на базе микросхемы MAX17523.

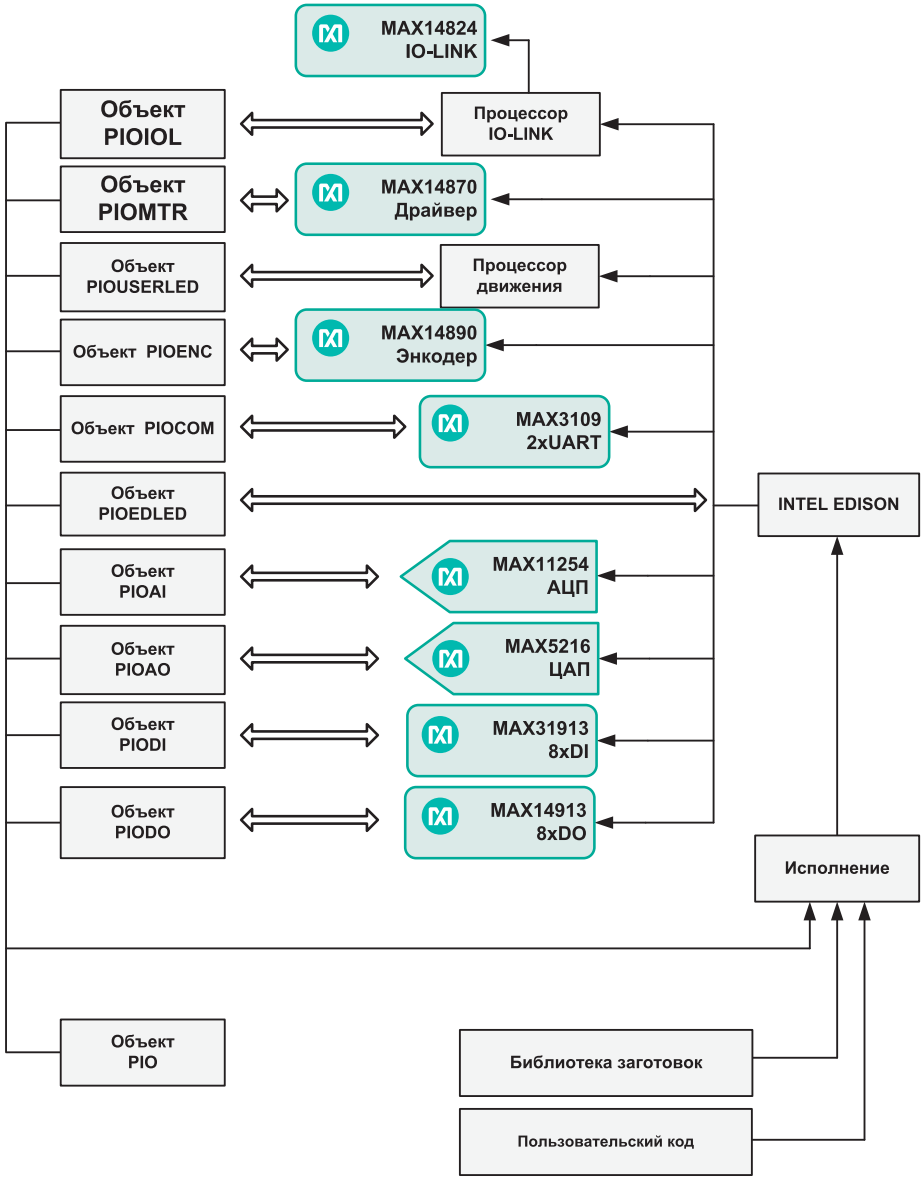


Рис. 8. **Архитектура ПО Pocket IO**

Предохранители F1, F2, и F3 располагаются непосредственно на плате MAXREFDES150MAIN# (рисунок 7). Они имеют миниатюрное исполнение для поверхностного монтажа, что помогает сэкономить достаточно места. Расплатой за это становится необходимость их перепайки при возникновении коротких замыканий. При этом пользователю придется разбирать всю конструкцию Pocket IO.

Говоря о защите, стоит отдельно упомянуть о допустимых диапазонах рабочих температур.

Температурные ограничения MAXREFDES150# Pocket IO

Если обратиться к документации на используемые в составе Pocket IO микросхемы производства компании Maxim Integrated, то окажется, что все они имеют промышленный температурный диапазон -40…125°C. Однако не стоит радоваться раньше времени, так как используемые процессоры портят эту радужную картину.

В данном случае слабым звеном оказывается процессор Intel Edison, который

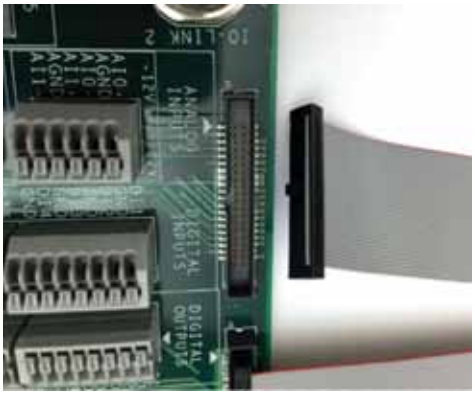


Рис. 9. **Подключение платы MAXREFDES150ATACH#**

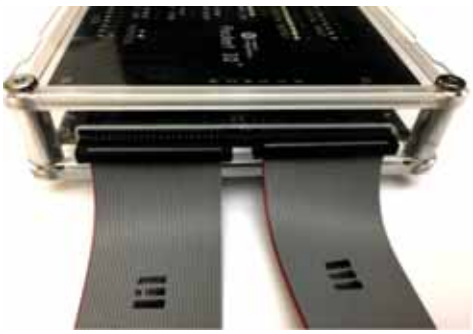


Рис. 10. **Подключение плоских кабелей к плате MAXREFDES150MAIN#**

Рис. 11. **При правильном подключении плоские шлейфы не должны перекрещиваться**

Рис. 12. **Сетевой адаптер и набор сетевых вилок**

Рис. 13. **Подключение сетевого адаптера к Pocket IO**

имеет рабочий диапазон всего 0…40°C. Таким образом, пользователь обязан обеспечивать для Pocket IO «тепличные» условия. Однако при создании собственных приложений с применением открытых решений Pocket IO никто не запрещает устанавливать процессоры с более широким рабочим диапазоном температур.

Краткий обзор ПО для MAXREFDES150# Pocket IO

Pocket IO – это не только печатные платы, но и законченная аппаратно-программная платформа.

Для максимально быстрого освоения Pocket IO можно воспользоваться средой Arduino IDE. Кроме увеличения скорости разработки, это дает и ряд других преимуществ:

- простой и понятный интерфейс;
- компилятор C/C++;
- доступ ко многим особенностям Linux ОС, которые встроены в процессор Intel Edison;
- доступ к API Pocket IO;
- доступ к постоянно обновляемым библиотекам.

При работе с Pocket IO удобно пользоваться предлагаемым интерфейсом API. Для каждого типа функционального блока предлагается собственный API (рисунок 8).

Для работы с ПО Pocket IO необходимо скачать и установить следующие программные продукты: Arduino IDE, программный пакет Pocket IO. После установки ПО необходимо подготовить все аппаратные средства к началу работы.

Подготовка к началу работы с MAXREFDES150# Pocket IO

Для заказа отладочного набора платформы Pocket IO используется код MAXREFDES150#. Набор включает следующие составные части:

- системную плату MAXREFDES150MAIN# и плату светодиодов MAXREFDES150LED#, которые размещены в общем пластиковом корпусе (рисунок 1);
- отдельную плату соединителей MAXREFDES150ATACH#;
- пару 40-контактных шлейфов для подключения к плате соединителей MAXREFDES150ATACH#;
- кабель USB A-micro-USB B;
- сетевой адаптер 24 В/1 А.

Кроме самого набора MAXREFDES150#, пользователю для работы потребуется программное обеспечение и персональный компьютер с USB.

Подготовка рабочего происходит всего за три шага.

- **Подключение платы разъемов.** Основная системная плата MAXREFDES150MAIN# и плата светодиодов MAXREFDES150LED# размещены в пластиковом корпусе, в то время как разъемы вынесены на дополнительный модуль MAXREFDES150ATACH#. Для его подключения к системной плате используется пара 40-контактных разъемов и плоские шлейфы (рисунок 9). Шлейфы поставляются в комплекте и являются полностью идентичными.

При подключении шлейфов к плате MAXREFDES150MAIN# красный маркер первого контакта оказывается слева (рисунок 10).

Так как плоские кабели идентичны, важно не допустить их неверного подключения. Правильное подключение показано на рисунке 11.

- **Подключение питания Pocket IO.** Необходимо еще раз напомнить, что максимальный ток адаптера, поставляемого с набором, составляет 1 А. Это ограничивает максимальный ток дискретных выходов. Для увеличения мощности можно использовать другой источник питания с выходным током до 5 А.

Для подключения адаптера к сети применяется одна из типов вилок, входящих в комплект (рисунок 12).

При подключении адаптера к Pocket IO используется стандартный разъем питания (рисунок 13).

- **Подключение к ПК по USB.**

После выполнения этих простых шагов набор будет полностью готов к работе.

Заключение

Создание ПЛК – сверхсложная задача. Чтобы облегчить жизнь разработчикам, компания Maxim Integrated предлагает открытую программно-аппаратную платформу Pocket IO.

Pocket IO может использоваться разработчиками и как готовый ПЛК для приложений без высоких требований к герметичности и диапазону рабочих температур, и как источник различных эталонных схем на базе компонентов производства Maxim Integrated.

При этом вторая роль может оказаться более востребованной. Вся схемотехника Pocket IO является открытой. Разработчики получают готовые принципиальные схемы различных функциональных блоков: схемы питания, системы дискретных и аналоговых входов-выходов, схемы управления электродвигателями, каналов IO-LINK, промышленных интерфейсов RS-485/422 и многих других.

Литература

1. *https://www.maximintegrated.com/en/design/reference-design-center/system-board/6330.html/tb_tab1.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

Александр Овчинников (г. Санкт-Петербург)

НОВОЕ ДЛЯ ПРИВЫЧНОГО СТАНДАРТА: ДРАЙВЕРЫ RS-485 ОТ MAXIM

***Интерфейс RS-485** используется уже много лет, но продолжает успешно развиваться. Компания **Maxim Integrated** выпускает широкую номенклатуру семейств **драйверов RS-485,** среди которых можно найти различные современные решения даже для самого требовательного разработчика.*

Интерфейс RS-485 (EIA/TIA-485) Differential Data Transmission System Basics (*http://www.tiaonline.org/*), который сокращенно называют RS-485 (*Recommended Standard 485*), использует симметричную передачу сигнала и может передавать данные как в режиме «точка-точка», так и в режиме шинной топологии. Данный интерфейс может работать в дуплексном (*full-duplex*) и полудуплексном (*half-duplex*) режимах. Разница между этими режимами заключается в том, что у полудуплексного режима передача данных в обоих направления ведется по одному информационному каналу, то есть можно либо принимать информацию, либо передавать, а в дуплексном режиме прием и передача информации происходят по разным каналам связи и обмен данными может осуществляться одновременно (рисунок 1).

Информация в RS-485 передается разницей потенциалов между сигнальными линиями A и B для полудуплексного режима, и между дополнительными линиями Y и Z – для дуплексного. Если на вход приемника поступает разница потенциалов более 200 мВ, то состояние линии связи считается выключенным (*space*), если менее – 200 мВ – то включенным (*mark*) (рисунок 2).

Диапазон -200…200 мВ является гистерезисом, то есть на изменения в диапазоне между этими значениями система не должна реагировать.

Некоторые свойства RS-485:

- максимальная скорость передачи данных до 10 Мбит/с сильно зависит от расстояния передачи. Это заявленная скорость стандарта, но некоторые драйверы RS-485 производства компании **Maxim Integrated** способны работать на скоростях в несколько раз быстрее;
- максимальная длинна линии – 1200 м. Если необходимо организовать связь на расстоянии больше 1200 м или подключить большее количество устройств, чем допускает нагрузочная способность передатчика – применяют специальные повторители (репитеры);
- в одном сегменте сети – до 32 приемопередатчиков;
- в один момент может быть активен только один передатчик;
- максимальное количество узлов в сети – 256 вместе с магистральными усилителями;
- допустимый диапазон входных напряжений – -7…12 В.
- максимальный ток короткого замыкания – 250 мА;
- допустимое сопротивление нагрузки передатчика – 54 Ом;
- входное сопротивление приемника – 12 кОм.

Интерфейс RS-485 является самым распространенным физическим уровнем для создания информационных сетей. Его основные достоинства – простота реализации, хорошая помехозащищенность, надежный обмен данными на длинных линиях связи и высокая скорость передачи данных (рисунок 3).

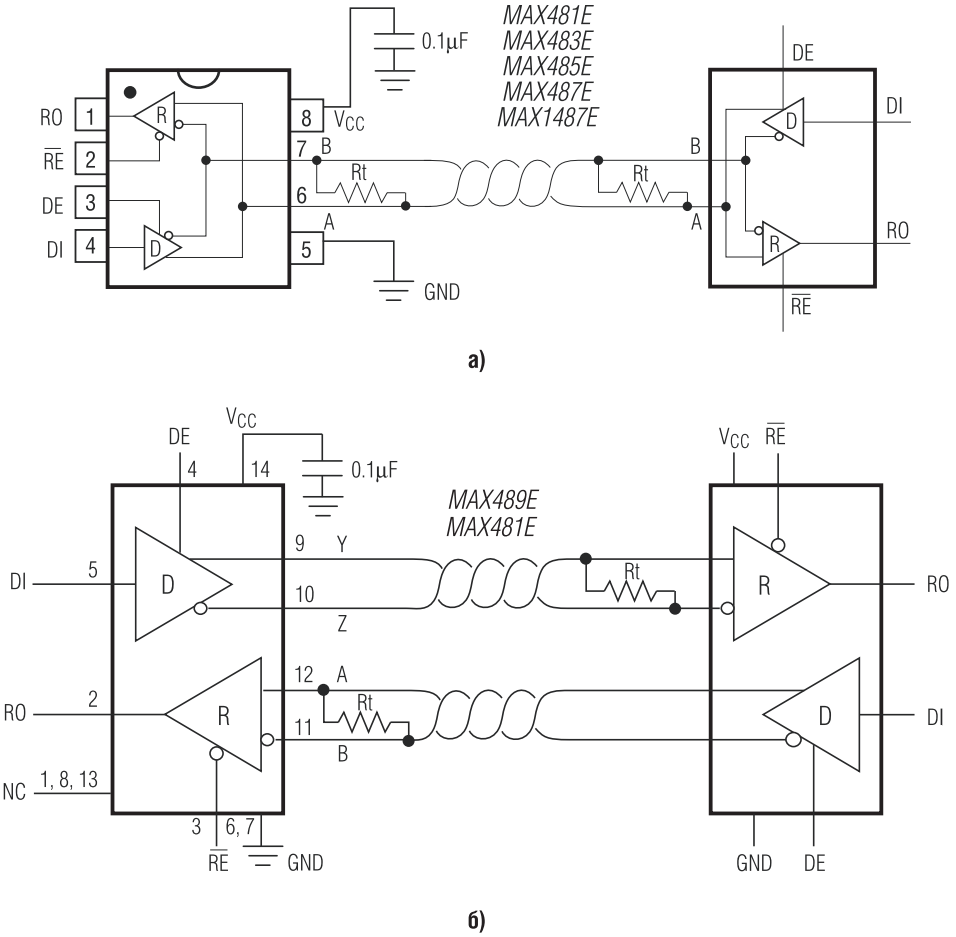


Рис. 1. **Примеры а) полудуплексного; б) дуплексного подключения**

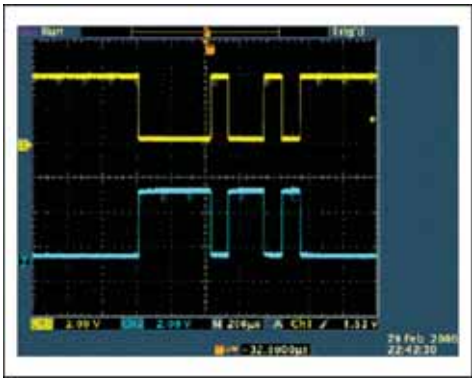


Рис. 2. **Пример передачи информации в полудуплексном режиме**

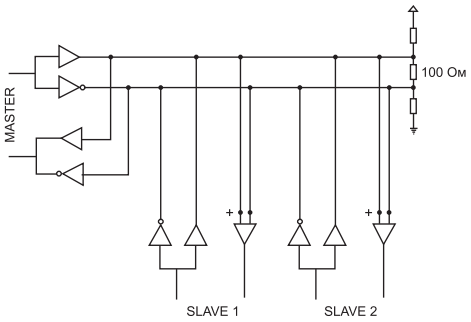


Рис. 3. **Пример построения сети RS-485 в полудуплексном режиме**

Все это делает данный интерфейс востребованным во многих сферах деятельности.

На основе интерфейса RS-485 строят многоточечные линии связи типа «общая шина». Основные протоколы обмена информацией данного интерфейса: ModBus, ProfiBus DP, LanDrive и так далее. Каждый протокол имеет свои особенности обмена между устройствами. Интерфейс RS-485 используется для управления процессами: в производстве, энергетике, промышленности и других областях. Существует множество датчиков, которые используют этот интерфейс для передачи таких параметров как температура, влажность, давление. Также его используют современные системы охранно-пожарных сигнализаций. Иногда посредством RS-485 подключают только два устройства (конфигурация «точка-точка»). Такой тип подключения применяют для устройств, которые не поддерживают адресацию, или для устройств, расположенных далеко друг от друга. Нередко RS-485 выбирают для связи с устройствами беспроводной передачи данных, что позволяет организовать надежный и скоростной обмен информацией, поступающей по интерфейсу RS-485 через Wi-Fi- или GSM-сеть. Использование беспроводной передачи данных существенно расширяет область применения устройств, которые имеют только интерфейс RS-485. Это позволяет встраивать их в современные системы сбора и передачи данных. Производителю можно не беспокоиться, его устройство будет еще долго оставаться актуальным и современным.

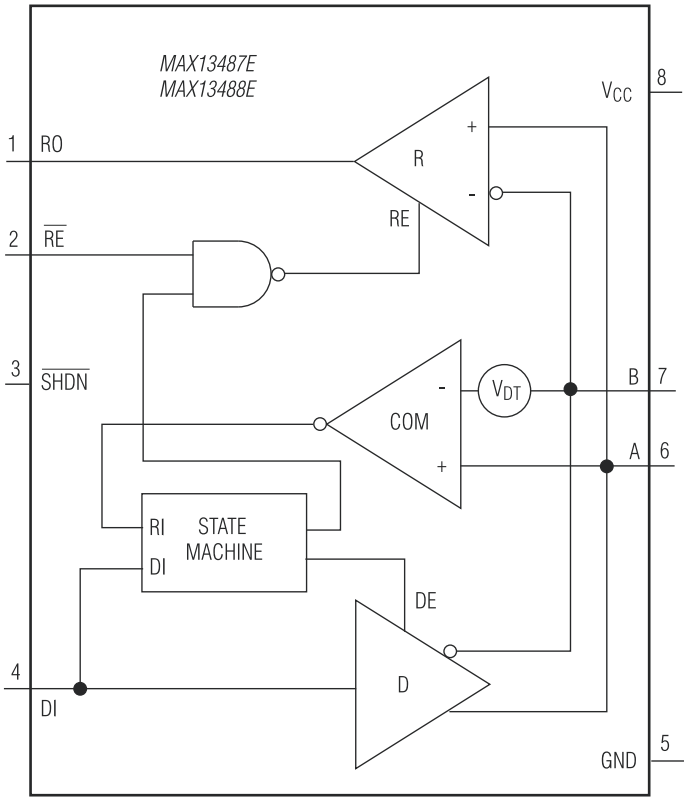


Рис. 4. **Функциональная схема MAX13487E/MAX13488E**

Информационная сеть, построенная с использованием интерфейса RS-485, делает систему защищенной и бюджетной в реализации, что является конкурентным преимуществом для производителей. Если на рынке присутствуют два устройства с практически одинаковыми характеристиками -заказчик выберет решение, более привлекательное по цене. Производители микросхем RS-485 регулярно выпускают новые современные семейства, развивая этот сегмент рынка. Все это говорит о том, что интерфейс RS-485 будет востребован еще многие годы.

Главная задача любой линии связи — надежное обеспечение взаимодействия между приемником и передатчиком. Идеальная линия связи должна функционировать на бесконечно длинной протяженности и на мгновенной скорости вне зависимости от различных помех. Но, к сожалению, в физическом мире это невозможно. Всегда есть ограничения: если скорость передачи высока — то линия связи коротка и так далее.

Жесткие условия эксплуатации диктуют все новые и новые требования к защите интегральных микросхем. Например, на длинной линии может возникнуть и вывести всю систему из строя синфазное напряжение больших значений. Для защиты такой линии необходима гальваническая развязка. Раньше к драйверу приходилось дополнительно добавлять гальваническую развязку линии, что делало систему и более громоздкой и дорогой. В процессе разработки устройства борьба идет за каждый цент и миллиметр, поэтому лучше воспользоваться интегральным решением. Компания Maxim Integrated предлагает приемопередатчики RS-485 с интегрированной гальванической изоляцией до 5000 Vrms (60 с) и защитой от электростатического разряда до ±35 кВ.

В борьбе за хорошую помехозащищенность нельзя рассчитывать только на встроенную защиту драйверов, также важно не забывать про качество самой линии связи, использовать экранированную витую пару, заземлять устройства и так далее. Только комплексные меры защиты линии обеспечат необходимую надежность всей системы. Синфазное напряжение — далеко не единственная опасность. Не менее опасны электростатические и радиочастотные помехи. Бывают случаи, когда включенная рация полностью рушит обмен в линии связи. Чтобы этого не допустить, надо очень ответственно подойти к выбору компонентов. Некоторые дешевые драйверы сомнительных производителей, которые заявляют о наличии защиты, по факту ее не обеспечивают.

Также негативно скажется на помехозащищенности отсутствие гистерезиса ±200 мВ. Некоторые производители де-

лают гистерезис ±15 мВ, что категорически недопустимо. Бороться с данным видом недостатков можно только выбрав производителя, который гарантирует параметры микросхем, указанные в документации.

Для промышленных систем связи важна не только защита от различных помех, но и диагностика, и защита на случай аварии. Например, на важных объектах новые устройства подключаются к информационной сети без ее отключения. Эта особенность подключения опасна выводом из строя всей сети в том случае, если устройства не имеют защиты. Выход из строя возможен из-за ошибки в монтаже или при коротком замыкании. Избежать этого позволит применение микросхем с защитой, которая выдержит воздействие напряжения до ±80 В, что, например реализовано в **MAX13442E/MAX13443E.**

Компания Maxim Integrated выпускает большое количество драйверов RS-485, среди которых есть драйверы с функциями AutoDirection Control и Automatic Polarity Correction.

Функция AutoDirection Control автоматически определяет передачу без дополнительного сигнала переключения, что может быть очень полезным решением. Она позволяет сэкономить место на печатной плате и снизить стоимость за счет отсутствия гальванической развязки неиспользуемого вывода. Использовать данную функцию очень просто — объединяются два вывода -RE и -SHDN и через резистор 1…2 кОм подключаются к плюсу питания микросхемы. Функция AutoDirection Control реализована в семействе **MAX13487E/MAX13488E** (рисунок 4).

Функция Automatic Polarity Correction (автоматическая коррекция полярности подключения) реализована в семействе **MAX14781E** (рисунок 5). Она автоматически корректирует полярность подключения линии и вместе с повышенной защитой от электростатических воздействий позволяет избежать множества проблем из-за ошибок в монтаже линии.

В полудуплексных и дуплексных линиях, построенных на RS-485, особенно — при большой длине и высоких скоростях передачи данных, необходимо согласовать линию, установив в конце резистор (терминатор). Обычно для линий RS-485 номинал резистора составляет 120 Ом, реже — 100 Ом. У компании Maxim Integrated в семействе **MAX13450E/MAX13451E** (рисунок 6) резисторы встроены в драйвер, что позволяет отказаться от внешних резисторов. Также преимущество данного семейства заключается в регулируемом ограничении скорости нарастания/спада фронтов. При необходимости данная функция поможет улучшить электромагнитную совместимость устройства. В этом семействе имеется дополнительный вывод V_L. Подав на него напряжение до 1,62 В от плюса питания (4,5…5,5 В) микросхемы, можно согласовать данный драйвер с различными микросхемами, которые используют другие напряжения. Кроме того, данное семейство имеет отдельный выход FAULT, сигнализирующий о неисправности в случае короткого замыкания в схеме, а система дополнительной диагностики всегда очень ценится потребителями. Данное семейство имеет автомобильный диапазон рабочих температур -40…125°C и тепловую защиту, срабатывающую при температуре 150°C.

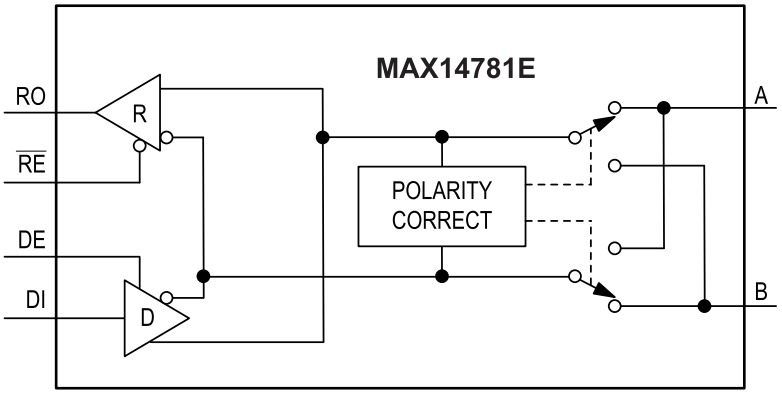


Рис. 5. **Функциональная схема MAX14781E**

Для кого-то решающим фактором в выборе драйвера будут минимальные габариты микросхемы, которые позволят сэкономить как можно больше места на печатной плате. В таком случае следует обратить внимание на **MAX13430E/MAX13433E.** Это одни из самых маленьких промышленных приемопередатчиков RS-485 в миниатюрных корпусах µDFN/TDFN (3x3 мм). Данное семейство отличается не только минимальными размерами, но и возможностью гибкого конфигурирования интерфейса. Так же, как и MAX13451E, это семейство имеет вывод VL, но отличается широким диапазоном питания 3…5 В и улучшенными возможностя-

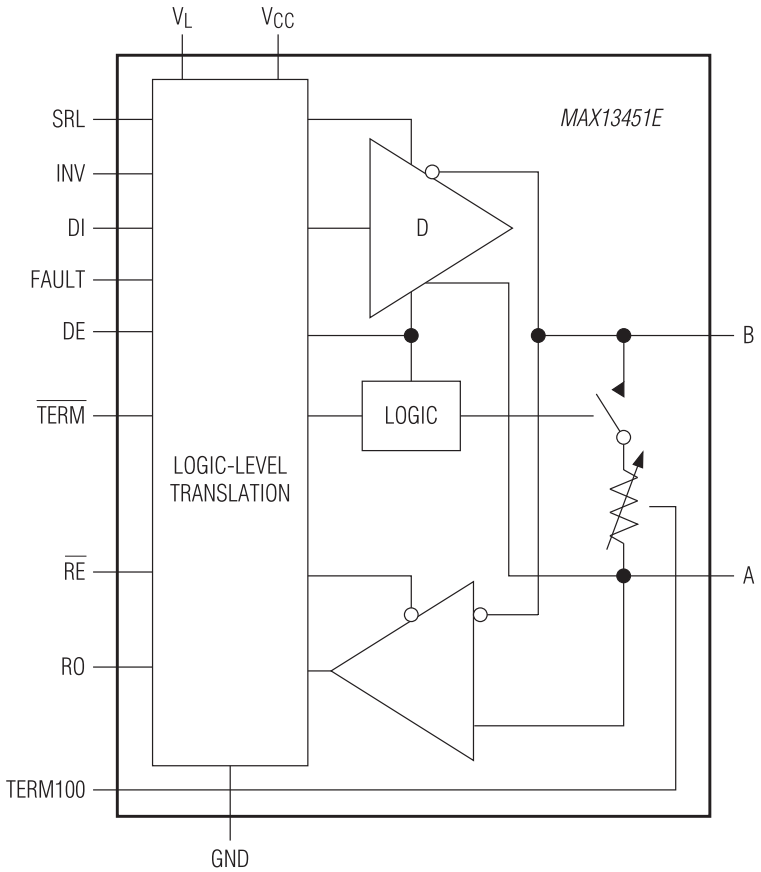


Рис. 6. **Функциональная схема MAX13451E**

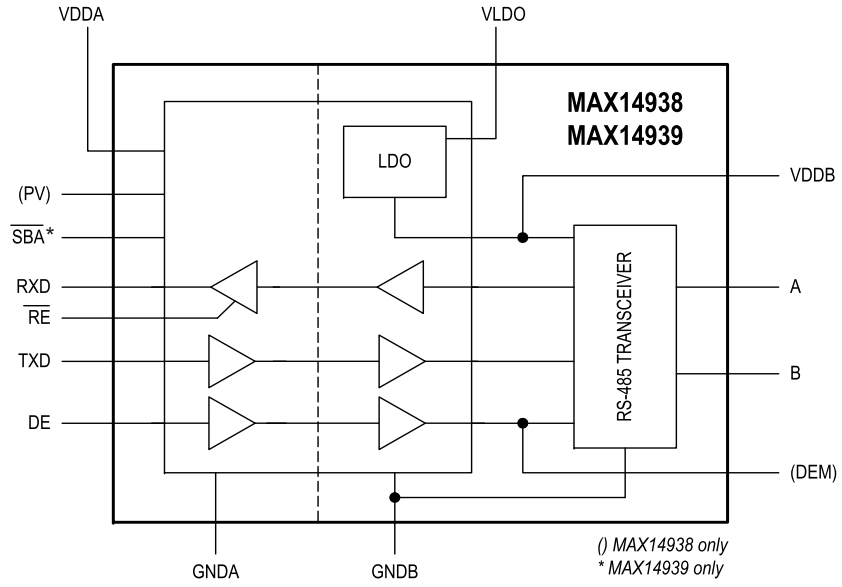


Рис. 7. **Функциональная схема семейства MAX14938/MAX14939**

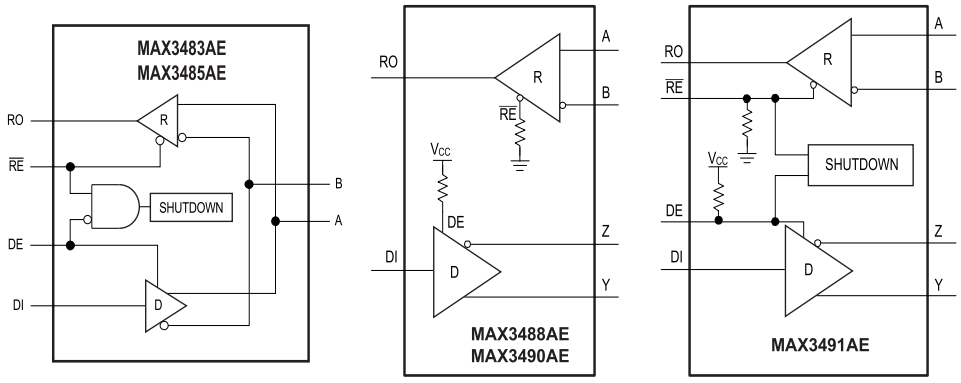


Рис. 8. **Функциональная схема семейства MAX3483AE/MAX3491AE**

ми по ограничению скорости нарастания/спада фронтов, что обеспечивает безошибочную передачу данных на несогласованных линиях. MAX13430E/MAX13433E имеет надежную защиту от высоковольтных электростатических разрядов ±30 кВ (HBM), а также входы так называемой «горячей» замены, диапазон рабочих температур -40…85°C и тепловую защиту. В итоге данная микросхема, несмотря на свою миниатюрность, по функциям может сравниться с более крупными собратьями.

Все современные промышленные сети должны быть быстродействующими (*HighSpeed Data*). Ориентируясь на этот критерий, выбрать драйвер достаточно просто. Большинство современных драйверов производства компании Maxim Integrated, например, **MAX14938/MAX14939** и **MAX3483AE/MAX3485AE,** поддерживают скорость передачи данных до 20 Мбит/с, а **MAX14853/MAX14855 –** до 25 Мбит/с. Многие разработчики справедливо отметят, что большинство сетей, построенных на RS-485, работает на меньших скоростях, но в условиях помех быстродействие драйвера гарантирует надежность передачи информации. Если линия устойчиво функционирует на скорости 25 Мбит/с, то при обмене по классическому протоколу ModBus на скорости 115 кбит/с в обмене не должно быть никаких затруднений даже в условиях недружественной электромагнитной обстановки.

Компания Maxim Integrated успешно развивает семейства драйверов RS-485 и выводит на рынок все более надежные и быстродействующие микросхемы. Чем больше функций интегрировано в микросхему, тем меньше потребуется места на печатной плате. Это поможет сэкономить на дополнительных элементах, а также на размерах печатной платы. Интегральным решением можно снизить себестоимость изделия и в то же время повысить его надежность. Простой пример: если делать гальваническую развязку на оптронах или трансформаторах, то обеспечить 5000 Vrms и сохранить при этом высокую скорость передачи данных нелегко. Поэтому разработчику лучше выбирать комплексное решение.

Основные характеристики новых микросхем:

- гальваническая развязка: до 5000 Vrms;
- защита от электростатического разряда: до ±35 кВ;
- высокая скорость передачи данных: до 25 Мбит/с;
- работа в дуплексном и полудуплексном режимах;
- возможность подключения к PROFIBUS;
- встроенный LDO-стабилизатор;
- встроенный драйвер трансформатора;
- защита приемопередатчика от короткого замыкания;
- диапазон рабочих температур: -40…125°C.

Новые семейства микросхем со встроенной гальванической изоляцией

MAX14938/MAX14939 – это семейство со встроенной гальванической изоляцией 2750 Vrms (60 с), с напряжением питания Vdda 1,71…5,5 В и Vddb 4,5…5,5 В, защитой от электростатических разрядов ±35 кВ (ESD), встроенным LDO-стабилизатором и максимальной скоростью передачи данных 20 Мбит/с. Данное семейство гарантирует высокую надежность системы (рисунок 7). Встроенный LDO-стабилизатор обеспечивает работу приемопередатчика в широком диапазоне нестабилизированных напряжений (4,68…14 В), что существенно упрощает питание разрабатываемой системы. MAX14938/MAX14939 работают в полудуплексном режиме с возможностью построения сети PROFIBUS (*Process Field Bus*). Сеть PROFIBUS основывается на нескольких стандартах и протоколах. Данное семейство выпускается в корпусе 16-pin SOIC с температурным диапазоном -40…105°C.

Отличительная особенность микросхемы **MAX14943 –** встроенная гальваническая изоляция 5000 Vrms (60 с). Как следствие, данная микросхема обеспечивает 848 Vrms постоянной рабочей изоляции. Напряжение питания у MAX14943 Vdda 3…5,5 В и Vddb 4,5…5,5 В, есть встроенный LDO-стабилизатор. Используя данную микросхему, к сети можно подключить до 128 трансиверов и обеспечить высокую скорость передачи данных (до 20 Мбит/с). Также имеется защита от электростатических разрядов ±35 кВ (ESD). MAX14943 работает в полудуплексном режиме с возможностью

построения сети PROFIBUS (*Process Field Bus*). Встроенный драйвер трансформатора обеспечивает КПД до 80% при выходном токе 150 мА.

Микросхема **MAX14948** также имеет встроенную гальваническую изоляцию 5000 Vrms (60 с), напряжение питания Vdda 1,71…5,5 В и Vddb 4,5…5,5 В, защиту от электростатических разрядов ±30 кВ (ESD), встроенный LDO-стабилизатор. Работает в дуплексном режиме с максимальной скоростью передачи данных 500 кбит/с. С помощью данной микросхемы к сети можно подключить до 256 трансиверов.

Семейство **MAX14853/MAX14855** может работать в дуплексном режиме на максимальной скорости передачи данных 500 кбит/с (MAX14853) и 25 Мбит/с (MAX14855). Имеет встроенную гальваническую изоляцию 2750 Vrms (60 с), напряжение питания Vdda 3…5,5 В и Vddb 3…5,5 В, защиту от электростатических разрядов ±35 кВ (ESD), встроенный LDO-стабилизатор. Встроенный драйвер трансформатора обеспечивает высокую эффективность.

Семейство **MAX14857/MAX14859** также может работать в дуплексном режиме на максимальной скорости передачи данных 500 кбит/с (MAX14857) и 25 Мбит/с (MAX14859). Имеет встроенную гальваническую изоляцию 5000 Vrms (60 с), защиту от электростатических разрядов ±35 кВ (ESD), встроенный LDO-стабилизатор и встроенный драйвер трансформатора 450 кГц, обеспечивающий КПД до 80% при выходном токе 150 мА. Напряжение питания Vdda 3…5,5 В и Vddb 3…5,5 В.

Также стоит отметить еще одно новое семейство – **MAX3483AE/MAX3491AE,** разработанное компанией Maxim Integrated для промышленных сетей, чувствительных к электростатическим разрядам. Оно обеспечивает высокую надежность на длинных линиях в условиях помех. Питание микросхем – 3,3 В. Все микросхемы этого семейства имеют защиту от электростатического разряда ±20 кВ (ESD). Защита от электростатического разряда важна не только на стадии производства устройства, но и при эксплуатации. Человек способен зарядиться статическим электричеством до нескольких десятков тысяч вольт, для этого достаточно просто носить синтетическую одежду. Прикосновение к микросхеме или выводам интерфейса может привести к пробою и отказу системы связи, если она не имеет электростатической защиты. Все микросхемы данного семейства имеют встроенную защиту приемопередатчика от сбоев, которая гарантированно выдает высокий логический уровень на выход RO (рисунок 8), в том случае, если выходы закорочены, подключены к шине данных в третьем состоянии или вовсе не подключены.

Микросхемы MAX3483AE и **MAX3485AE** работают в полудуплексном режиме, а **MAX3488AE, MAX3490AE** и MAX3491AE – в дуплексном со скоростью передачи данных до 20 Мбит/с. Они имеют одну из лучших электростатических защит в своем классе: ±20 кВ по модели человеческого тела, ±15 кВ IEC 61000-4-2 (воздушный зазор), ±10 кВ IEC 61000-4-2 (контакт). Схема защиты от электростатического разряда надежно защищает микросхему даже при отсутствии питания. К информационной сети можно подключить до 128 трансиверов этого семейства и успешно их применять в температурном диапазоне -40…125°C. Данные микросхемы выпускаются в корпусах 8-pin SO, а MAX3491AE – в 14-pin SO.

Заключение

Для правильного выбора драйвера RS-485 разработчику необходимо определиться с основными требованиями к сети. На этапе проектирования нужно учесть возможную длину линии, максимальное количество приемопередатчиков, скорость передачи данных и электромагнитную обстановку. Если проектируется промышленная система, то надежности необходимо уделить максимальное внимание. Компания Maxim Integrated производит большое количество качественных микросхем с разнообразными функциями и защитами. Разработчику остается только выбрать необходимые решения конкретно для его системы.

Литература

1. Explanation of Maxim RS-485 Features.
2. RS-485 transceivers Maxim Integrated.
3. ESD protection RS-485 Maxim Integrated.
4. Характеристики микросхем взяты с сайта *https://www.maximintegrated.com*.

maxim integrated™

MAX14859

Изолированный приемопередатчик интерфейса RS-485 с драйвером трансформатора

Наименование	MAX14857	MAX14859
Дуплекс	Дуплексный	
Диапазон напряжений питания, В	3...5	
Гальваническая изоляция, ±кВ	5	
Скорость передачи данных, кбит/с	500	25000
Защита от статического электричества, ±кВ	35	
Особенности	Встроенный LDO, драйвер трансформатора	
Температурный диапазон, °C	-40...105	
Корпус	SOIC (W)/16	

Логотип Maxim Integrated – торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Виктор Чистяков (г. Малоярославец)

УМНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ: КОМПОНЕНТЫ MAXIM ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

Напряжение изоляции до 5 кВ, скорость передачи данных до 150 Мбит/с, мониторинг внутреннего состояния, от двух до шести одно- и двунаправленных каналов, взаимодействие с разными типами микросхем за счет возможного смещения логических уровней – все это ***цифровые изоляторы*** *производства* ***Maxim Integrated.***

Проблема изоляции является одной из основополагающих в электронике/ Особую роль изоляция выполняет в системах гальванической развязки между отдельными электрическими цепями с разными источниками питания. На смену традиционно используемым здесь оптронам и импульсным трансформаторам пришли комплексные интегральные решения с универсальными цифровыми интерфейсами по входу и выходу.

Подобные полупроводниковые компоненты, выпускаемые в стандартных корпусах, сегодня принято называть изоляторами или изолирующими микросхемами. Они обеспечивают высокую скорость передачи данных и при этом позволяют защищать отдельные цепи от импульсных выбросов напряжения высокого уровня, устраняют последствия возможных замыканий через цепь заземления для входных и выходных цепей, имеют ряд встроенных технологий для контроля уровня передаваемых сигналов и исключения ложных срабатываний. Изолирующие микросхемы находят широкое применение в промышленном и телекоммуникационном оборудовании, медицинской технике, системах контроля и управления.

Технологии цифровых изоляторов Maxim

В обширнейшем ассортименте полупроводниковых продуктов производства компании **Maxim Integrated** имеется большой выбор изоляторов цифровых цепей, которые способны выдерживать приложенное к изоляционному барьеру высокое напряжение (до 5 кВ) и поддерживают скорость передачи данных до 150 Мбит/с. Выполненные с использованием фирменной технологии в монолитных стандартных корпусах цифровые изоляторы Maxim обладают высокими изолирующими свойствами, при этом имеют пониженные требования по питанию и занимают на печатной плате небольшую площадь.

Оснащенные цифровыми интерфейсами изоляторы Maxim включают ряд конструктивных вариантов и канальных конфигураций, технологий мониторинга внутреннего состояния. Наряду с изолируемыми каналами одного направления, работающими на вход или выход, имеются микросхемы с двунаправленными каналами, по которым данные передаются в обе стороны, в зависимости от текущей ситуации.

Двунаправленные каналы изоляторов имеют выходы с открытым стоком и не требуют отдельного управления направлением передачи. Низкий логический уровень на одной стороне вызывает появление низкого уровня на соответствующем выводе с другой стороны. Выходы двунаправленных каналов выполнены по схеме с открытым стоком и должны быть подключены к источнику питания через внешние нагрузочные резисторы, как показано на рисунке 1.

В двунаправленных каналах порог входного низкого логического уровня (V_{IL}) на I/OA1 и I/OA2 будет по крайней мере на 50 мВ ниже, чем выходное напряжение низкого логического уровня на тех же выводах I/OA1 и I/OA2. Это предотвращает передачу на сторону B низкого выходного уровня A в качестве транслируемого логического входного уровня, препятствуя тем самым ошибочному переключению уровня.

Предотвратить ложные логические сигналы на выходе изоляторов позволяет также специальная блокировка в процессе включения и выключения питания и при провалах питающего напряжения в процессе работы. В этом случае все выходы однонаправленных каналов переходят в состояние по умолчанию, а выходы двунаправленных ка-

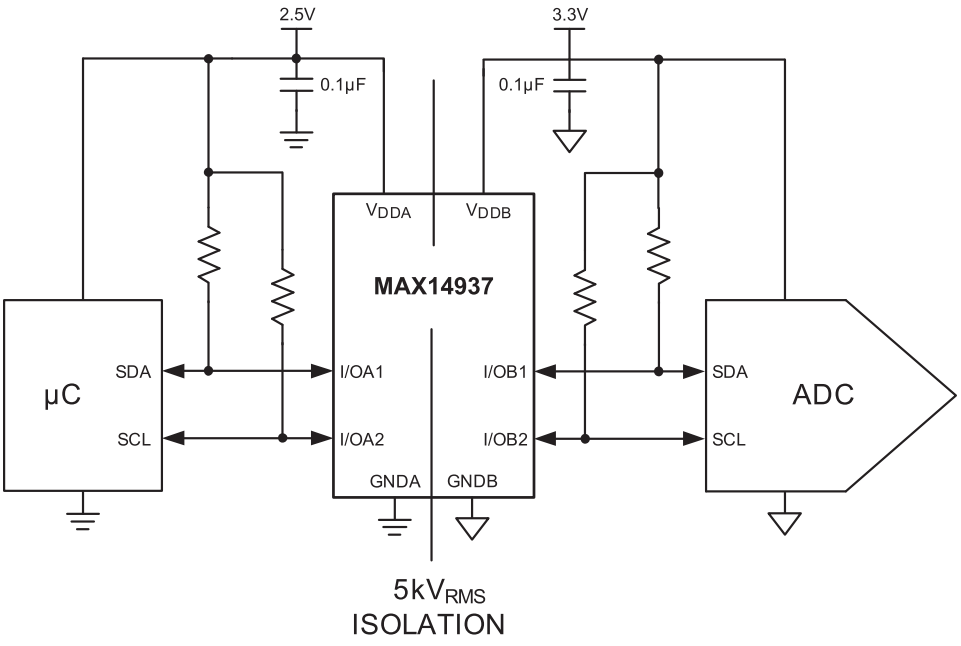


Рис. 1. **Пример использования MAX14937**

Таблица 1. **Основные характеристики цифровых изоляторов Maxim**

Наименование	Однонаправленные каналы					Двунаправленные каналы			Напряжение питания, В	Рабочая температура, °C	Максимальное напряжение, (60 с, 60 Гц), В
	Число каналов	Сторона A	Сторона B	Скорость передачи данных до, Мбит/с	Задержка, нс	Число каналов	Скорость передачи данных, Мбит/с	Задержка, нс			
MAX12931	2	1	1	25	30	0	–	–	1,71…5,5		5000
MAX14937	0	0	0	–	–	2	3,4	115	2,25…5,5		5000
MAX14933	0	0	0	–	–	2	3,4	115	2,25…5,5		2750
MAX14930	4	4	0	1/25/150	39	0	–	–	1,71…5,5		2750
MAX14931	4	3	1	1/25/150	39	0	–	–	1,71…5,5		2750
MAX14932	4	2	2	1/25/150	39	0	–	–	1,71…5,5	-40…125	2750
MAX14934	4	4	0	1/25/150	22	0	–	–	1,71…5,5		5000
MAX14935	4	3	1	1/25/150	22	0	–	–	1,71…5,5		5000
MAX14936	4	2	2	1/25/150	22	0	–	–	1,71…5,5		5000
MAX14842	4	4	0	50	30	2	2	100	3…5,5		72 (DC)
MAX14850	4	2	2	50	30	2	2	100	3…5,5		600

налов переводятся в высокоимпедансное состояние.

Некоторые изоляторы Maxim в исходном состоянии (по умолчанию) без входного сигнала могут иметь на выходе как низкий, так и высокий уровень. Необходимую модель нужно подбирать при заказе из каталога.

Цифровые изоляторы Maxim

В таблице 1 представлены основные характеристики цифровых изоляторов производства компании Maxim.

Электрическая прочность изоляционного барьера в этих цифровых изоляторах подтверждена целой серией испытаний в соответствии со стандартом IEC 60747-5-5.

Изоляторы контролируются с использованием прикладываемого нормированного синусоидального напряжения 5000 В или 2750 В (60 Гц) в течение 10 секунд (Viso). Также в течение 1 секунды выдерживается повышенное на 120% напряжение (Viotm).

Несколько иную проверку проходят **MAX14842** и **MAX14850.**

Изоляторы, выпускаемые компанией Maxim, подходят для использования со многими промышленными стандартами связи. При совместном использовании с преобразователем уровня входных сигналов и мультиплексором данные цифровые изоляторы обеспечивают комплексное решение, которое экономит пространство конструкции и повышает надежность при пониженном потреблении энергии.

К основным областям применения изоляторов Maxim относятся:

- управление батареями электропитания;
- коммуникационные шины промышленной автоматики;
- гальваническая развязка в технике разного назначения;
- гальваническая развязка линий в интерфейсах RS-232, RS-485/RS-422, CAN и других;
- использование в медицинском оборудовании.

Все изоляторы Maxim работают в расширенном температурном диапазоне -40…125°C.

MAX12930 и MAX12931 – двухканальные цифровые изоляторы

Двухканальные изоляторы **MAX12930/MAX12931** (рисунок 2) обеспечивают гальваническую развязку цифровых сигналов. Они производятся с использованием фирменного технологического процесса, обеспечивающего высокую прочность изоляции на уровне выше 3,75/5 кВ для Viso. MAX12930/MAX12931 передают цифровые сигналы между устройствами с разными источниками питания, потребляя лишь 0,65 мВт на канал при напряжении питания 1,8 В на скорости 1 Мбит/с.

Два канала MAX12931 передают данные в противоположных направлениях, что делает MAX12931 идеальным выбором для использования в качестве развязки каналов TX и RX в приемопередатчиках. У MAX12930 оба канала работают в одном направлении.

Оба типа микросхем обладают максимальными скоростями передачи данных до 25 Мбит/с (версии B/E) или 150 Мбит/с (версии C/F), с низким или высоким уровнем на выходе при отсутствии сигнала на входе или при разомкнутой входной цепи. Все это необходимо уточнять при заказе. Независимое питание в широких пределах с каждой стороны изоляторов (1,71…5,5 В) позволяет использовать их в качестве преобразователей уровня.

MAX12930/MAX12931 производятся в 8-выводном узком корпусе типа SOIC. Дополнительно доступен MAX12931 в 16-выводном широком корпусе SOIC. Высокие изоляционные свойства используемого для корпуса материала подтверждает максимальный индекс CTI (Comparative Tracking Index): он составляет более 600.

Основные характеристики MAX12930/MAX12931:

- Надежная гальваническая развязка цифровых цепей:

– выдерживает синусоидальное напряжение 5 кВ (rms) (Viso) в течение 60 с (широкий корпус);

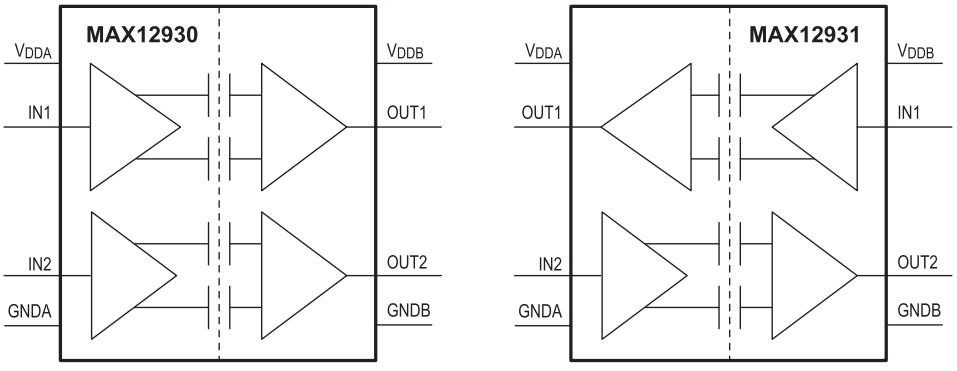


Рис. 2. **Блок-схема MAX12930, MAX12931**

– выдерживает синусоидальное напряжение 3,75 кВ (rms) (Viso) в течение 60 с (узкий корпус);

– выдерживает постоянное напряжение 848 В (rms) (Viowm) (широкий корпус);

– выдерживает постоянное напряжение 445 В (rms) (Viowm) (узкий корпус);

– выдерживает импульсное напряжение ±10 кВ между GNDA и GNDB для длительности импульса 1,2/50 мкс;

– имеет высокую синфазную помехоустойчивость (Common-Mode Transient Immunity, CMTI) 50 кВ/мкс, тип.;

• Варианты использования:

– 2 максимальных скорости (25 и 150 Мбит/с);

– 2 конфигурации каналов;

– возможны два состояния выхода по умолчанию (высокий или низкий уровень);

• Малое потребление энергии:

– 1,3 мВ на канал, при V_{DD} = 3,3 В, 1 Мбит/с;

– 3,3 мВт на канал при V_{DD} = 1,8 В, 100 Мбит/с.

MAX14937 – двунаправленный двухканальный цифровой изолятор

Двухканальный цифровой изолятор **MAX14937** (рисунок 3) предназначен для передачи цифровых сигналов между двумя устройствами с отдельными источниками питания. Высокая прочность изоляции MAX14937 подтверждена испытательным напряжением в 5 кВ.

MAX14937 включает два двунаправленных канала с открытым стоком для применения в таких системах как I²C, которые требуют двунаправленной передачи данных по одной и той же линии. Каждая сторона изолятора использует независимое питание в диапазоне 2,25…5,5 В. MAX14937 поддерживает передачу данных с тактовой частотой до 1,7 МГц, замедляемой при необходимости.

Эти изоляторы выпускаются в 16-выводном широком корпусе SOIC 10,3x7,5 мм.

Основные характеристики MAX14937:

• Надежная гальваническая развязка цифровых цепей:

– выдерживает синусоидальное напряжение 5 кВ (rms) (Viso) в течение 60 секунд;

– выдерживает постоянное напряжение 848 В (rms) (Viowm);

– выдерживает пиковое повторяющееся напряжение 1200 В;

– выдерживает импульсное напряжение ±10 кВ (по IEC 61000-4-5).

• Прямая совместимость с большинством типов микросхем и ПЛИС:

– напряжение питания 2,5…5,5 В;

– двунаправленная передача данных на частоте до 1,7 МГц.

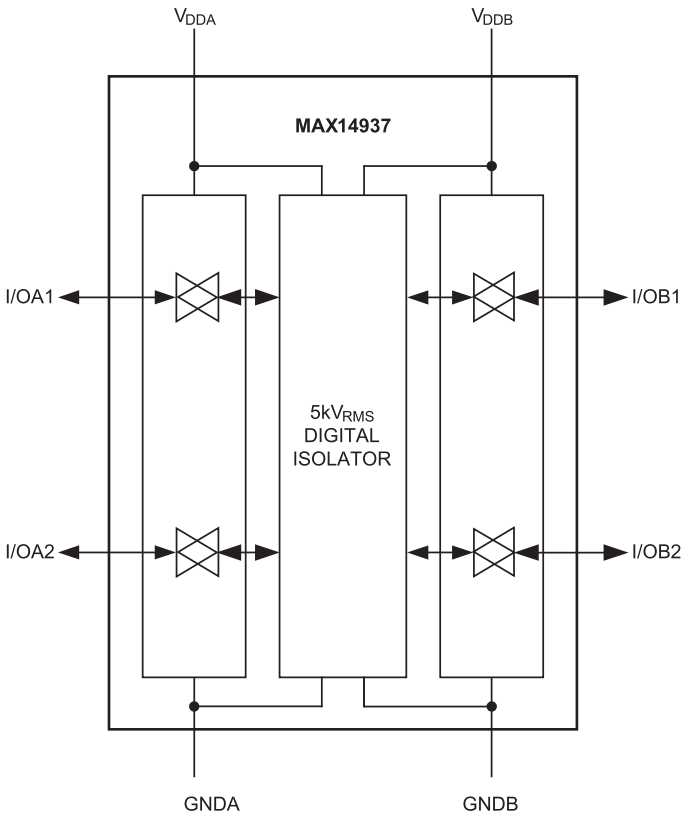


Рис. 3. **Блок-схема MAX14937**

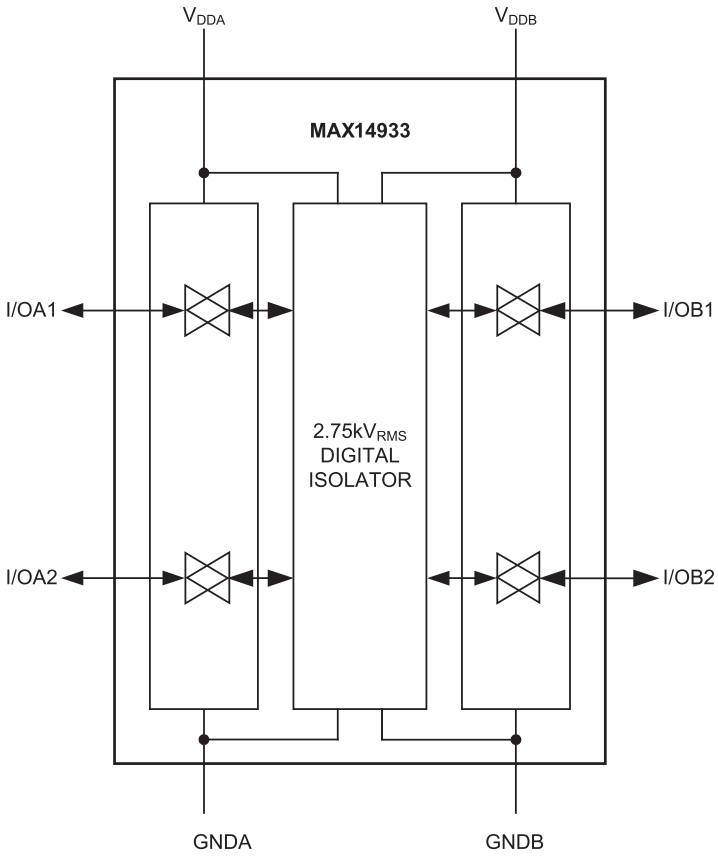


Рис. 4. **Блок-схема MAX14933**

• Незначительное потребление энергии:

– 5,3 мА на канал при частоте сигнала 1,7 МГц.

MAX14933 – двунаправленный двухканальный цифровой изолятор

MAX14933 – двухканальный изолятор (рисунок 4), выдерживающий ис-

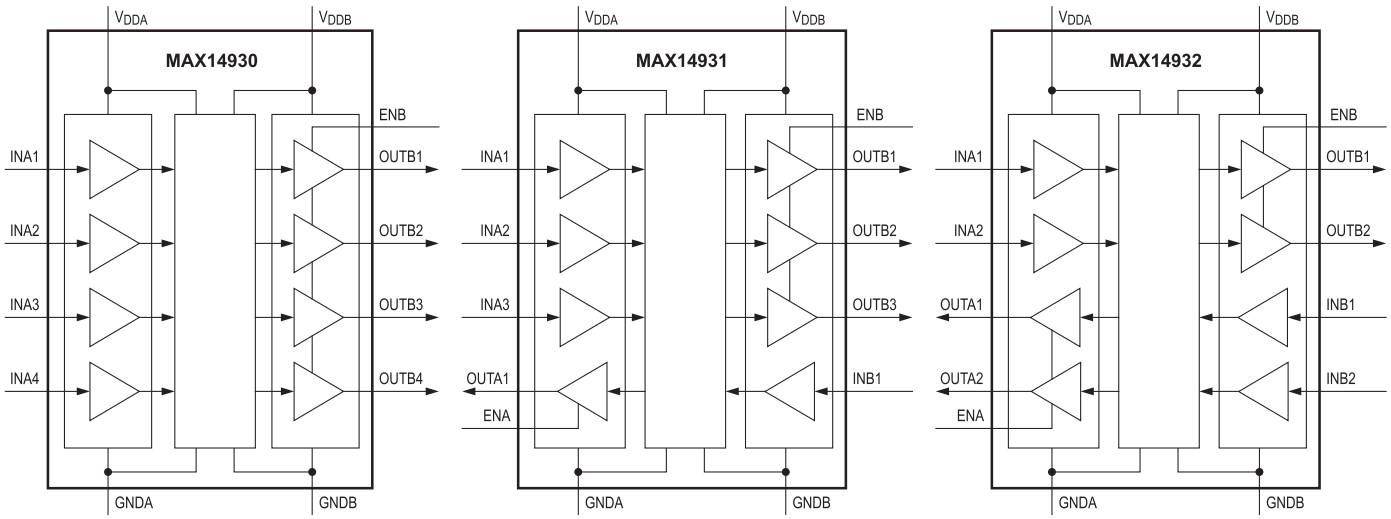


Рис. 5. **Блок-схема MAX14930, MAX149331, MAX14932**

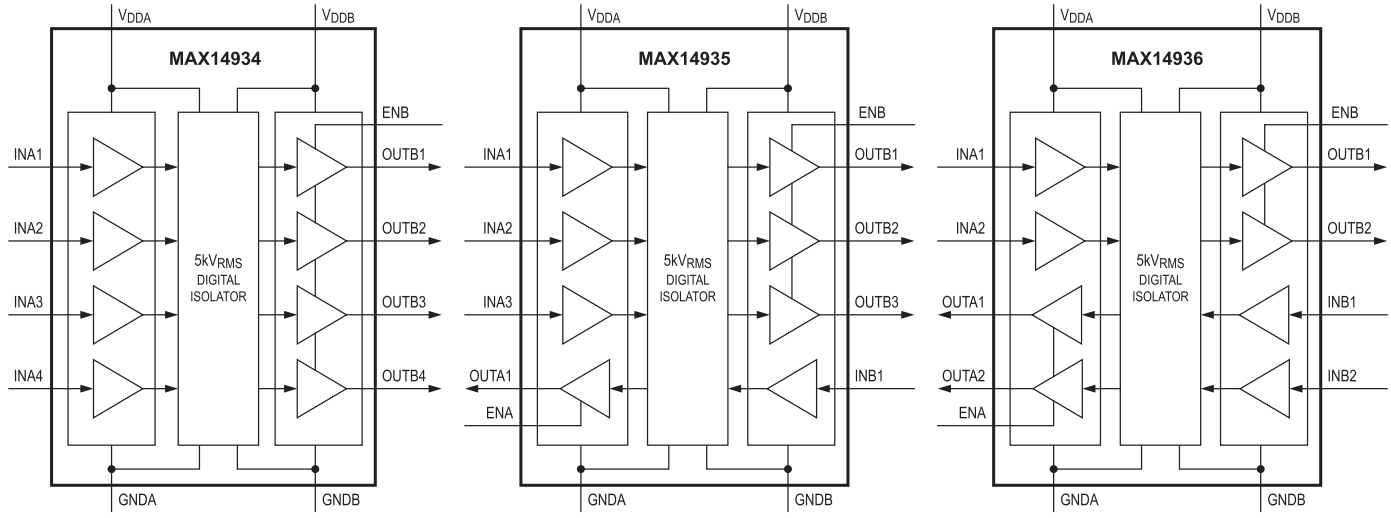


Рис. 6. **Блок-схема MAX14934, MAX14935, MAX14936**

пытательное напряжение до 2,75 кВ. MAX14933 позволяет передавать цифровые сигналы между двумя устройствами с разными источниками питания и включает два двунаправленных канала с открытым стоком на выходе. Эта микросхема предназначена для использования с сигналами I²C и в тех случаях, когда требуется передача данных по одной и той же линии в разных направлениях.

С каждой стороны изолятора используются отдельные источники питания с уровнем напряжения 2,25…5,5 В. Устройство пропускает цифровые сигналы с частотой 0…1,7 МГц и может быть использовано для изоляции шин I²C с понижаемой тактовой частотой.

MAX14933 выпускается в 16-выводном корпусе типа SOIC в двух исполнениях: широком, 10,3x7,5 мм, и узком, 9,9x3,9 мм.

Основные характеристики MAX14933:

• Надежная гальваническая развязка цифровых цепей:

– выдерживает синусоидальное напряжение 2,75 кВ (rms) (Viso) в течение 60 секунд;

– выдерживает постоянное напряжение 443 В (rms) (Viowm);

– выдерживает пиковое повторяющееся напряжение 630 В;

– выдерживает импульсное напряжение ±10 кВ (по IEC 61000-4-5).

– Выпускается в двух типах корпусов (зазор и путь утечки между выводами по 4 или 8 мм).

• Прямая совместимость с большинством типов микросхем и ПЛИС:

– напряжение питания 2,5…5,5 В;

– двунаправленная передача данных на частоте до 1,7 МГц.

• Незначительное потребление энергии:

– 5,3 мА на канал при частоте сигнала 1,7 МГц.

MAX14930/31/32 – четырехканальные изоляторы 2,75 кВ

MAX14930/31/32 (рисунок 5) составляют семейство четырехканальных изоляторов, выдерживающих испытательное напряжение 2,75 и 3,75 В. В качестве уменьшенной в размерах модификации в корпусах QSOP выпускаются также подобные четырехканальные изоляторы **MAX14130** и **MAX14131** на максимальное напряжение 1 кВ.

MAX14930/31/32 передают цифровые сигналы между двумя цепями с разными источниками питания. Имеются три возможные конфигурации однонаправленных каналов, что позволяет использовать эти изоляторы в разнообразных конструкциях, включая SPI, RS-232, RS-485 и цифровые каналы ввода/вывода.

Для MAX14930/31/32 имеются разные исполнения по максимальной скорости передаваемых данных: до 1 Мбит/с, 25 Мбит/с или 150 Мбит/с. Каждое устройство доступно с низким или высоким выходным логическим уровнем по умолчанию, когда на входной стороне отсутствует напряжение сигнала. Необходимо учитывать это при заказе компонентов.

Расширенный диапазон напряжений питания, составляющий 1,71…5,5 В на каждой стороне, позволяет также использовать эти микросхемы в качестве преобразователей уровня.

Данные изоляторы выпускаются в 16-выводных широких (10,3x7,5 мм) и узких (9,9x3,9 мм) корпусах SOIC. Они доступны и в 16-выводном корпусе QSOP 6x5 мм.

Основные характеристики MAX14930, MAX149331 и MAX14932:

- Надежная гальваническая развязка цифровых цепей:
  - выдерживает синусоидальное напряжение 3,75 кВ (rms) (Viso) в течение 60 секунд;
  - выдерживает постоянное напряжение 443 В (rms) (Viowm);
  - выдерживает пиковое повторяющееся напряжение 630 В (Viorm);
  - выдерживает импульсное напряжение ±10 кВ (по IEC 61000-4-5).
- Прямая совместимость с большинством типов микросхем и ПЛИС:
  - напряжение питания 1,7…5,5 В;
- Варианты использования:
  - три модификации микросхем по максимальной скорости передачи данных: 1 Мбит/с, 25 Мбит/с, 150 Мбит/с;
  - три конфигурации каналов;
  - возможны два состояния выхода по умолчанию: высокий или низкий;
  - три типа корпуса. Путь утечки и зазор между выводами: 3,8 мм, 4 мм или 8 мм;
- Малое энергопотребление при высокой скорости передаваемых данных:
  - при напряжении питания 1,8 В: 2,5 мА на канал при 1 Мбит/с и 5,25 мА на канал при 100 Мбит/с;
  - при напряжении питания 3,3 В: 2,6 мА на канал при 1 Мбит/с и 7,1 мА на канал при 100 Мбит/с.

MAX14934/35/36 – четырехканальные изоляторы 5 кВ

Семейство четырехканальных изоляторов **MAX14934/35/36** (рисунок 6) предназначено для передачи цифровых сигналов между цепями с разными источниками питания. Высокая прочность изоляции между входом и выходом у MAX14934/35/36 подтверждена испытательным напряжением 5 кВ. Данное семейство обеспечивает три однонаправленных канальных конфигурации, которые подойдут для применения в интерфейсах SPI, RS-232, RS-485 и сопряжения входов и выходов в разных цифровых модулях.

Доступны модификации с максимальными скоростями передаваемых данных до 1, 25 и 150 Мбит/с. Когда вход обесточен, выход изоляторов находится в состоянии по умолчанию, которое возможно с высоким или низким уровнем. Необходимо учитывать это при заказе.

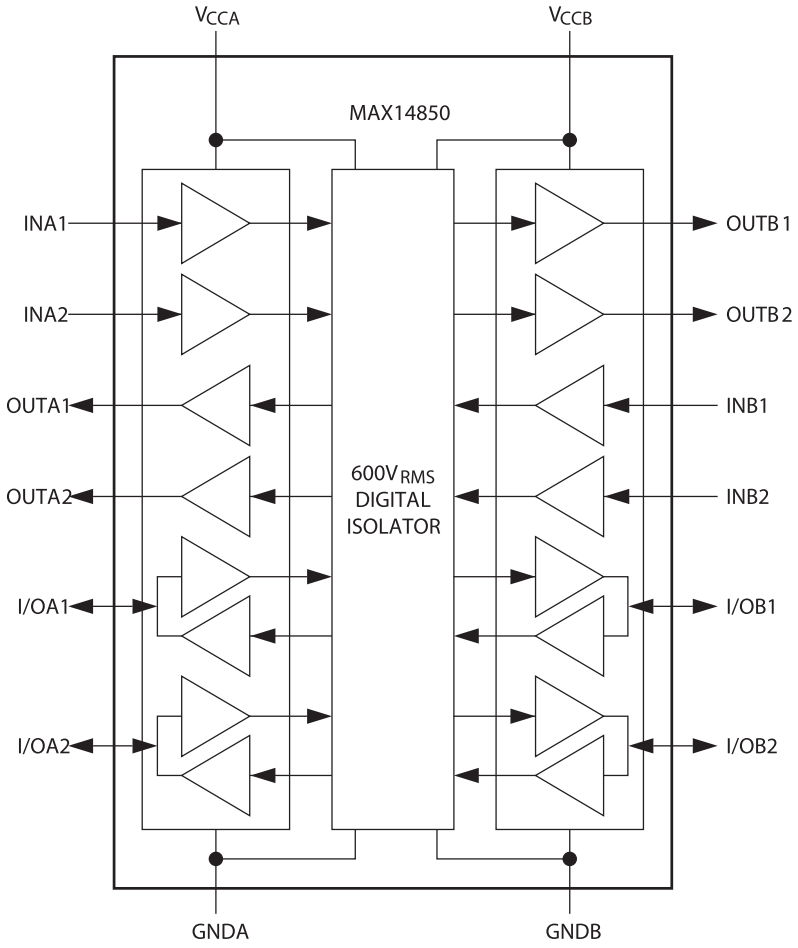


Рис. 7. **Блок-схема MAX14850**

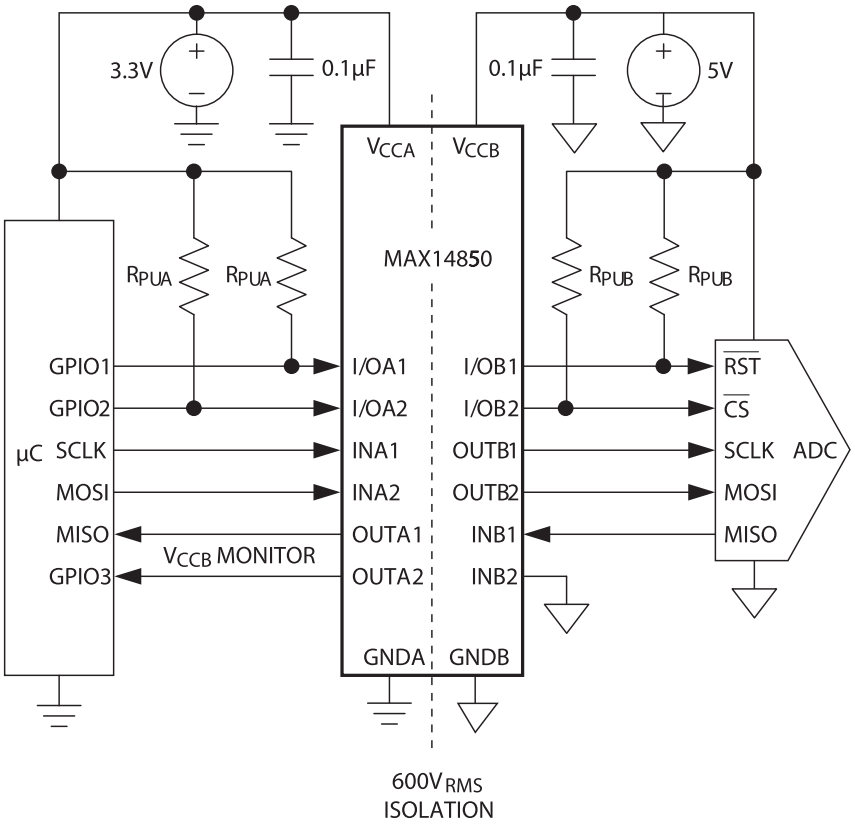


Рис. 8. **Пример использования MAX14850**

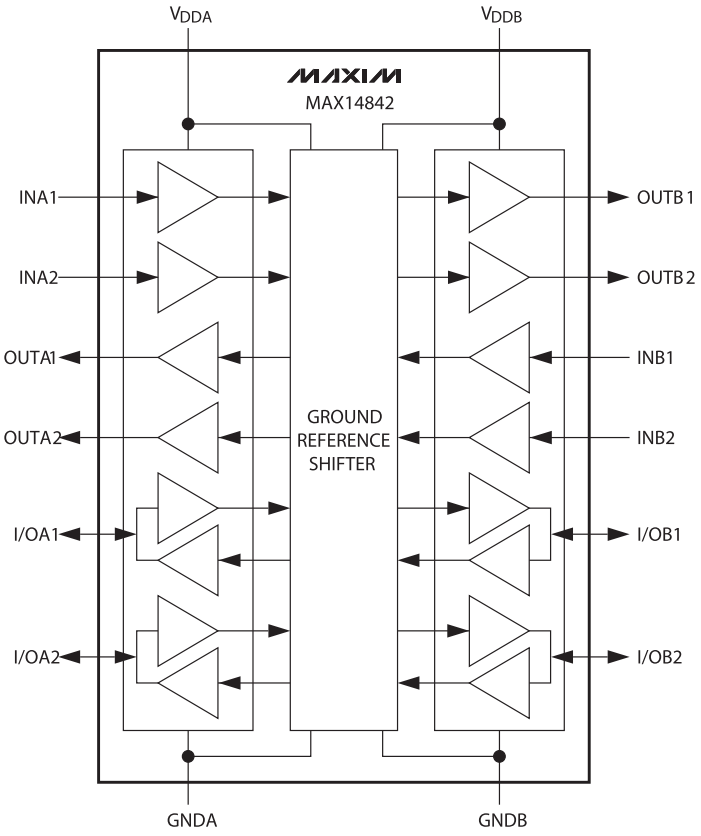


Рис. 9. **Блок-схема MAX1482**

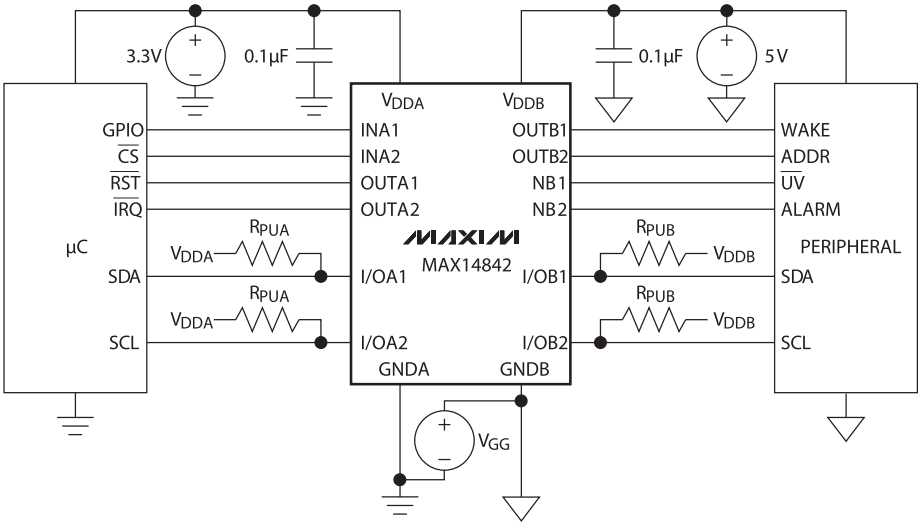


Рис. 10. **Типичная схема использования MAX1482**

Независимый выбор напряжения питания для входа и выхода в диапазоне 1,71…5,5 В позволяет использовать эти изоляторы и качестве преобразователей уровня.

Данные изоляторы выпускаются в 16-выводном корпусе SOIC 10,3x7,5 мм.

Основные характеристики MAX14934/35/36:

• Надежная гальваническая развязка цифровых цепей:

– выдерживает синусоидальное напряжение 5 кВ (rms) (Viso) в течение 60 секунд;

– выдерживает постоянное напряжение 848 В (rms) (Viowm);

– выдерживает пиковое повторяющееся напряжение 1200 В (Viorm);

– выдерживает импульсное напряжение ±10 кВ (по IEC 61000-4-5).

• Прямая совместимость с большинством типов микросхем и ПЛИС:

– напряжение питания 1,71…5,5 В.

• Варианты использования:

– три модификации микросхем по максимальной скорости передачи данных: 1, 25 и 150 Мбит/с;

– три конфигурации каналов;

– два состояния выхода по умолчанию: высокий или низкий уровень.

• Малое энергопотребление при высокой скорости передаваемых данных:

– при напряжении питания 1,8 В: 2,5 мА на канал при 1 Мбит/с и 5,25 мА на канал при 100 Мбит/с.

– при напряжении питания 3,3 В: 2,6 мА на канал при 1 Мбит/с и 7,1 мА на канал при 100 Мбит/с.

MAX14850 – шестиканальный изолятор

Выполненная в монолитном, компактном корпусе микросхема **MAX14850** (рисунок 7) является 6-канальным изолятором для цифровых сигналов, передаваемых между двумя устройствами с разными источниками питания. Фирменная технология компании Maxim Integrated обеспечивает незначительную потребляемую мощность в расширенном диапазоне температур.

Четыре однонаправленных канала, сгруппированных по два канала в каждую сторону, обеспечивают передачу данных со скоростью до 50 Мбит/с. Два двунаправленных канала имеют выходы с открытыми стоками и поддерживают скорость до 2 Мбит/с.

Независимое питание с напряжением 3,0…5,5 В для входной и выходной стороны изолятора позволяет использовать изолирующую микросхему также и как преобразователь уровня. MAX14850 может применяться для изоляции в шинах SPI, I²C, RS-232, RS-485/RS-422 и в прочих схемах. При использовании MAX14850 в качестве шинного изолятора остающиеся дополнительные каналы можно задействовать для мониторинга питания и передачи сигналов сброса (рисунок 8).

MAX14850 выпускается в узком шестивыводном корпусе SOIC 10x4 мм (имеется оценочный комплект) и в 16-выводном корпусе QSOP 3,9x4,94 мм.

Основные характеристики MAX14850:

• Защита от перенапряжения:

– защитная изоляция при напряжении 600 Brms в течение 60 секунд;

– защита от короткого замыкания на однонаправленных выходах;

– защитная изоляция в течение 50 лет при напряжении 200 Brms.

• Комплексное решение для изоляции цифровых цепей:

– четыре однонаправленных канала: 2 на вход/2 на выход;

– два двунаправленных канала с открытым стоком;

– однонаправленная передача данных до 50 Мбит/с;

– двунаправленная передача данных до 2 Мбит/с.

• Совместимость с интерфейсами:

– I²C;

– SPI;

– RS-232, RS-422/RS-485;

– SMBus, PMBus.

MAX14842 — шестиканальный изолятор со смещением опорного уровня

Изолятор **MAX14842** (рисунок 9) способен транслировать цифровые сигналы между двумя устройствами со смещением напряжения между их общими выводами (GND) до 72 В. Изолятор включает два двунаправленных и четыре однонаправленных канала, сгруппированных по два канала в каждом направлении. Два отдельных источника питания определяют независимые логические уровни с каждой стороны изолятора.

MAX14842 поддерживает скорость передачи данных до 30 Мбит/с на четырех однонаправленных каналах и до 2 Мбит/с на двунаправленных каналах. Выходы с открытым стоком на двунаправленных каналах позволяют использовать их с сигналами I²C, при этом поддерживается замедление тактовой частоты в процессе передачи.

Система блокировки пониженного напряжения гарантирует предопределенное состояние выходов при включении и выключении питания, а также при импульсных помехах по цепи питания. Для надежного функционирования необходимо следить за выполнением условия: $0\ В \le (V_{GNDB} - V_{GNDA}) \le 72\ В$. Необходимо учесть, что GNDB должно быть больше или равно GNDA.

MAX14842 выпускаются в 16-выводном корпусе TQFN.

Основные характеристики MAX14842:

- возможная разница между напряжениями на выводах GND не более +72 Brms;
- четыре двунаправленных канала: 2 на вход/2 на выход;
- два двунаправленных канала;
- совместимость с I²C;
- поддержка I²C с замедлением тактовой частоты;
- скорость передачи на однонаправленных каналах: до 30 Мбит/с;
- скорость передачи на двунаправленных каналах: до 2 Мбит/с;
- смещение уровня напряжения: от +3,3 В до +5 В;
- защита от пониженного напряжения (*Undervoltage Lockout*);
- 16-выводной корпус TQFN 4x4 мм;
- расширенный температурный диапазон -40…125°C.

MAX14842 найдут применение в телекоммуникационных и медицинских системах, при передаче питания через Ethernet, мониторинге батарейного питания, в шинах I²C, SMBusK, SPI и MICROWIRE. Пример использования MAX14842 приведен на рисунке 10.

Заключение

В условиях бурного развития телекоммуникационных технологий, сетей и систем связи появился такой тип микросхем как изоляторы цифровых цепей, призванные обеспечить развязку по питанию и защиту для оборудования, использующего современные высокоскоростные интерфейсы SPI, RS-485/422, RS-232, I²C и другие.

Гальваническая развязка с использованием изоляторов производства компании Maxim Integrated позволяет решать целый ряд задач, включая защиту чувствительных электрических цепей от повреждения импульсами повышенного напряжения, вплоть до пробоя и фатальных последствий. Изоляторы напрямую взаимодействуют с разными типами микросхем за счет возможного смещения логических уровней. Встроенные технологии внутреннего мониторинга позволяют автоматически контролировать выходной уровень при включении, выключении и провалах по уровню питающего напряжения.

Подбор оптимального варианта изолятора Maxim Integrated упрощает разнообразие имеющихся конфигураций каналов, а также поддерживаемых скоростей передачи данных при различных параметрах изоляционного барьера.

Литература

1. *https://www.maximintegrated.com/en/products/interface/isolation.html.*

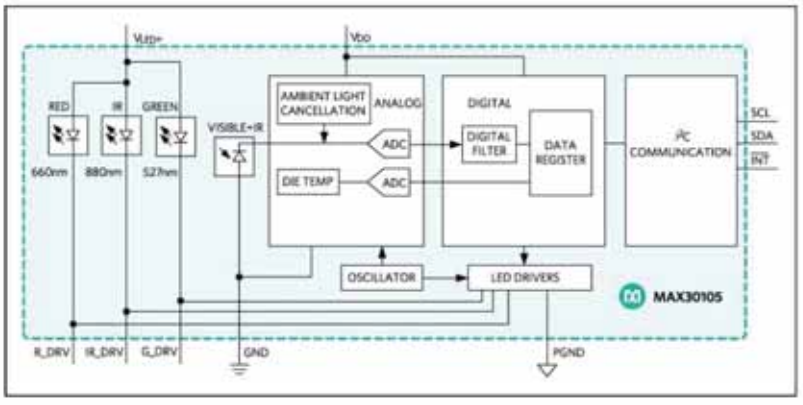
Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

maxim integrated

MAX30105
Высокочувствительный оптический датчик дыма

Компактный функциональный модуль содержит:

- Встроенные светодиоды и фоточувствительный элемент
- Настраиваемые источники тока
- Машину состояния, позволяющую без участия МК организовать правильную последовательность включения светодиодов
- Цепи нормирования сигнала
- Дополнительные функции обработки сигнала
- Датчик температуры
- Буфер FIFO, позволяющий реже включать МК и экономить батарею питания



Логотип Maxim Integrated – торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Официальный дистрибьютор Maxim Integrated с 2003 г
Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Алексей Трушников (г. Минск)

НА СЛУЖБЕ «01»: РЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ИС MAXIM В ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

*Для **охранно-пожарной сигнализации** характерны адресные линии связи, в которых применяются нестандартные уровни напряжений. Поэтому в таких системах необходимо применять не стандартные микроконтроллеры, а **программируемые аналоговые микросхемы** – например, изделия семейства **PIXI** производства **Maxim Integrated,** такие как **MAX11300, MAX11301, MAX11311** и **MAX11312.***

Охранно-пожарные сигнализации обеспечивают безопасность предприятий и жилых объектов. Как правило, оборудование таких систем выполняет несколько задач:

- защиту от взломов и проникновений;
- обнаружение возгораний и первичных признаков пожара;
- оповещение ответственных лиц о состоянии контролируемого объекта.

Термин «охранно-пожарная сигнализация» (ОПС) зачастую используется как собирательное понятие, хотя по составу оборудования, требованиям к монтажу, проектированию, эти системы очень часто различаются, и весьма существенно.

По сути, назначением как охранной, так и пожарной системы сигнализации является обнаружение тревожного события – возгорания, несанкционированного проникновения в охраняемые помещения. Помимо основной, данные системы могу выполнять и ряд вспомогательных функций, например, измерять температуру воздуха в помещениях, обнаруживать протечки.

Возможная структурная схема ОПС представлена на рисунке 1. Помимо приведенных на рисунке блоков, в реальной системе могут присутствовать блоки для связи по каналу GSM, различные сетевые интерфейсы, источники бесперебойного питания.

Автоматическая пожарная сигнализация по способу контроля шлейфов подразделяется на такие типы как [1]:

- пороговая;
- адресно-опросная;
- адресно-аналоговая.

В пороговых сигнализациях устройству заранее задается предельная температура. При повышении установленного параметра сигнал посылается на панель управления. Такие системы – самые простые и, соответственно, бюджетные.

В адресных системах ОПС обязательно имеется приемно-контрольный прибор, который с заданной периодичностью производит опрос датчиков. В прибор заложены алгоритмы проверки исправности и настройки датчиков для снижения числа ложных срабатываний из-за естественного изменения условий окружающей среды, например, температуры внутри помещения или дополнительной засветки искусственным или естественным освещением.

Адресные системы ОПС – довольно сложные устройства, и соответственно – недешевые. Сэкономть средства можно при монтаже адресных линий связи, стоимость которого однозначно ниже стоимости монтажа линий систем неадресного действия, поскольку для соединения всех датчиков хватает одной линии.

Для крупных объектов охранная сигнализация, построенная по адресному принципу, чрезвычайно удобна. Определяется это несколькими факторами:

- значительным уменьшением объема работ по прокладке соединительных линий;
- возможностью локализовать состояние системы с точностью до одного датчика;
- легкостью последующего масштабирования;
- возможностью оперативного изменения конфигурации.

Возможность масштабирования с минимальными затратами – очень востребованная особенность адресных систем. В жизненном цикле ОПС довольно часто может возникать необходимость в установке дополнительных датчиков. Добавление датчика в адресной системе сводится к монтажу непосредственно датчика, подключению его к существующей адресной линии и внесению изменений в параметры или в текущую конфигурацию системы сигнализации.

Основным требованием к оборудованию ОПС вполне логично является надежность функционирования в режиме 24/7. Это требование на практике обеспечивается применением современных электронных компонентов и материалов, отработанными алгоритмами работы, тщательно разработанным и оттестированным программным обеспечением. В данном случае весьма существенным подспорьем является применение рекон-

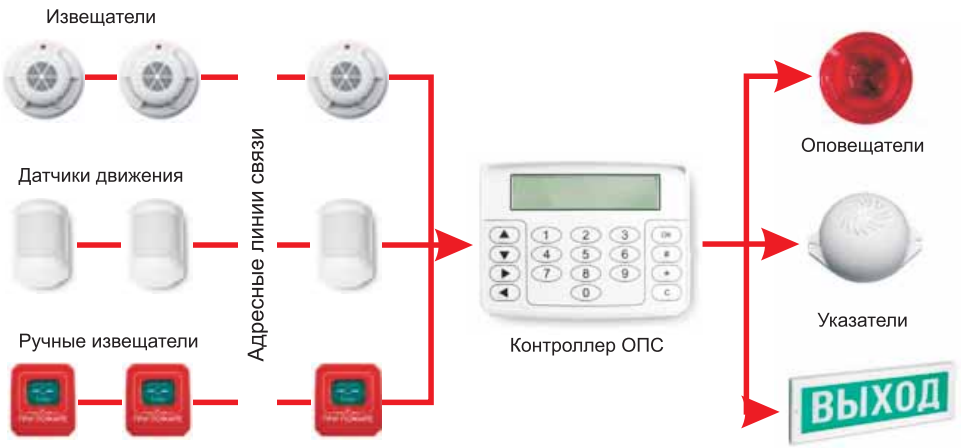


Рис. 1. **Структурная схема ОПС**

Рис. 2. **Внешний вид современного оборудования ОПС**

фигурируемых компонентов, которые позволяют вносить изменения в работу систем без перепроектирования аппаратной части, а также минимизировать количество используемых компонентов за счет применения универсальных средств обработки смешанных сигналов, к коим вполне можно отнести программируемые аналоговые микросхемы семейства **PIXI.**

К вспомогательным требованиям можно отнести:

- простоту использования (эксплуатации);
- удобство пользования и визуализации;
- низкое энергопотребление;
- соответствие действующим противопожарным нормам для систем пожарной сигнализации;
- эстетичный внешний вид оборудования.

На современном рынке представлено немало современных контроллеров систем ОПС. Примерами могут служить контроллеры, представленные на рисунке 2.

На практике каждый производитель систем ОПС производит некоторый ряд максимально универсальных приборов. Так делается для того, чтобы с помощью одного ряда покрыть максимально широкий спектр объектов. Это вполне логично, но часто приводит к тому, что находятся объекты, при реализации которых из-за какой-либо специфичной функции может потребоваться контроллер старшей модели, используемый на 10% своих возможностей при решении остальных поставленных задач. С другой стороны, фактором, ограничивающим расширение модельного ряда, являются затраты на проектирование и поддержку новых устройств. Сократить эти затраты можно, заменив индивидуальную схемотехнику каждого контроллера на универсальную, программно конфигурируемую. При этом в сопутствующей программной среде разработки можно определить функциональную схему контроллера для конкретного объекта и таким образом наиболее полно использовать доступные ресурсы контроллера.

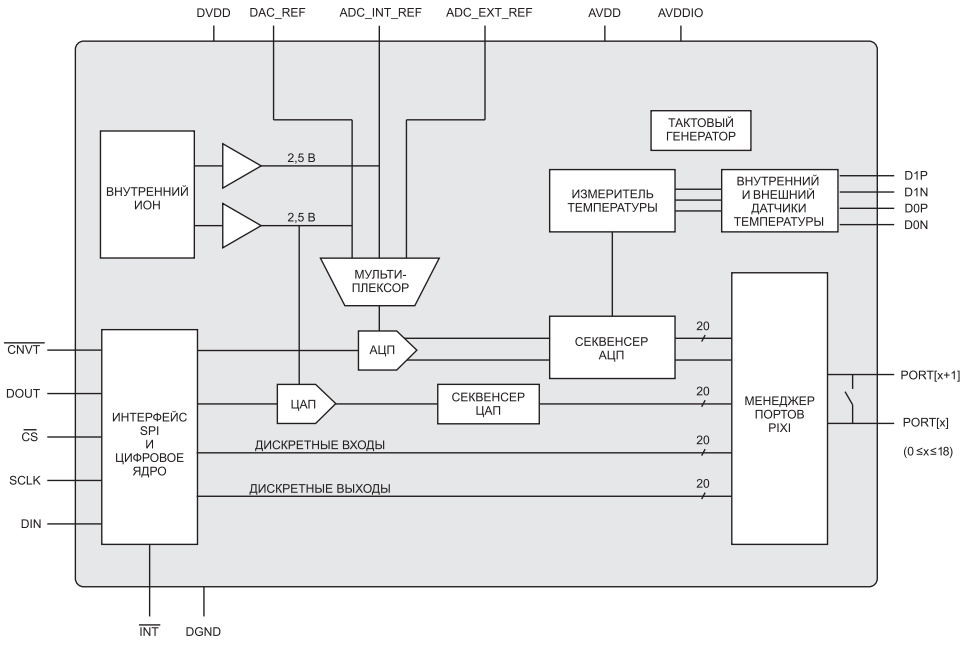


Рис. 3. **Структурная схема MAX11300**

Если в системе имеются только дискретные входы и выходы, то применение современных микроконтроллеров с некоторым аппаратным запасом решает проблемы с переконфигурированием под конкретные объекты. При этом должна быть проработана соответствующим образом лишь схемотехническая часть устройства. Однако следует отметить, что микроконтроллеры работают со стандартными для логики фиксированными уровнями напряжений, в то время как для работы с адресными линиями связи могут понадобиться нестандартные уровни напряжений. Это с легкостью может быть решено путем применения микросхем PIXI серии **MAX113xx.** Любой дискретный сигнал в любом случае представляется напряжением или током, а значит, может быть измерен или сгенерирован с помощью АЦП и ЦАП. Вот тут и может проявить себя вся гибкость конфигурации устройств PIXI, позволяющая задать границы диапазона по напряжению дискретных входов в пределах 0…10 В (или -5…5 В, или -10…0 В). Совсем по-другому обстоит дело с аналоговой периферией. Если в микроконтроллерах некоторых производителей имеется возможность изменять назначение выводов, в том числе и переносить аналоговые функции, то общее количество входов АЦП и выходов ЦАП все равно остается неизменным. Более того, если количество мультиплексированных входов в современных микроконтроллерах почти всегда более 10 (имеются в виду корпуса с соответствующим количеством выводов), то с ЦАП редко бывает такое же количество выходов. В данном случае применение приборов PIXI производства компании Maxim Integrated с их двадцатью возможными выводами АЦП или ЦАП видится оправданным. Немаловажным является и тот факт, что разрядность АЦП и ЦАП составляет 12 бит.

PIXI это аббревиатура от *Programmable mIXed sIgnal input/output.* Структурная схема этих микросхем на примере **MAX11300** показана на рисунке 3. Программируемые микросхемы PIXI не сохраняют свою конфигурацию при снятии питания и должны конфигурироваться каждый раз при подаче питания. На практике это реализуется загрузкой конфигурационных байт посредством интерфейса SPI (MAX11300). Гибкая, но детерминированная архитектура идеально подходит для устройств, требующих многоканальных АЦП и ЦАП, например, для устройств промышленной автоматики. Микросхемы PIXI могут иметь до 20 портов несимметричных или 10 дифференциальных АЦП. При этом входы могут быть сконфигурированы на один из четырех диапазонов номинального

напряжения из ряда 0…10 В, -5…+5 В, -10…0 В или 0…2,5 В. Одновременно могут использоваться или одно-, или двуполярные входы.

Максимальная скорость преобразования может достигать 400 квыб/с, при этом общая скорость преобразования делится между общим количеством задействованных входов АЦП. MAX11300 имеет функцию аппаратного усреднения по 2, 4, 8, 16, 32, 64 или 128 отсчетам с целью повышения устойчивости к зашумлению, которая снижает нагрузку на ядро микроконтроллера.

Микросхемы серии PIXI могут иметь до 20 выходов ЦАП или ЦАП с мониторингом АЦП, при этом выходы могут быть сконфигурированы на один из трех диапазонов напряжений из ряда 0…10 В, -5…5 В или -10…0 В. Максимальная частота обновления ЦАП определяется периодом установления выходного напряжения – 40 мкс. Поскольку до 20 портов могут быть сконфигурированы как ЦАП, то максимальная частота обновления составляет 1,25 кГц.

Диапазон входных/выходных напряжений дискретных входов составляет -10…10 В при задании напряжений VAVDDIO и VAVSSIO, равных, соответственно, +12 и -12 В.

Для работы с микросхемами PIXI потребуется загрузить бесплатное ПО MAX11300 Configuration software. Это простая в использовании графическая среда, которая формирует конфигурационный файл для загрузки в PIXI-устройство. Выводы микросхем PIXI могут иметь несколько режимов, пользователь определяет (конфигурирует) требуемые параметры вывода. При подаче питания все выводы PIXI находятся в третьем (высокоимпедансном) состоянии. Конфигурация загружается последовательным потоком данных в регистры PIXI для определения режима работы каждого вывода. Данные конфигурации можно хранить в отдельной микросхеме памяти EEPROM, для этих целей вполне достаточно двух килобайт. По завершении процесса конфигурации микросхема PIXI готова к работе. Поскольку технология PIXI не предусматривает сохранения конфигурации, каждый раз при снижении напряжения питания ниже нормы и последующем его восстановлении микросхема должна быть переконфигурирована.

Для ознакомления с технологией PIXI можно использовать простейшую отладочную плату **MAX11300SYS1** [2], изображенную на рисунке 4, или более продвинутый оценочный комплект **MAX11300EVKIT** [3] (рисунок 5).

Плата MAX11300SYS1 имеет в своем составе микросхему MAX11300 с подключенными на штыревой разъем выводами, цепями питания и разъемом программирования. В техническом руководстве [6] можно найти подробную информацию по работе с платой. Для удобства работы с платой компания Maxim Integrated выпускает USB-адаптер **USB2PMB1** для подключения платы к компьютеру.

Рис. 4. **Оценочная плата MAX11300SYS1**

Рис. 5. **Оценочная плата MAX11300EVKIT**

Комплект MAX11300EVKIT представляет собой полностью завершенную плату со всеми схемными узлами – системой питания, источниками опорного напряжения, датчиками температуры, адаптером USB-SPI и микросхемой MAX11300 с подключенными к 50-контактному соединителю выводами. В комплект также включено ПО Windows XP®-, Windows Vista®-, Windows®7- и Windows 8.0-/8.1, совместимое с графическим интерфейсом для изучения возможностей микросхемы.

Микросхема **MAX11301** отличается от MAX11300 лишь интерфейсом – I²C вместо SPI у 11300. Микросхемы **MAX11311** и **MAX11312** имеют по 12 реконфигурируемых выводов вместо 20.

Одним из применений программируемых микросхем семейства PIXI может быть узел сопряжения управляющего микроконтроллера и интерфейса адресной линии связи в контролерах ОПС (приемно-контрольных приборах). Вариант функциональной схемы контроллера ОПС может выглядеть, как показано на рисунке 6.

По этой схеме основной микроконтроллер осуществляет все сервисные функции, такие как управление дисплеем, обработка нажатия пользовательских кнопок, коммуникационные функции, опрос и обработка данных от адресных линий связи. Дисплей и клавиатура обеспечивают пользовательский интерфейс для индикации и возможности локальной настройки прибора. Интерфейс RS-485 позволяет организовать передачу данных на верхний уровень или создать сеть из аналогичных устройств, а USB – осуществить местную конфигурацию прибора с помощью ПК. Ключевым узлом, определяющим качество функционирования адресной системы, является узел соединения с адресной линией связи. Про-

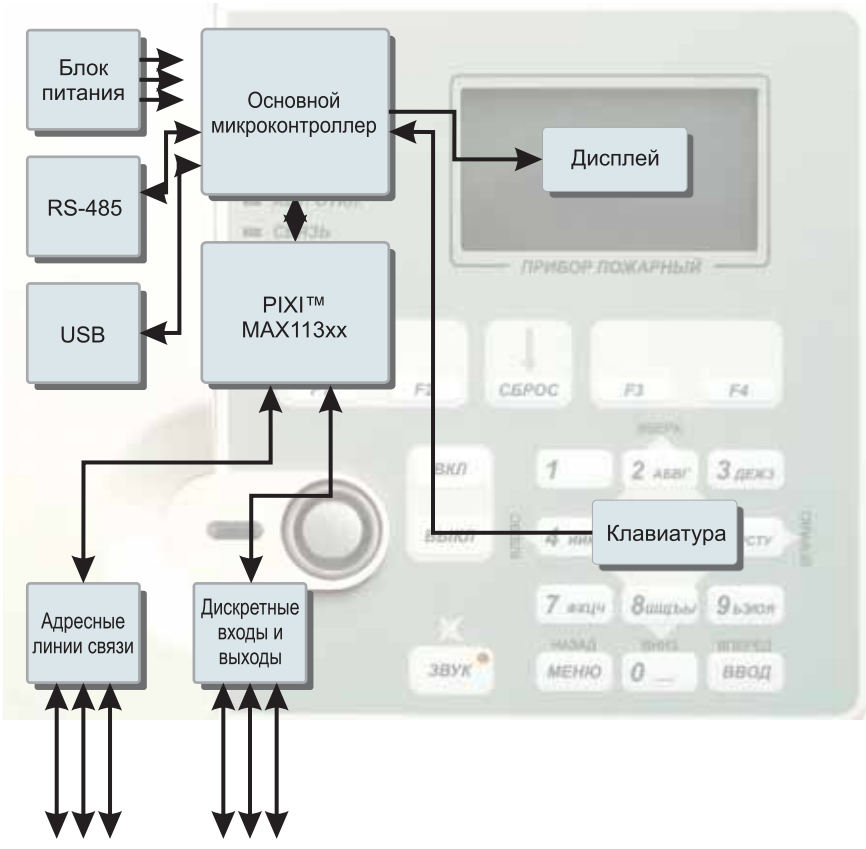


Рис. 6. **Возможная функциональная схема контроллера ОПС**

токолы обмена, по которым взаимодействуют приемно-контрольный прибор и извещатели, у разных производителей могут быть различны, но наиболее часто встречающийся способ реализации в проводных системах – это когда от контрольного прибора данные передаются манипуляцией напряжением, а от извещателей – манипуляцией током, протекающим по адресной линии. Поэтому точные и скоростные измерения, которые может обеспечить устройство PIXI, очень важны.

Наряду с основными функциями реализации связи с адресными устройствами, предназначение блока включает и контроль адресной линии связи на короткие замыкания, перегрузку, контроль исправности устройств в линии связи и возможность конфигурирования входов АЦП приборов серии PIXI как дифференциальных, что очень подходит для решения подобных задач.

Помимо адресных линий, может существовать необходимость подключения и линий с неадресными извещателями, требующими схемных узлов другого типа, которые также могут быть реализованы с помощью микросхем смешанного сигнала серии PIXI. Таким образом получаем, что весь интерфейс адресных линий и дискретных входов может быть реализован на одной или, в случае масштабных систем, нескольких микросхемах серии MAX11300. Основной микроконтроллер по шине I²C или SPI будет получать уже адаптированную информацию в цифровом виде.

Немаловажным также является и тот факт, что у приборов серии PIXI все выводы являются идентичными, что позволяет оптимизировать топологию печатной платы. При этом требуется всего лишь немного изменить код конфигурации прибора.

Заключение

Мы рассмотрели упрощенную классификацию систем ОПС и принцип функционирования адресных систем. Сегодня в странах СНГ производится множество систем, различающихся принципами построения, используемой элементной базой, масштабностью и перечнем реализуемых функций. При проектировании новых устройств ОПС имеет смысл обратить внимание на возможности реконфигурации не только дискретных цепей, но и аналоговых, что позволит сделать устройства наиболее гибкими и подходящими для конкретных задач. Применение микросхем с высокой степенью интеграции, в особенности – аналоговых, позволяет повысить надежность устройств за счет снижения количества использованных компонентов. В частности, применение программируемых аналоговых микросхем PIXI производства компании MAXIM Integrated может способствовать сокращению затрат на проектирование и производство устройств ОПС и повышению надежности за счет своей универсальности.

Снижение стоимости является важной задачей, поскольку принцип разумности подсказывает, что стоимость системы защиты должна быть не больше, чем возможный ущерб. Срабатывание сигнализации хоть раз окупит затраты на ее проектирование и установку.

Литература

1. *www.maximintegrated.com/en/products/analog/data-converters/analog-to-digital-converters/MAX11300SYS1.html.*
2. *www.maximintegrated.com/en/products/analog/data-converters/analog-to-digital-converters/MAX11300EVKIT.html.*
3. *www.td.rubezh.ru.*
4. *www.unitest.ru.*
5. *www.armosystems.ru.*
6. *www.pdfserv.maximintegrated.com/en/an/UG5795.pdf.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

maxim integrated

Реконфигурируемые интегральные схемы семейства PIXI™

Гибкое решение для различных задач

- Широкий набор функциональных блоков: АЦП, ЦАП, ИОН, компараторов, усилителей и т.д.
- До 20 конфигурируемых портов ввода/вывода
- Простота программирования (понятный графический интерфейс пользователя)
- Широкий набор инструментов для разработчика: ПО, демоплаты и референс-дизайны

Наименование	Количество портов	Скорость преобразования	Интерфейс	Корпус
MAX11311	12	200 SPS	SPI	TQFN 32
MAX11312	12	200 SPS	I²C	TQFN 32
MAX11300	20	200 SPS	SPI	TQFN/40, TQFP/48
MAX11301	20	200 SPS	I²C	TQFN/40, TQFP/48

Логотип Maxim Integrated – торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Официальный дистрибьютор Maxim Integrated с 2003 г
Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Вячеслав Морозов (г. Ростов-на-Дону)

БАТАРЕЙНОЕ ПИТАНИЕ – ПОД КОНТРОЛЕМ: РЕШЕНИЯ MAXIM ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

*Линейка **стабилизаторов напряжения** производства **Maxim Integrated** для управления автономным **электропитанием портативных устройств** включает многофункциональные **интеллектуальные преобразователи** с функцией выбора источника питания, регуляторами напряжения и стабилизаторами, а также **мультиплексоры питания** и **индикаторы уровня заряда** на базе алгоритмов ModelGauge, ModelGauge m3 и ModelGauge m5.*

Область применения портативных устройств охватывает различные и все более обширные сферы деятельности человека. Она включает в себя интеллектуальные часы, браслеты для фитнеса, планшеты, смартфоны и другие устройства. Специфика применения портативных устройств накладывает определенные требования на системы батарейного электропитания и определяет тенденции их развития. Рассмотрим современные инновационные решения в области электропитания портативных устройств производства компании **Maxim Integrated.**

Основные требования к проектированию систем питания портативных устройств

С точки зрения пользователей портативных устройств с батарейным питанием практический интерес представляют два вопроса:

- Как долго устройство сможет проработать до следующей подзарядки аккумуляторной батареи?
- Как долго устройство может эксплуатироваться до того, как возникнет необходимость замены аккумуляторной батареи?

Для проектировщика систем питания портативных устройств решение этих вопросов требует наличия надежных и точных алгоритмов оценки остаточного заряда батареи, прогнозирования на его основе времени работы до отключения батареи по причине разряда, оценки старения батареи и прогнозирования момента начала ее быстрой деградации.

Увеличение продолжительности работы портативных устройств между очередными циклами зарядки требует, во-первых, применения малопотребляющей элементной базы, в том числе — в системах электропитания, и, во-вторых, формирования энергосберегающих профилей питания путем отключения центральным контроллером неиспользуемых периферийных устройств.

Одним из важнейших вопросов на сегодня является защита портативных устройств от использования поддельных аккумуляторов, которые в лучшем случае могут вывести из строя питаемое ими устройство, а в худшем — привести к возгоранию или взрыву. Для проектировщика систем питания портативных устройств это означает необходимость применения надежных и стойких к взлому алгоритмов аутентификации аккумуляторных батарей.

Портативные устройства, как правило, имеют ограничения по размерам, что определяет жесткие требования к габаритным размерам компонентов, применяемых во встроенных системах питания.

Все перечисленные вопросы по питанию портативных устройств могут быть в полной мере решены с использованием компонентов Maxim Integrated.

Анализ профилей питания портативных устройств

Для уменьшения размеров и веса портативных устройств необходимо минимизировать мощность, потребляемую от аккумуляторной батареи, так как это позволит использовать батареи меньшей емкости. В этом отношении портативные устройства похожи на любые другие устройства с батарейным питанием, но отличаются от них значительно меньшими габаритами, что требует совершенно другого уровня оптимизации.

Из диаграмм распределения энергопотребления в различных режимах работы типичного портативного устройства (рисунок 1) видно, что для получения максимальной продолжительности работы от аккумуляторной батареи без подзарядки портативное устройство должно предельно быстро выполнять задачи с высоким энергопотреблением и как можно дольше оставаться в неактивном дежурном режиме. Величина потребляемого тока портативных устройств, как правило, значительно меньше, чем у других устройств с батарейным питанием. Например, для непрерывной работы в течение недели от аккумуляторной батареи емкостью 50 мА·ч средний потребляемый ток не должен превышать 300 мкА. Если при этом 25% энергии аккумуляторной батареи выделить для работы в дежурном режиме, средний потребляемый ток в дежурном режиме составит не более 75 мкА. Импульсный понижающий регулятор напряжения с собственным током потребления I_Q = 30 мкА будет расходо-

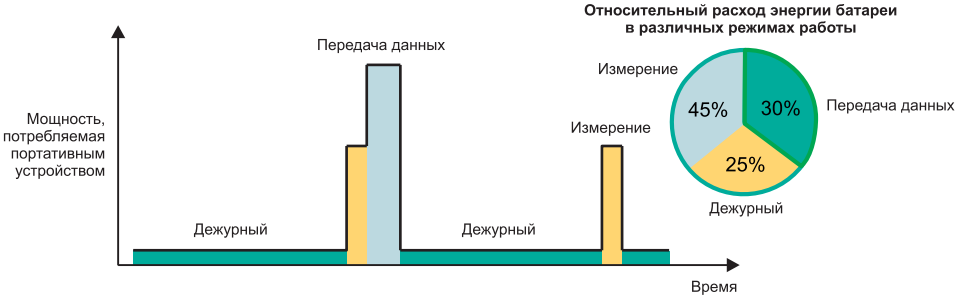


Рис. 1. **Распределение энергопотребления типичного портативного устройства в разных режимах работы**

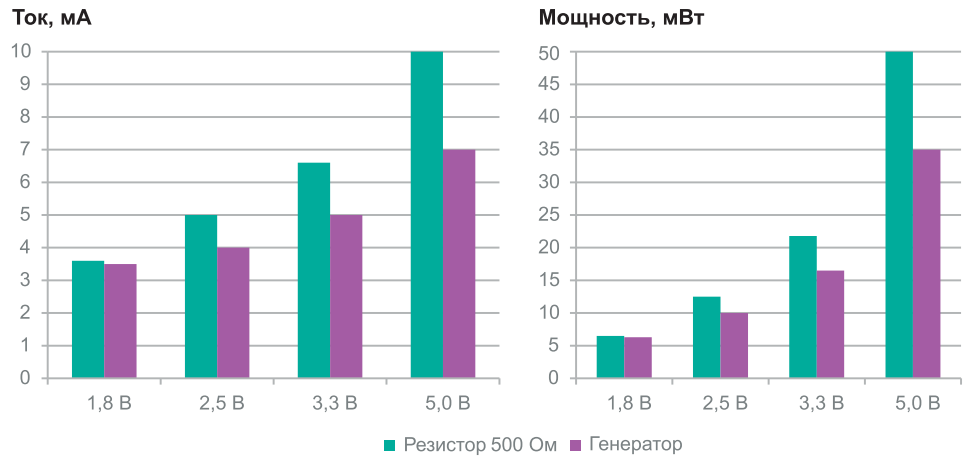


Рис. 2. **Потребляемые ток и мощность резистора 500 Ом и генератора КС5032 в зависимости от напряжения питания**

вать почти половину бюджета дежурного режима, что, возможно, сделает более привлекательным вариант питания от линейного стабилизатора с низким значением I_Q. В то же время для питания сильноточных периферийных компонентов системы, таких как дисплеи или радиопередатчики, потребуется пиковый ток порядка десятков миллиампер, который трудно получить без использования импульсного понижающего преобразователя с высоким КПД. Оптимизация энергопотребления в большом динамическом диапазоне нагрузок традиционно решается на основе некоторого компромисса в распределении потребляемой мощности в различных режимах работы.

Потребляемая мощность является произведением напряжения питания и потребляемого тока. Для чисто резистивной нагрузки ток пропорционален напряжению питания и, таким образом, мощность связана с напряжением питания квадратичной зависимостью. Несмотря на то, что активные компоненты не являются чисто резистивной нагрузкой, для них в основном также сохраняется квадратичная зависимость потребляемой мощности от напряжения питания. В качестве примера на рисунке 2 показаны диаграммы потребляемого тока и потребляемой мощности резистора 500 Ом и генератора **КС5032,** на которых видно резкое уменьшение энергопотребления при сравнительно небольшом уменьшении напряжения питания. Из представленных на рисунке 2 диаграмм следует, что добавление в схему питания линейного стабилизатора может значительно снизить потребляемую мощность, несмотря на его невысокий КПД, обусловленный тем, что входной и выходной токи линейного стабилизатора практически одинаковы.

Во многих активных компонентах, как для экономии электроэнергии, так и по некоторым другим причинам предусмотрена встроенная стабилизация напряжения. Как правило, это стабилизаторы линейного типа, что минимизирует изменение тока потребления, однако общее энергопотребление по-прежнему линейно зависит от входного напряжения. Чтобы свести к минимуму потребление энергии при выполнении большинства системных функций, необходимо выбирать электронные компоненты с наименьшим напряжения питания из числа доступных и работать вблизи нижней границы их рабочего диапазона напряжения. Однако, как было отмечено выше, линейные стабилизаторы не позволяют в полной мере реализовать преимущества питания компонентов системы пониженным напряжением вследствие того, что входной и выходной токи линейного стабилизатора практически одинаковы. Потребляемая электронным компонентом (полезная) мощность равна произведению выходного напряжения стабилизатора на выходной ток. Остальная мощность, равная произведению входного тока на разность между входным и выходным напряжениями, рассеивается линейным стабилизатором в виде тепловой энергии.

На сегодняшний день на рынке представлены импульсные понижающие преобразователи напряжения, имеющие собственный ток потребления в диапазоне сотен наноампер, что избавляет от поиска компромисса между энергопотреблением в активном и дежурном режимах. При питании электронного компонента с рабочим напряжением 1,8 В от литий-полимерной аккумуляторной батареи со средним напряжением 3,7 В импульсный понижающий преобразователь теоретически может почти вдвое уменьшить потребляемый ток. Однако, на практике он не всегда является оптимальным решением, особенно если его выходное напряжение составляет более 80% от напряжения аккумуляторной батареи. Например, с помощью импульсного понижающего преобразователя можно получить напряжение 3,3 В из напряжения батареи 3,7 В с КПД 90%. КПД линейного стабилизатора при тех же условиях составит 85%, но линейному стабилизатору не требуется дроссель. Из графиков, показанных на рисунке 3, видно, что импульсный понижающий преобразователь с собственным током потребления 1 мкА имеет неоспоримые преимущества по сравнению с линейным стабилизатором при выходном напряжении 1,8 В и токе нагрузки менее 1 мА. Однако при выходном напряжении 3,3 В, как следует из графиков на рисунке 4, эта разница не столь существенна. В данном случае можно сделать вывод, что для напряжения питания 1,8 В предпочтительнее использовать импульсный понижающий преобразователь с собственным током потребления 1 мкА, а для напряжения 3,3 В — линейный стабилизатор, так как он занимает меньше места на плате. Учет перечисленных выше факторов является общим правилом при разработке систем электропитания портативных устройств.

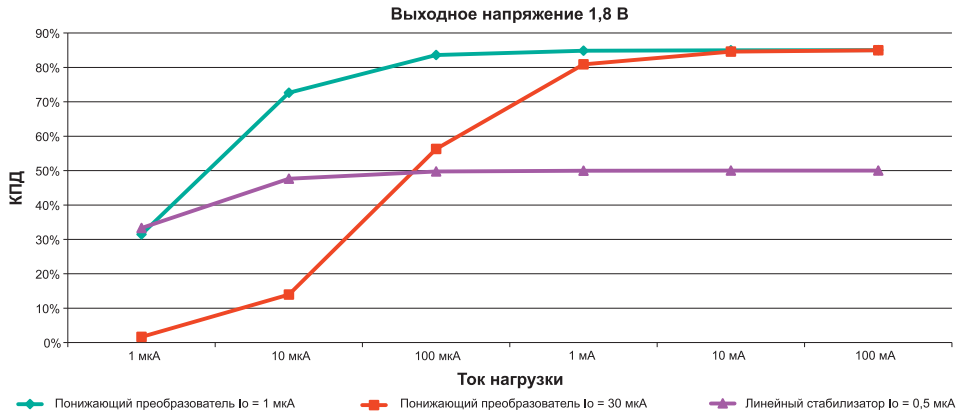


Рис. 3. **Зависимость КПД от тока нагрузки для трех стабилизаторов с Uвых=1,8 В**

Решения MAXIM для реализации питания портативных устройств

Традиционные системы электропитания батарейных устройств состоят из набора микросхем, каждая из которых выполняет несколько специализированных функций — защиту устройства от

повышенного напряжения питания, заряд аккумулятора, формирование нескольких стабилизированных напряжений для питания микроконтроллера и периферийных устройств и так далее.

Дальнейшее снижение габаритов и внедрение энергосберегающих профилей питания диктует необходимость объединения нескольких функций на одном кристалле, что можно рассмотреть на примере многофункциональной микросхемы **MAX14690,** разработанной компанией MAXIM (рисунок 5).

Микросхема MAX14690 включает в себя линейное зарядное устройство литий-ионных аккумуляторов с функцией интеллектуального выбора источника питания системы, два импульсных регулятора напряжения и три линейных стабилизатора с низким падением напряжения (LDO).

Импульсные регуляторы выполнены по схеме синхронных понижающих преобразователей напряжения с программной установкой выходных напряжений посредством шины I2C. Импульсные преобразователи характеризуются высоким КПД при номинальной нагрузке и пониженным током потребления при малой нагрузке посредством перехода в режим пропуска импульсов.

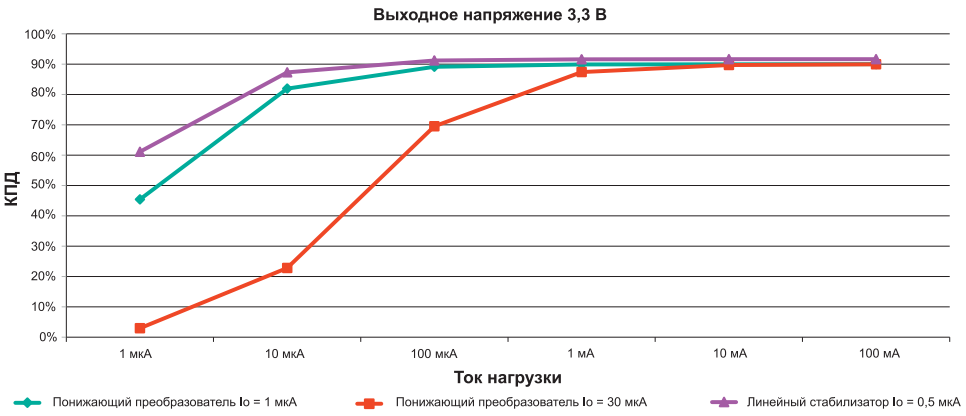
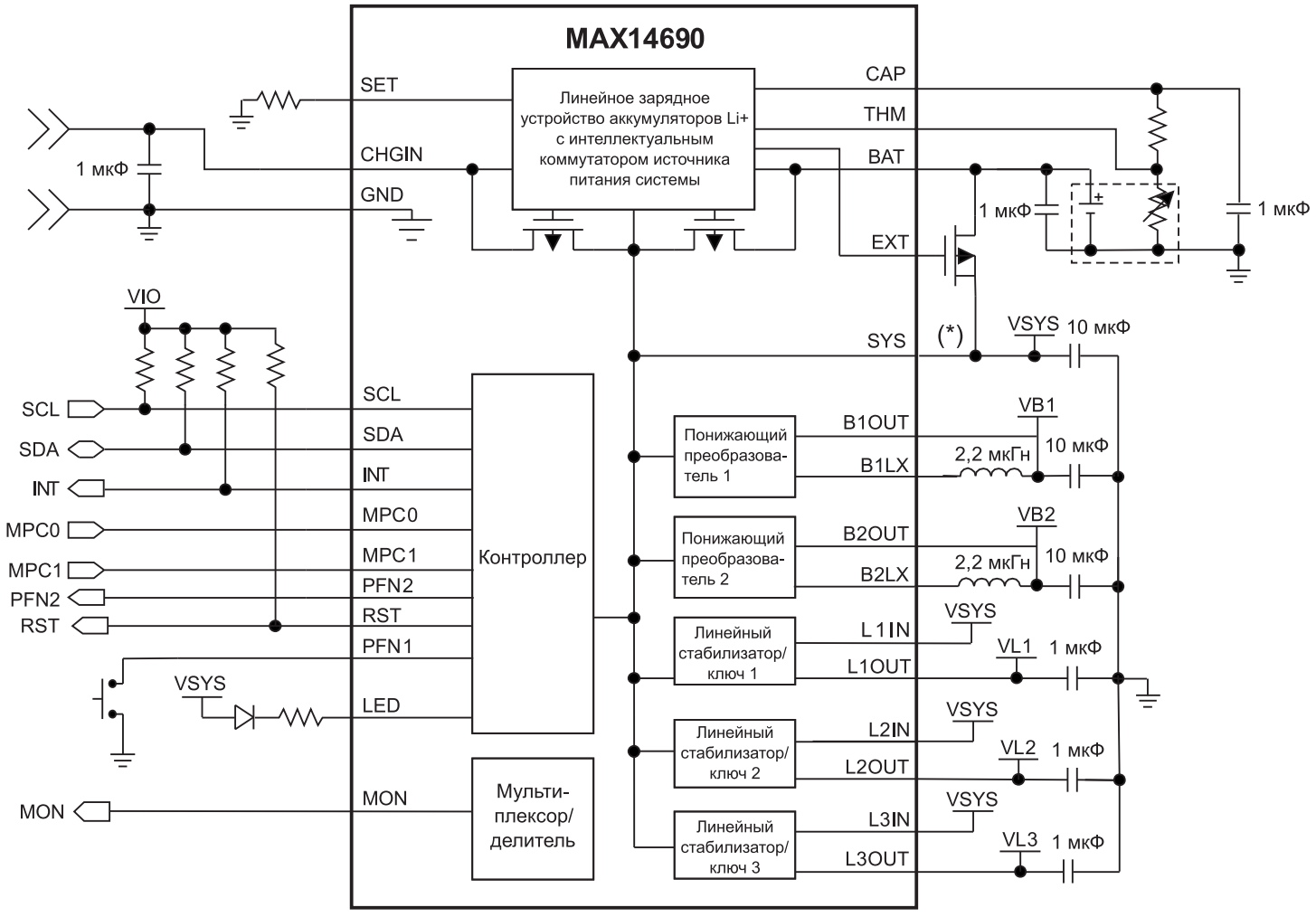


Рис. 4. **Зависимость КПД от тока нагрузки для трех стабилизаторов с Uвых=3,3 В**

Линейные стабилизаторы напряжения имеют заводские установки выходных напряжений, но могут быть перепрограммированы на другие выходные напряжения посредством шины I²C. Линейные стабилизаторы могут быть также сконфигурированы для работы в качестве силовых ключей, посредством которых центральный контроллер системы может отключать питание неиспользуемых периферийных устройств. Для повышения гибкости построения системы электропитания на основе MAX14690 каждый линейный стабилизатор имеет отдельный вход питания.

Встроенный в зарядное устройство интеллектуальный коммутатор источника питания системы обеспечивает работоспособность системы, в том числе — при подключении «севшего» акку-



** Внешний МОП-транзистор (опционально)*

Рис. 5. **Многофункциональная микросхема MAX14690**

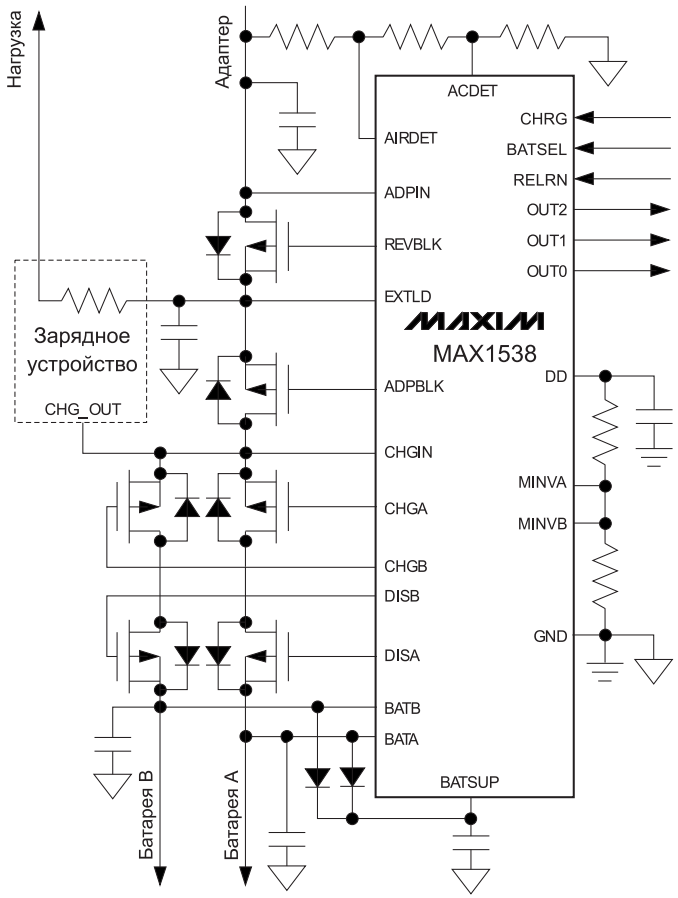


Рис. 6. **Система электропитания на основе мультиплексора MAX1538**

мулятора. При этом, во избежание перегрузки сетевого адаптера, коммутатор ограничивает входной ток на уровне, определяемом значением, записанным в соответствующий регистр посредством шины I²C. В тех случаях, когда источник питания (адаптер) зарядного устройства не может обеспечить требуемый ток нагрузки, интеллектуальный коммутатор поставляет дополнительный ток в нагрузку от батареи.

Основные характеристики MAX14690:

• Увеличенное время работы между интервалами зарядки.

• Два встроенных импульсных преобразователя напряжения с током нагрузки 200 мА:

– выходные напряжения программируются в диапазонах 0,8…1,8 В и 1,5…3,3 В;

– собственный ток потребления каждого преобразователя – 0,9 мкА.

• Три встроенных линейных стабилизатора с током нагрузки 100 мА:

– выходные напряжения программируются в диапазоне 0,8…3,6 В;

– собственный ток потребления каждого стабилизатора – 0,6 мкА;

– каждый стабилизатор может получать питание от отдельного источника с напряжением 2,7…5,5 В.

• Простое в использовании зарядное устройство литий-ионных аккумуляторов:

– интеллектуальный коммутатор источника питания системы;

– устойчивость входных цепей к напряжениям -5,5…28 В;

– встроенный контроль температуры.

• Минимальная площадь на печатной плате благодаря высокой степени интеграции микросхемы:

– пять независимых регулируемых напряжений питания на одном кристалле;

– возможность переключения линейных стабилизаторов на режим силовых ключей.

Решения MAXIM для реализации питания портативных устройств включают в себя также мультиплексор питания **MAX1538,** который обеспечивает автоматический выбор в качестве источника электропитания системы либо адаптера, подключенного к сети переменного тока, либо одной из двух аккумуляторных батарей. Алгоритм выбора источника основан на обнаружении наличия сетевого адаптера и одной или двух батарей и определении величины заряда последних. Мультиплексор содержит быструю аналоговую схему, обеспечивающую временной интервал между отключением одного источника питания и включением другого, что позволяет осуществлять горячую замену аккумуляторных батарей. MAX1538 самостоятельно осуществляет мониторинг и выбор наиболее подходящего источника питания, освобождая микроконтроллер (МК) для выполнения других задач, что упрощает разработку встроенного программного обеспечения управления питанием и позволяет МК переходить в спящий режим, уменьшая тем самым энергопотребление системы. Структурная схема системы электропитания на основе мультиплексора MAX1538 показана на рисунке 6.

При разряде батареи до порогового напряжения MAX1538 предотвращает дальнейший разряд и сохраняет это состояние до подключения сетевого адаптера.

Мультиплексор MAX1538 поддерживает режим «переучивания», который позволяет производителям системных контроллеров реализовать кулонометрический алгоритм измерения уровня заряда батареи, например, на основе **MAX1781,** без вмешательства пользователя.

Мультиплексор MAX1538 содержит встроенную функцию, позволяющую использовать его для питания портативных устройств на воздушных судах. При обнаружении на измерительном входе AIRDET напряжения, соответствующего подключенному адаптеру бортовой электросети, MAX1538 автоматически прекращает заряд или разряд аккумуляторных батарей и обеспечивает питание устройства только от адаптера бортовой электросети.

Основные способы измерения уровня заряда аккумуляторной батареи

Индикаторы уровня заряда аккумуляторной батареи осуществляют оценку остаточного заряда в батарее и предоставляют устройству с батарейным питанием пользовательский интерфейс с информацией, необходимой для отображения индикации состояния батареи. Отображение состояния батареи может осуществляться как простыми пятиэлементными линейными ЖК-индикаторами в бюджетных устройствах, так и более сложными индикаторами визуального контроля, которые обеспечивают, помимо прочего, оценку оставшегося времени работы и выдают периодические уведомления о разряде батареи.

Индикаторы уровня заряда предыдущего поколения использовали технологию подсчета заряда, «израсходованного» портативным устройством, который затем вычитался из полного заряда батареи, что позволяло оценить и вывести на индикатор величину остаточного заряда в процентах. Однако кулонометрический способ измерения требует наличия измерительного резистора в цепи, что приводит к дополнительному расходу энергии в рабочем режиме устройства. Данный способ оценки за-

ряда используется и в настоящее время, но, как правило, включает в себя фирменные алгоритмы, обеспечивающие более точные результаты измерений.

Другой способ контроля состояния заряда основан на измерении напряжения на разомкнутых клеммах батареи. У большинства электрохимических систем аккумуляторов напряжение на разомкнутых клеммах аккумуляторной батареи связано с уровнем ее заряда. Простой способ визуализации уровня заряда батареи основан на том, что напряжение «холостого хода» полностью заряженной батареи максимально и уменьшается по мере разряда батареи. Однако уменьшение напряжения по мере разряда батареи является нелинейным процессом и зависит от температуры, поэтому для получения точных данных о состоянии заряда на основе измерения напряжения на разомкнутых клеммах требуется предварительное определение характеристик батареи.

Одним из преимуществ способа оценки уровня заряда батарей посредством измерения напряжения на разомкнутых клеммах является отсутствие токоизмерительного резистора, что снижает потребляемую мощность.

Обзор алгоритмов ModelGauge

Разработанные компанией Maxim Integrated алгоритмы оценки уровня заряда батареи ModelGauge включают в себя три версии:

- ModelGauge;
- ModelGauge m3;
- ModelGauge m5.

Исходный алгоритм ModelGauge (рисунок 7) осуществляет оценку уровня заряда батареи на основе измеренного на клеммах батареи напряжения, используя при этом известные характеристики батареи и моделирование в реальном масштабе времени. Алгоритм ModelGauge способен оценивать уровень заряда даже в том случае, когда батарея находится под нагрузкой, благодаря чему данный алгоритм сочетает в себе высокую точность оценки с рядом таких дополнительных преимуществ как привлекательная стоимость, малое энергопотребление и минимальные размеры аппаратной реализации.

Алгоритмы ModelGauge m3/m5 являются расширенными версиями ModelGauge и предусматривают непосредственное измерение заряда, протекающего по цепи питания, дополненное измерением напряжения на разомкнутых клеммах (рисунок 8). Известно, что на коротких интервалах времени кулонометрический способ измерения остаточного заряда батареи обеспечивает более высокую точность по сравнению с измерением напряжения на разомкнутых клеммах. Однако на длительных интервалах времени появляется ошибка

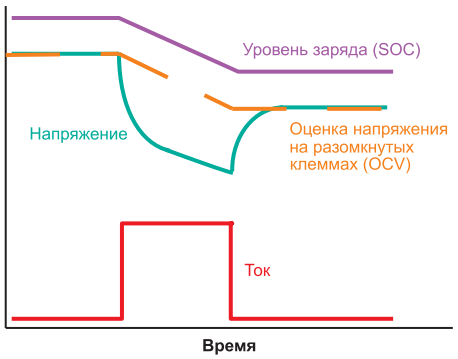


Рис. 7. **Принцип работы алгоритма ModelGauge**

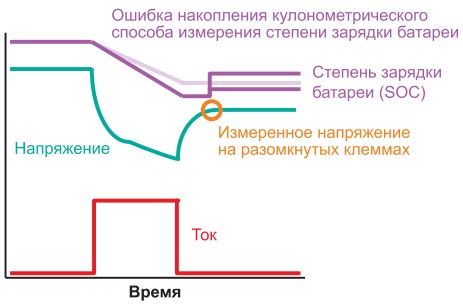


Рис. 8. **Принцип работы алгоритма ModelGauge m3**

накопления, приводящая к смещению оценки заряда, что значительно ухудшает точность алгоритма. В алгоритмах ModelGauge m3/m5 предусмотрено периодическое (обычно несколько раз в сутки) измерение истинного значения напряжения на разомкнутых клеммах батареи, что позволяет скорректировать ошибки смещения и получить высокую точность измерений в большинстве применений.

Алгоритм ModelGauge m5 работает аналогично алгоритму ModelGauge m3, но обеспечивает по сравнению с ним более высокую точность, а также имеет дополнительные функции. В их числе – оценка времени до полного заряда (при зарядке), а также функция Cycle+, прогнозирующая старение батареи, посредством которой можно определить момент начала быстрой деградации батареи в конце ее жизненного цикла. Данный алгоритм имеет несколько адаптивных механизмов, позволяющих оценить изменение емкости батареи по мере ее старения. В алгоритм ModelGauge m5 также заложена функция устранения погрешности измерения остаточного заряда батареи в состоянии, близком к ее полному разряду.

Алгоритм ModelGauge m5 способен протоколировать 13 критических параметров в течение всего срока службы батареи. Эти параметры могут быть использованы для анализа отказов при возникновении сомнений в реальном сроке службы батареи или ее производительности.

Также этот алгоритм обеспечивает простой конфигурационный интер-

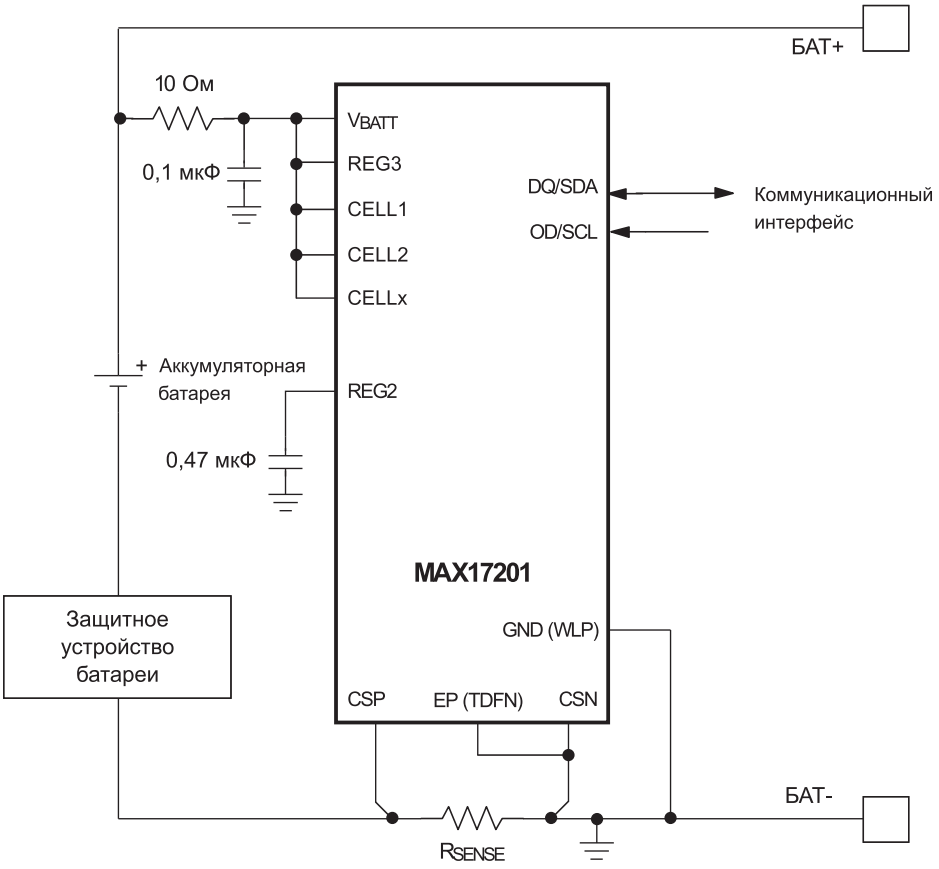


Рис. 9. **Реализация алгоритма ModelGauge m5 на базе микросхемы MAX17201 и аккумуляторной батареи 1S**

Таблица 1. **Сравнительные характеристики контроллеров, реализующих алгоритм ModelGauge**

Наименование	MAX17048X	MAX17050X	MAX172x1X	MAX172x5X
Алгоритм	ModelGauge	ModelGauge m3	ModelGauge m5	ModelGauge m5
Потребляемый ток, мкА	3	25	9	12 мА
Датчик тока	Отсутствует	Резистор	Резистор или проводник печатной платы	Резистор или проводник печатной платы
Энергонезависимая память	Нет	Нет	Да + протоколирование жизненного цикла	Да + протоколирование жизненного цикла
Алгоритм прогнозирования возраста батареи	Нет	Нет	Cycle+	Cycle+
Конфигурирование EZ	Нет	Нет	Да	Да
Аутентификация	Нет	Нет	SHA-256	SHA-256
Количество последовательно включенных ячеек	1S, 2S (MAX17049)	1S	1S	До 15S с балансировкой 2S, 3S

фейс. В то время как для алгоритмов ModelGauge и ModelGauge m3 требуются данные, полученные из процесса определения характеристик батареи в заводских условиях, программный интерфейс ModelGauge m5 позволяет пользователю самостоятельно конфигурировать систему, используя основной набор данных об аккумуляторной батарее. Программный интерфейс принимает данные от пользователя и преобразует их в информацию, необходимую для работы алгоритма m5, а затем загружает их в контроллер, реализующий алгоритм m5. Таким образом, устройства ModelGauge m5 EZ могут быть запрограммированы пользователем в его рабочих условиях, обеспечивая высокую точность без углубленного исследования характеристик батареи.

Пример аппаратной реализации алгоритма ModelGauge m5 показан на рисунке 9.

Основные преимущества алгоритма ModelGauge m5:

- быстрый выход изделия на рынок: для устройств с конфигурированием EZ не требуется подробных характеристик батарей или их предварительной калибровки;
- высокая точность измерений: для корректного отслеживания режима использования батареи не требуется сброса параметров и калибровки батареи, а для измерения емкости батареи не требуется полных заряда и разряда или перевода батареи в свободное состояние;
- уникальный алгоритм прогнозирования возраста батареи Cycle+ предсказывает срок замены батареи задолго до того, как она потребуется;
- наивысший уровень защиты от подделок: алгоритм аутентификации SHA-256 в сочетании с 160-битным ключом шифрования существенно затрудняют использование поддельных аккумуляторов;
- малый ток потребления в режиме пониженного энергопотребления: 9 мкА для **MAX17201/MAX17211,** 12 мкА — для **MAX17205/MAX17215.**

Сравнительные характеристики контроллеров, реализующих различные версии алгоритма ModelGauge, приведены в таблице 1.

Заключение

Оптимальный выбор стабилизаторов напряжения для питания портативных устройств основан на анализе различных параметров — в первую очередь, распределения энергопотребления в различных режимах работы (профилей питания), собственной мощности потребления стабилизаторов и их габаритных размеров.

Решения компании Maxim Integrated в области питания портативных устройств представляют собой компактные малопотребляющие микросхемы с высокой степенью интеграции, объединяющие на одном кристалле такие функции как зарядка литий-ионных аккумуляторов, интеллектуальная коммутация (мультиплексирование) источников питания, формирование программируемых выходных напряжений.

Особое место в этом ряду занимают контроллеры, реализующие фирменные алгоритмы ModelGauge и ModelGauge m3/m5 для оценки уровня заряда аккумуляторных батарей. Как правило, аккумуляторные батареи требуют замены в течение нескольких лет, так как при старении батарей их характеристики меняются и они уже не в состоянии обеспечивать требуемое время работы портативного устройства. ModelGauge m5 представляет собой надежный алгоритм, который обнаруживает малейшие изменения емкости батареи, чтобы максимально точно предсказать, как долго батарея сможет работать до того как ее емкость начнет быстро уменьшаться. С помощью алгоритма прогнозирования возраста батареи Cycle+, используемого в контроллерах уровня заряда ModelGauge m5, проектировщики систем могут настроить параметры зарядного устройства таким образом, чтобы продлить срок службы батареи или спланировать ее своевременную замену. Надежная криптографическая функция аутентификации, встроенная в алгоритм ModelGauge m5, обеспечивает защиту от клонов фирменных аккумуляторных батарей. Ассортимент изделий компании Maxim Integrated, использующих алгоритм ModelGauge m5, идеально подходит для любых портативных устройств с батарейным питанием, например, для браслетов для фитнеса, планшетов и смартфонов, а также может использоваться в смежных областях — беспилотных летательных аппаратах, портативных устройствах медицинского назначения и различных приложениях Интернета вещей (IoT).

Литература

1. APPLICATION NOTE 5949. Wearable Weight Loss – Slim Down Wellness Devices with Better Energy Efficiency. By: Greg Steiert, Product Definer at Maxim Integrated.
2. ModelGauge Battery Fuel Gauge Technology. Maxim Integrated.
3. MAX14690, Wearable Charge-Management Solution.
4. MAX1538, Power-Source Selector for Dual-Battery Systems.
5. MAX17201, Stand-Alone ModelGauge m5 Fuel Gauge with SHA-256 Authentication.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

ТОЧНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАРЯДА? – АЛГОРИТМ MODELGAUGE

Точное измерение заряда аккумулятора – важная и актуальная задача, особенно в условиях наблюдаемого расцвета мобильных устройств. Сегодня существует множество приложений, где проблема точной оценки заряда особенно критична. Это электрический транспорт, летательные аппараты, различные медицинские и другие приборы. Компания ***Maxim Integrated*** *предлагает свое решение данной задачи в виде* ***микросхем измерения заряда аккумулятора*** *с поддержкой технологии* ***ModelGauge.*** *Эти микросхемы позволяют значительно упростить процесс разработки и одновременно повысить точность измерении.*

Трудно поверить, но еще 20 лет назад проблема определения заряда аккумуляторов была востребована только в узком спектре приложений. В бытовой электронике – фотоаппаратах, плеерах, игрушках, – она почти всегда отсутствовала. Потребитель мог точно знать только о двух состояниях: батарея заряжена и батарея разряжена. Любые промежуточные состояния определялись только «на глаз». Часто это напоминало сюжет знаменитой книжки Г. Остера, в которой удава измеряли «в попугаях». Так, например, опытный фотограф всегда знал, что со свежими батарейками он сможет сделать примерно 40 снимков. В итоге степень разряда определялась в фотографиях.

Естественно, что с расцветом мобильных устройств ситуация стала очень быстро меняться. Сейчас ни один смартфон не обходится без индикатора заряда на экране. Если индикатор заполнен – значит все в порядке, если он близок к нулю – стоит начать «экономить» энергию, чтобы не остаться без связи.

Примеры смартфонов, планшетов, плееров и портативных приставок очень показательны в плане удобства функции определения уровня заряда. Однако есть приложения, в которых эта задача стоит еще более остро. Например, если речь идет о портативных медицинских приборах, то неожиданный разряд аккумулятора может стоить человеку жизни. Не такие трагичные, но все-таки неприятные последствия могут возникнуть, если в длительном путешествии сядет аккумулятор электромобиля, а ближайшая розетка окажется в ста километрах.

В итоге измерение заряда аккумуляторов оказывается весьма актуальной задачей. При этом над проблемой повышения точности бьются все крупнейшие производители электронных компонентов. Существует множество запатентованных фирменных методов измерения, которые обещают не только минимизацию погрешностей, но и значительное упрощение процесса разработки устройства в целом. Примером этого является технология ModelGauge, созданная компанией **Maxim Integrated.**

Сейчас фирменная технология измерения ModelGauge имеет четыре версии:

- ModelGauge – наиболее простая реализация для малогабаритных и бюджетных устройств;
- ModelGauge m3 – вариант для приложений с повышенными требованиями к точности измерений;
- ModelGauge m5 – реализация, обеспечивающая исключительную точность измерений, отличную надежность и высокий уровень безопасности;
- ModelGauge m5 EZ – версия, которая ко всем преимуществам ModelGauge m5 добавляет возможность работы с различными видами аккумуляторов без необходимости построения моделей их разрядных характеристик.

Проанализируем преимущества ModelGauge перед другими способами определения заряда аккумуляторов. Особое внимание уделим микросхемам **MAX1702x1/MAX1702x5,** которые используют алгоритмы ModelGauge m5 и ModelGauge m5 EZ.

Прежде чем приступить к анализу методов измерений, стоит определиться с самой постановкой задачи и решить, что, собственно, требуется измерять.

Измерение степени заряда аккумулятора

Каждый инженер или продвинутый пользователь знает, что номинальная емкость аккумулятора чаще всего приводится в ампер-часах (А·ч) или миллиампер-часах (мА·ч). Этот параметр позволяет судить о том, насколько долго проработает аккумулятор при заданном токе. Например, если емкость равна 1000 мА·ч, то при разряде постоянным током 1 А время работы составит 1 час.

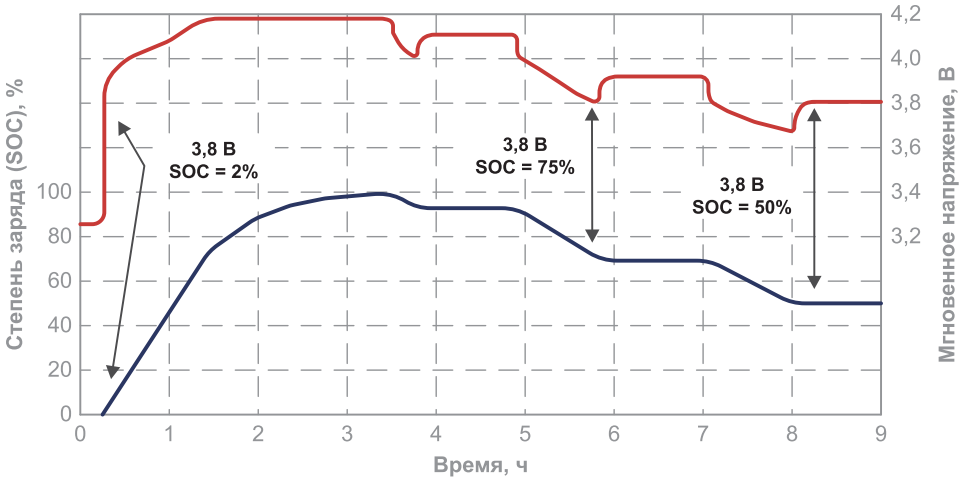


Рис. 1. **Соответствие степени заряда и мгновенного напряжения в цикле работы**

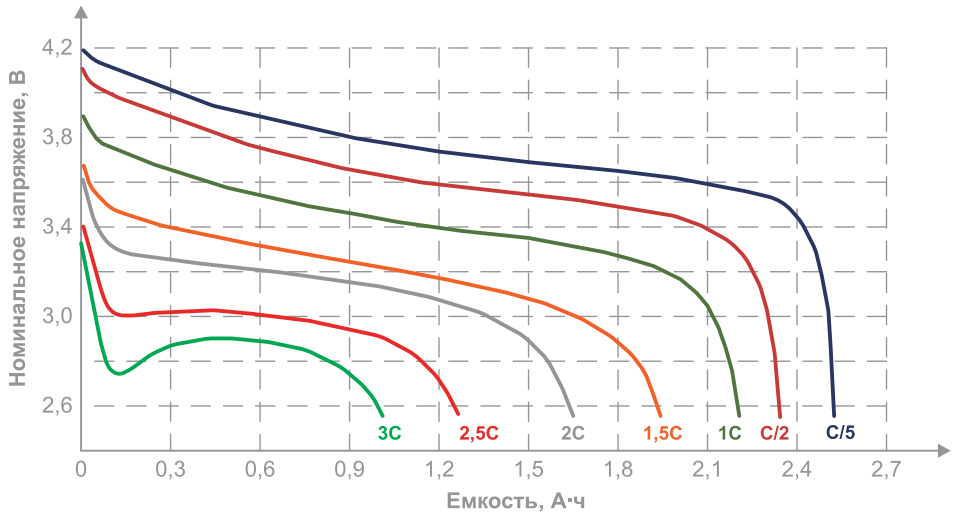


Рис. 2. **Типовая зависимость напряжения Li-ion-аккумулятора от характеристик разряда**

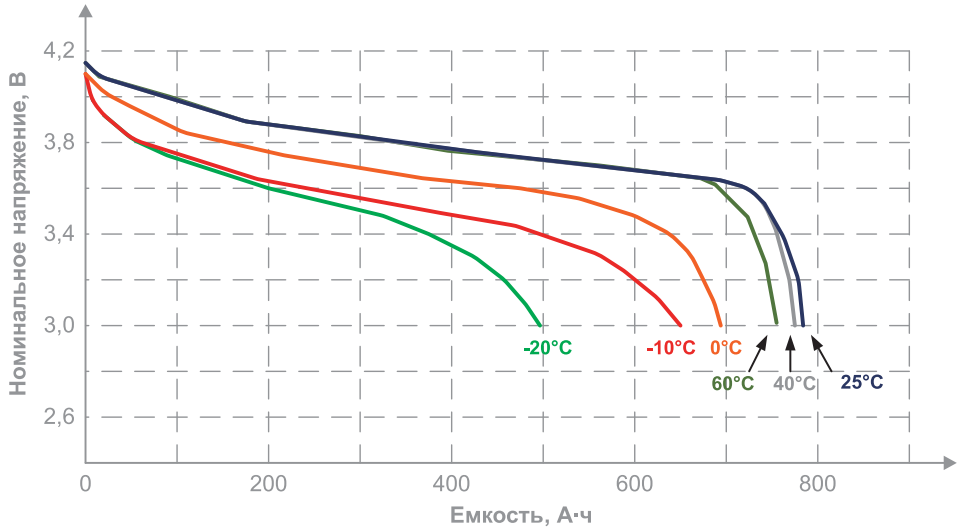


Рис. 3. **Типовая зависимость напряжения Li-ion-аккумулятора от температуры**

В принципе, измерение заряда в мА·ч достаточно удобно для инженера. Зная емкость батареи и действующий ток, можно определять степень разряда. Однако этот способ непрактичен для потребителей, так как приходится держать в голове характеристики аккумуляторов (фотоаппарата, смартфона, плеера), а это крайне неудобно. По этой причине вводится такой относительный параметр как степень разряда или степень заряда аккумулятора.

Степень заряда аккумулятора *(State of Charge, SOC)* измеряется в процентах и показывает, какая часть от полного заряда еще остается запасенной в аккумуляторе. Впрочем, тут нужно быть осторожным и отметить, что в данном случае величина полного заряда не соответствует заряду при номинальной емкости. Дело в том, что в процессе эксплуатации реальная емкость аккумулятора падает и к концу срока службы может снижаться в среднем на 20%. Еще больше емкость зависит от температуры и значения тока разряда.

Таким образом, если взять за 100% номинальную емкость аккумулятора, то даже новый элемент питания невозможно будет зарядить до 100%, если, к примеру, температура среды упадет всего на один градус.

Чтобы избежать таких сложностей, при расчете SOC используют реальную емкость данного аккумулятора. В итоге показатель степени заряда SOC оказывается независимым от величины емкости, температуры, нагрузочного тока и времени службы.

Обзор методов измерения степени заряда аккумулятора

Существует множество различных методов измерения степени заряда аккумулятора. Некоторые из них являются достаточно специфичными. Однако при их оценке можно использовать объективные показатели, такие, например, как точность измерений, сложность реализации, стоимость и габариты.

Прямые измерения с помощью приборов. Этот метод подходит для ограниченного спектра приложений, в которых аккумулятор работает с неизменным сопротивлением нагрузки. При этом используется зависимость постоянного выходного тока от значения степени разряда. Как известно, если при разряде элемента питания сопротивление нагрузки остается неизменным, то ток уменьшается. Зная значение тока, можно определить степень разряда.

Однако все это остается верным только при выполнении нескольких условий: при отсутствии импульсной нагрузки и наличии выверенной разрядной кривой. Это связано с тем, что зависимость степени заряда от нагрузочного тока оказывается нелинейной. Стоит току измениться — точность измерений резко падает.

Дополнительные проблемы вносят старение батарей и температурная зависимость характеристик.

Данный метод имеет значительную погрешность и используется достаточно редко. Главным его достоинством является простота реализации с помощью подручных средств.

Химический метод определения степени заряда. Суть метода заключается в вычислении концентрации химических реагентов в растворе электролита. Пока что данный метод достаточно далек от сферы мобильной электроники.

Определение степени заряда по напряжению аккумулятора. Хорошо известно, что при разряде аккумулятора его напряжение падает. Естественно, возникает желание использовать эту зависимость для определения SOC — ведь в этом случае потребуется всего лишь один АЦП. Однако не все так просто.

К сожалению, зависимость мгновенного напряжения на аккумуляторе от степени разряда не является однозначной. Одному и тому же значению мгновенного напряжения могут соответствовать разные уровни SOC. На рисунке 1 представлены временные диаграммы изменения напряжения и степени заряда. Как видно из графика, одному и тому же значению мгновенного напряжения 3,8 В соответствует SOC 2%, 50% и 75%. Таким образом, в реальных условиях разброс может достигать десятков процентов.

Вместе с тем, по форме представленные графики схожи, а значит использовать значения напряжения для расчета SOC можно на некоторых участках. Однако есть и другие подводные камни.

Во-первых, напряжение аккумулятора имеет нелинейную зависимость от величины тока нагрузки (рисунок 2).

Во-вторых, напряжение аккумулятора имеет нелинейную зависимость от температуры (рисунок 3).

Таким образом, простота реализации данного метода очень часто перекрывается низкой точностью. Тем не менее, в

самых простых случаях его можно использовать, например, чтобы не допускать критического разряда элементов питания.

Как видим, простые методы измерений не обеспечивают высокой точности, и приходится прибегать к более сложным решениям.

Метод интегрирования тока. Данный метод предполагает использование быстродействующих АЦП для измерения и суммирования мгновенных токов.

Алгоритм действия данного метода следующий: мгновенный ток преобразуется в напряжение с помощью датчиков тока (датчики Холла, шунты, магниторезистивные сенсоры и так далее). Полученное напряжение оцифровывается с помощью быстродействующего АЦП. Полученные отсчеты интегрируются с помощью процессора или микроконтроллера. Зная суммарный ток, можно определить, сколько энергии отдал аккумулятор.

Как уже говорилось, номинальная и реальная емкость аккумулятора могут значительно отличаться. По этой причине при измерениях требуется знать, сколько энергии может реально хранить аккумулятор. В итоге, чтобы рассчитать SOC, вначале требуется определить энергию, закачанную в элемент питания. Для этого необходимо измерять ток в процессе заряда. Реальное значение емкости, полученное при заряде аккумулятора, можно считать за 100% только с оговорками. Практика показывает, что при заряде часть мощности приходится на нагрев. Кроме того, имеет место эффект саморазряда. В итоге закачанная мощность всегда будет больше той мощности, которую вернет аккумулятор.

Существуют различные готовые микросхемы, работающие по данному принципу. Они объединяют в одном корпусе таймеры, АЦП, цепи тактирования и питания.

Метод позволяет достигать высокой точности определения SOC, так как измерения зарядных и разрядных токов производятся с малой погрешностью. Вместе с тем, есть у него и недостатки. Интегрирование оказывается эффективным только при постоянных или медленно меняющихся токах. При импульсных нагрузках часть энергии останется неучтенной даже при использовании самых быстрых АЦП. На рисунке 4 показан худший случай при работе с импульсным током. Каждый раз в моменты измерения (отсчеты времени 1…8) АЦП получал одно и то же значение. В итоге система полагала, что ток постоянный, в то время как на самом деле скорость разряда менялась, а степень разряда оказывалась выше.

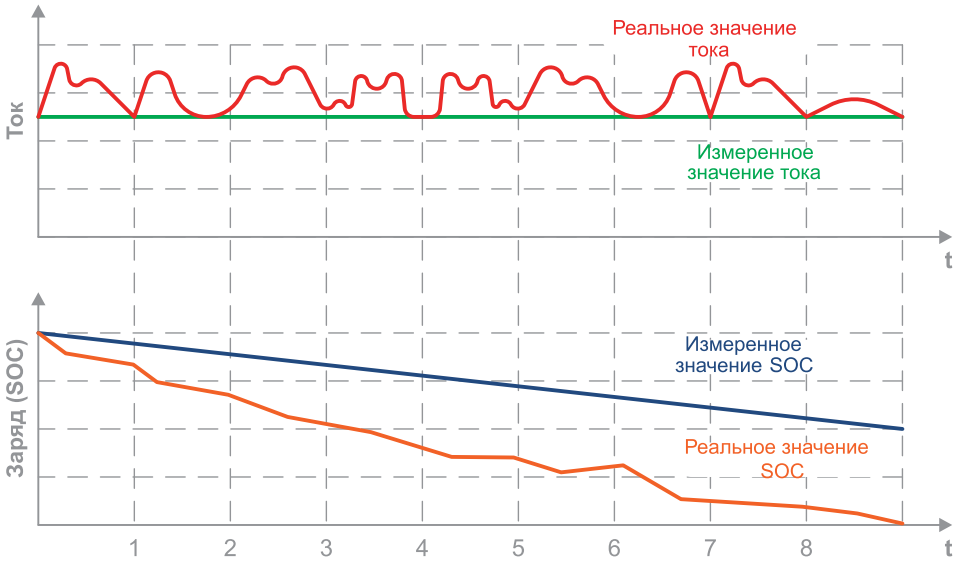


Рис. 4. **Ошибка измерений при импульсном характере нагрузки**

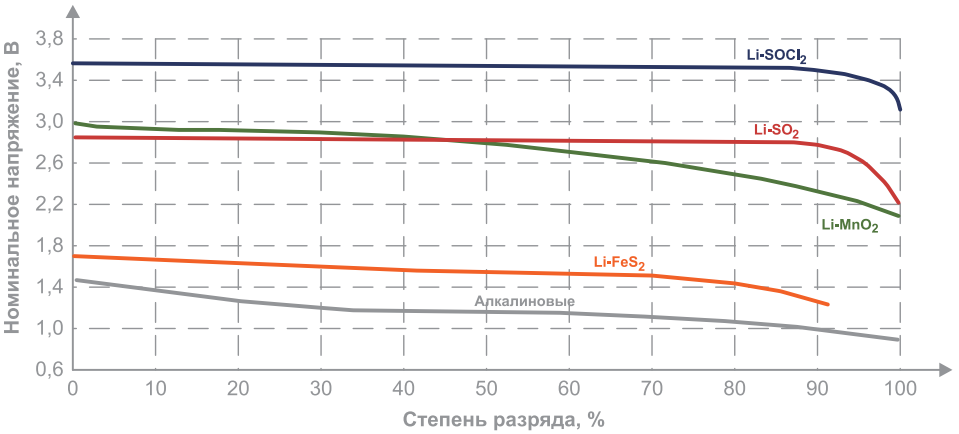


Рис. 5. **Зависимость степени разряда от напряжения на разомкнутых клеммах**

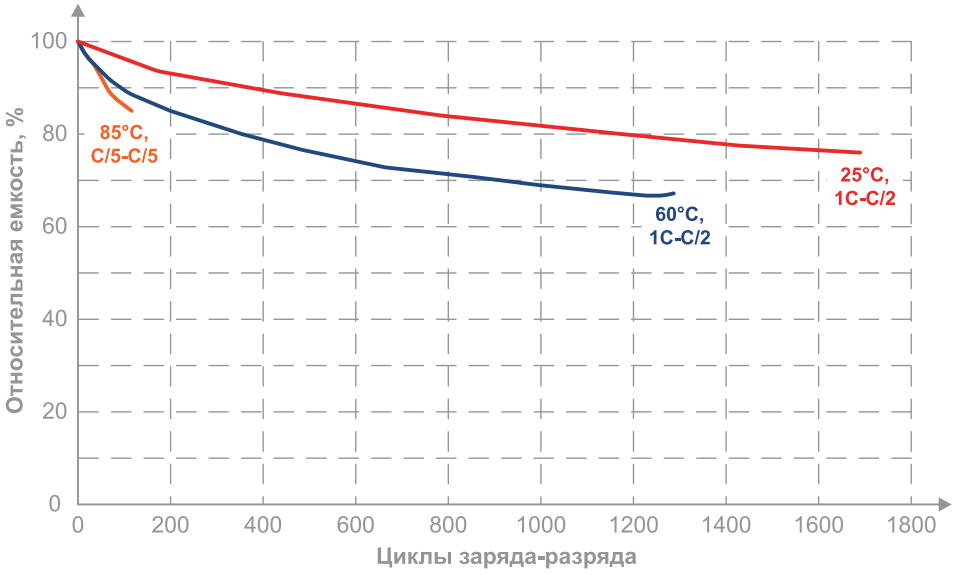


Рис. 6. **Изменение емкости высокостабильного аккумулятора в процессе эксплуатации**

Приведенная погрешность, очевидно, имеет свойство накапливаться. Ее устранение возможно при обнулении в калибровочных точках: при полном разряде или полном заряде аккумулятора.

Таблица 1. **Сравнение версий технологии ModelGauge**

Параметр	Параметры			
	MAX17048/MAX17049	**MAX17047/MAX17050**	**MAX172x1x**	**MAX172x5x**
Метод измерения	ModelGauge	ModelGauge m3	ModelGauge m5	ModelGauge m5
Ток потребления, мкА	3	25	9	12
Габариты микросхемы, мм	0,9x1,7	1,5x1,5	1,6x2,34	1,6x2,34
Шунтовый резистор	Не требуется	Требуется	Требуется либо используется печатный проводник	Требуется либо используется печатный проводник
Измерение температуры	Осуществляется микроконтроллером	Осуществляется с помощью внешнего термистора или микроконтроллером	Встроенный датчик + внешний термистор	Встроенный датчик + внешний термистор
Энергонезависимая память	–	–	Есть	Есть
Учет старения и числа циклов заряда-разряда	–	–	Есть	Есть
Встроенная модель EZ	–	–	Есть	Есть
Аутентификация	–	–	SHA-256	SHA-256
Поддержка конфигураций	1S, 2S (MAX17049)	1S	1S	до 15S; с балансировкой: 2S, 3S

Метод измерения импеданса аккумулятора. В процессе эксплуатации аккумулятора концентрация носителей заряда в активном веществе электролита меняется. Измеряя импеданс элемента питания, можно определить степень его заряда.

Данный алгоритм оказывается достаточно перспективным особенно с учетом появления специализированных микросхем. Его достоинством можно считать высокую точность. Однако он требует циклов «обучения» и калибровки для получения конкретной зависимости. Кроме того, для реализации алгоритма необходима достаточно сложная схема с дополнительными компонентами.

Метод измерения напряжения OCV. Несмотря на большую погрешность, в некоторых случаях значение степени заряда может быть определено с помощью мгновенного напряжения на аккумуляторе. Этот метод можно значительно улучшить, если использовать в расчетах не мгновенное, а установившееся значение напряжения, а в идеале – установившееся напряжение на разомкнутых контактах (*Open Contact Voltage, OCV*).

Дело в том, что напряжение на разомкнутых контактах имеет практически идеальную линейную зависимость от степени заряда (рисунок 5).

Однако не все так просто. Чтобы на клеммах аккумулятора появилось «истинное» значение установившегося напряжения OCV, он должен быть отключен от нагрузки и выдержан при номинальной температуре до 8…9 часов. Очевидно, что выполнить эти условия не всегда возможно. Однако рассчитать OCV по мгновенному напряжению и дополнительным параметрам вполне реально. Именно такой подход и использует компания Maxim в своей технологии ModelGauge.

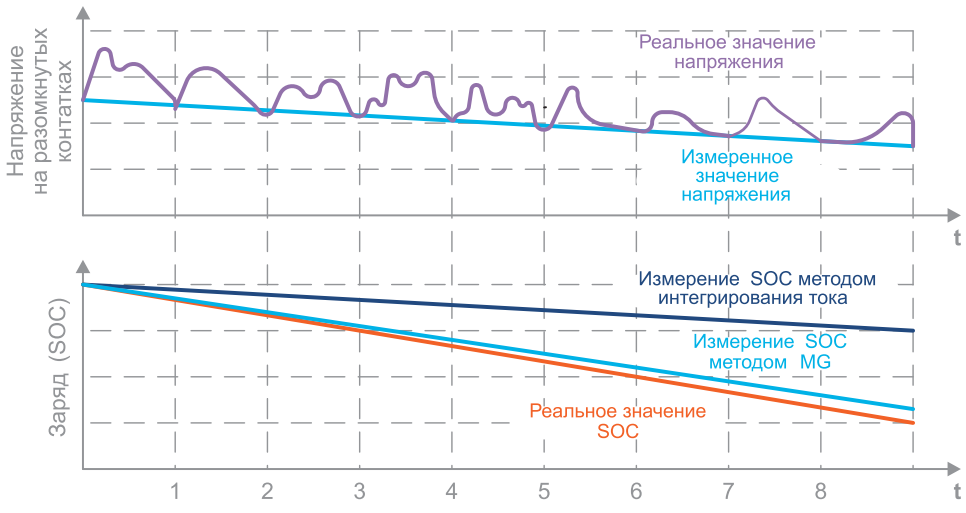


Рис. 7. **Шумы при наличии импульсных нагрузок не приводят к накоплению погрешностей**

ModelGauge – фирменные методы измерения от Maxim

В настоящий момент компания Maxim Integrated предлагает сразу несколько версий фирменного алгоритма ModelGauge.

Данный алгоритм основан на вычислении степени разряда аккумулятора по напряжению на разомкнутых клеммах OCV. Само напряжение OCV рассчитывается с помощью фирменной параметрической модели, которая использует мгновенное значение напряжения и учитывает не только температурную зависимость, но и зависимость от тока нагрузки, и даже старение аккумулятора.

Учет старения аккумуляторов – важное достоинство ModelGauge. Все аккумуляторы со временем теряют емкость. Потери емкости зависят и от числа циклов заряда-разряда. На рисунке 6 показана типовая зависимость величины емкости от числа циклов заряда-разряда для литий-ионных аккумуляторов. Для них снижение емкости при нормальных условиях (25°C, разряд номинальным током 1C, заряд половиной от номинального тока C/2) обычно составляет около 20%.

Еще одним достоинством ModelGauge является устойчивость при работе с импульсными нагрузками. Даже если система не успевает отследить все всплески напряжения, общая тенденция по снижению напряжения все равно будет учтена (рисунок 7). Погрешность будет самоустраняться с течением времени, а не накапливаться, как в рассмотренном выше методе с интегрированием токов.

Преимуществами ModelGauge являются:

- простота реализации – требуется измерять только температуру и напряжение;

Таблица 2. **Характеристики микросхем MAX172xx с технологией ModelGauge m5**

Параметр	Наименование			
	MAX17201	MAX17205	MAX17211	MAX17215
Типы аккумуляторов	1xLi-Ion	Multi-Cell Li-Ion	1xLi-Ion	Multi-Cell Li-Ion
Интерфейс	2-Wire		1-Wire	
Энергонезависимая память, байт	156			
Измеряемые характеристики	Уровень заряда, ток, температура, время, напряжение			
Алгоритм	ModelGauge m5			
Uпит, В	2,3…4,9	4,2…20	2,3…4,9	4…20
Корпус	TDFN-CU/14, WLP/15			
Траб, °C	-40…85			

• привлекательная стоимость конечного решения — не нужны дополнительные компоненты (шунты, делители и так далее);

• минимальное потребление. Например, микросхемы **MAX17048/MAX17049** в режиме сна потребляют всего 3 мкА;

• отсутствие необходимости в калибровочных циклах «заряд-разряд», как в случае с измерением импеданса аккумулятора;

• учет температурной зависимости;

• учет старения;

• отсутствие накапливающейся погрешности при импульсном потреблении;

• минимальные габариты.

Однако ради справедливости стоит признать, что точность данного алгоритма уступает точности, которую обеспечивает метод с интегрированием токов, особенно для краткосрочных измерений. Это связано с тем, что какой бы идеальной не была математическая модель, она все-таки остается моделью и не может учесть все особенности реальных приложений. В компании Maxim это прекрасно понимают, поэтому выпустили микросхемы, работающие по усовершенствованным алгоритмам ModelGauge.

Алгоритм ModelGauge m3 объединяет краткосрочную точность метода с интегрированием токов и долгосрочную стабильность ModelGauge.

Микросхемы с ModelGauge m3 учитывают втекающие и вытекающие токи, как и в методе с интегрированием токов. Однако сброс накапливающейся погрешности происходит не только в крайних точках (при полном заряде или полном разряде аккумулятора) — поправки вносятся прямо по ходу работы с учетом данных от математической модели ModelGauge. Получаемая точность измерения степени заряда оказывается лучшей среди аналогичных микросхем.

Алгоритм ModelGauge m5 — дальнейшее развитие ModelGauge m3. Микросхемы, реализующие ModelGauge m5, имеют на борту дополнительные компоненты:

• встроенный датчик температуры;

• энергонезависимую память для подсчета числа циклов заряда и разряда;

• поддержку хеш-функции SHA-256, которая позволяет распознавать фирменные аккумуляторы.

Алгоритм ModelGauge m5 EZ. Если алгоритм ModelGauge m5 предполагает подстройку под характеристики конкретного типа аккумуляторов, то алгоритм EZ использует некоторую усредненную модель. Конечно, она не может быть идеальной для всех типов элементов питания, зато алгоритм можно применять для широкого круга аккумуляторов без дополнительной подстройки и изучения их характеристик. ModelGauge m5 EZ позволяет минимизировать время на разработку, что очень важно для современного рынка.

Та как компания Maxim предлагает сразу четыре версии ModelGauge, то выбор оптимального варианта стоит делать с учетом конкретного приложения.

Рекомендации по выбору версии ModelGauge для конкретного приложения

Каждая из версий ModelGauge имеет свои достоинства (таблица 1). Выбор реализации алгоритма следует делать с учетом требований конкретного приложения.

Рассмотрим примеры типовых требований.

Простота схемотехнической реализации. Если данное требование является основным, а высокие показатели точности остаются на заднем плане, то стоит использовать микросхемы с поддержкой начальной версии алгоритма ModelGauge. Например, мониторы MAX17048/MAX17049 требуют всего лишь одного внешнего конденсатора (рисунок 8). При этом стоит помнить, что для настройки этих микросхем требуется микроконтроллер, который должен самостоятельно производить измерения температуры и посылать данные в MAX17048/MAX17049 по интерфейсу I²C.

Высокая точность и простота реализации. Если необходимо получить низкую погрешность измерений SOC, а также не тратить времени на исследование характеристик аккумуляторов, то идеальным выбором станет ModelGauge m5 EZ. Этот алгоритм поддерживают представители семейства **MAX172xx.**

Максимальная точность. Максимальную точность обеспечивают микросхемы с ModelGauge m3/m5. При этом, микросхемы **MAX17047/MAX17050** с ModelGauge m3 не выполняют подсчета циклов заряда-разряда, и эту функцию должен взять на себя микроконтроллер. Для измерения температуры микросхемы требуют дополнительного термистора.

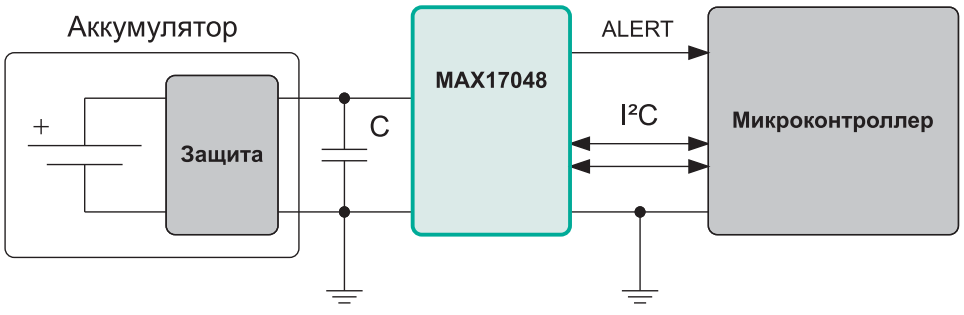


Рис. 8. **Схема включения MAX17048/MAX17049**

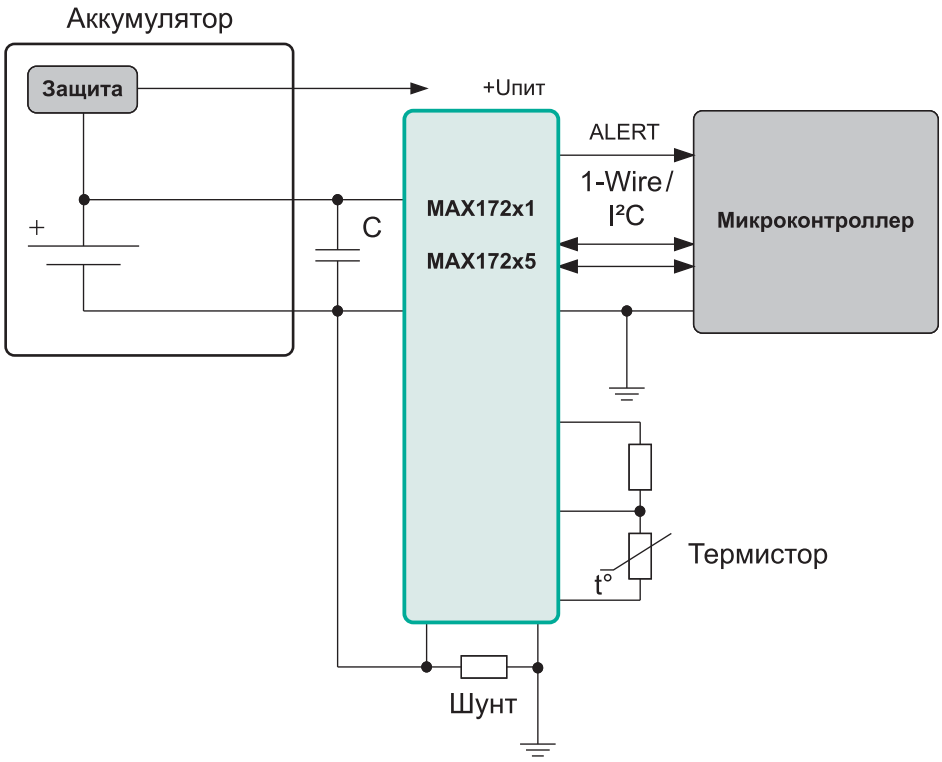


Рис. 9. **Схема включения MAX1702x1/ MAX1702x5 при работе с одной ячейкой Li-ion**

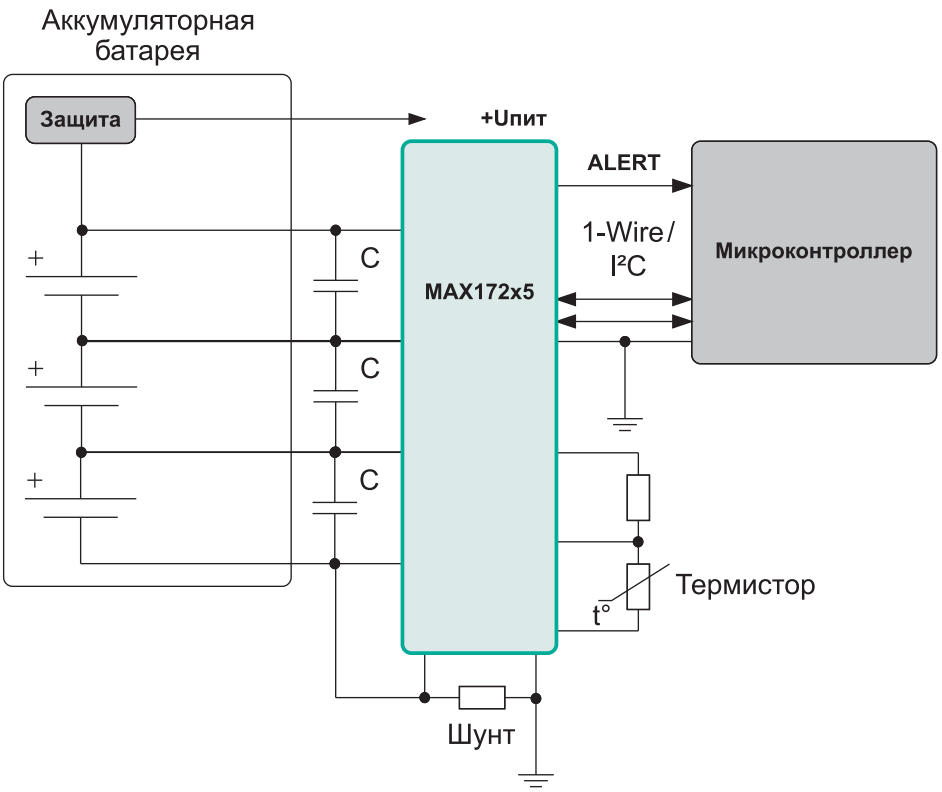


Рис. 10. **Схема включения MAX1702x5 с балансировкой до трех ячеек Li-ion**

ModelGauge m5 могут самостоятельно подсчитывать циклы заряда-разряда и имеют в своем составе датчик температуры. Для повышения точности измерения возможно подключение пары дополнительных внешних термисторов.

Минимальное потребление. При необходимости жесткой экономии ресурсов аккумулятора следует использовать микросхемы MAX17048/MAX17049 с ModelGauge. Их потребление составляет всего 3 мкА. Типовое значение питающих токов для ModelGauge m5 равно 9 мкА. Самое значительное потребление у ModelGauge m3 — до 25 мкА.

Минимальные габаритные размеры. В данном случае идеальным выбором снова станут микросхемы MAX17048/MAX17049 с ModelGauge, так как они требуют только одного внешнего конденсатора, а собственные габариты составляют всего лишь 0,9x1,7 мм.

Надежность и защита от нелицензионных аккумуляторов. Только мониторы MAX172xx с технологией ModelGauge m5 имеют встроенную поддержку функции хеширования SHA-256. Она позволяет распознавать лицензионные аккумуляторы и сообщать процессору об использовании «неуставных» элементов питания.

Поддержка аккумуляторных батарей с числом ячеек более двух. Такой функцией могут похвастаться только MAX172x5 с технологией ModelGauge m5. При их использовании число последовательно соединенных аккумуляторов может достигать 15 штук.

Микросхемы MAX172xx с технологией ModelGauge m5 — наиболее совершенные представители в номенклатуре мониторов напряжения производства компании Maxim Integrated. Рассмотрим их подробнее.

Обзор микросхем MAX172xx с технологией ModelGauge m5

В настоящий момент в состав семейства ModelGauge m5 входят четыре представителя: **MAX17201, MAX17205, MAX17211** и **MAX17215.** Их общими отличительными чертами являются:

- использование алгоритма определения степени заряда ModelGauge m5;
- наличие энергонезависимой памяти для хранения истории операций, параметров и данных пользователя;
- отсутствие необходимости калибровки;
- возможность оценки не только степени заряда, но ориентировочного времени заряда и разряда;
- наличие встроенного датчика для измерения температуры ядра без внешних компонентов;
- поддержка внешних дополнительных термисторов;
- наличие встроенных быстродействующих компараторов для определения перегрузок по току;
- наличие функции сигнализации о событиях и аварийных состояниях;
- встроенная поддержка функции хеширования для распознавания нелицензионных аккумуляторов.

Все модели семейства выпускаются в двух корпусных исполнениях: TDFN-CU/14 и WLP/15 (таблица 2).

Между собой микросхемы отличаются типом поддерживаемых аккумуляторов, потреблением и коммуникационным интерфейсом с внешним процессором.

Микросхемы MAX17201 и MAX17211 работают с одиночными ячейками Li-

ion и максимальными напряжениями до 4,9 В (рисунок 9).

MAX17205 и MAX17215 предназначены для контроля степени разряда аккумуляторных батарей с числом ячеек до 15 (рисунок 10). Для них максимальное значение напряжения питания достигает 20 В.

Для связи с внешним процессором MAX17201 и MAX17205 используют интерфейс I²C. Для этих же целей в MAX17211 и MAX17215 применяется однопроводной интерфейс 1-Wire.

Также микросхемы отличаются уровнем потребления. В активном состоянии MAX172x1 потребляют 18 мкА, а в режиме сна 9 мкА. У микросхем MAX172x5 потребление несколько выше — 25 мкА в активном режиме и 12 мкА в состоянии сна.

Простота реализации, малое собственное потребление и высокая точность делают микросхемы MAX172x1/MAX172x5 отличным выбором для самых различных приложений — смартфонов и планшетов, портативных игровых приставок, цифровых камер, портативных медицинских приборов и так далее.

Заключение

Измерение степени заряда аккумулятора — сложная задача. Чтобы достичь высокого уровня точности, нужно приложить массу усилий. К счастью, в последнее время появляются интегральные решения, которые значительно упрощают жизнь разработчикам. Примером этого стали новые мониторы заряда аккумуляторов с поддержкой алгоритмов ModelGauge производства компании Maxim Integrated.

Сейчас компания предлагает микросхемы с различными видами реализации этого алгоритма: компактные и бюджетные решения с ModelGauge, сверхточные мониторы степени заряда с ModelGauge m3, сверхточные и защищенные версии с ModelGauge m5, точные и простые модели с ModelGauge m5 EZ.

Наиболее совершенные модели семейства MAX172x1/MAX172x5 используют алгоритм ModelGauge m5. Они способны определять степень заряда Li-ion-аккумуляторов и аккумуляторных батарей с учетом температурной погрешности, величины нагрузочных токов и старения. Кроме того, MAX172x1/MAX172x5 могут оценивать время до полного разряда и заряда. При их этом схемотехническая реализация оказывается крайне простой, а написание драйверов для расчета SOC и вовсе не требуется.

Литература

1. *https://www.maximintegrated.com/.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

Новый датчик MAX30205 для точного измерения температуры тела

Компания **Maxim Integrated** выпустила цифровой датчик температуры **MAX30205,** предназначенный для применения в медицинском оборудовании и приборах для фитнеса. Встроенный сигма-дельта-АЦП нового датчика обеспечивает точность не хуже 0,1°C в диапазоне температур 37...39°C. Благодаря 16-битному разрешению удается регистрировать изменение температуры лишь на 0,0039°C. Кроме измерения температуры, новый датчик может сигнализировать о превышении заранее записанного порогового значения.

MAX30205 работает по цифровому последовательному интерфейсу I²C с защитой от блокировки шины и управляется с помощью стандартных операций записи-чтения. Три дополнительные линии адреса позволяют нескольким датчикам работать на одной шине. Поскольку эти линии могут подключаться не только к земле и питанию, то общее количество датчиков может достигать 32.

Интересной особенностью микросхемы является специальный отдельный выход температурного компаратора. Сигнал на выходе (открытый сток) появляется при превышении температурой порогового значения, записанного в регистре TOS. При снижении температуры ниже значения, заданного регистром THYST, выход отключается и его работа происходит в режиме термостата. Данный выход может быть использован для включения охлаждающего вентилятора, подачи сигнала тревоги или аварийного завершения работы системы. Выход температурного компаратора может работать также в режиме формирования сигнала прерывания. В этом случае значение на выходе фиксируется (выход задействован) до выполнения операции чтения любого регистра по шине I²C.

Рабочий диапазон напряжений датчика составляет 2,7...3,6 В. При этом потребление не превышает 600 мкА. Микросхема выпускается в корпусе 8-pin TDFN и имеет рабочий температурный диапазон 0...50°C.

Виктор Чистяков (г. Малоярославец)

MAXIM НА СТРАЖЕ ЗДОРОВЬЯ: РЕШЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФИТНЕС-ПРИЛОЖЕНИЙ

В линейке специализированных микросхем, предлагаемых компанией ***Maxim Integrated*** *для* ***портативных приборов медицинского и спортивного назначения*** *с батарейным питанием – **интегральные датчики сердечного ритма** и **пульсоксиметрии;** аналоговый **препроцессор ЭКГ;** микросхемы контроля и **управления батарейным электропитанием;** специализированные **микроконтроллеры** для портативных устройств на ядре Cortex-M4F.*

В клиниках и спортивных лабораториях уже давно и успешно используют специальное оборудование для оперативного анализа состояния организма на основе контроля излучаемых им слабых биоэлектрических сигналов. Достигнутый за последние годы прогресс в совершенствовании полупроводниковых технологий позволяет создавать обладающие чрезвычайно низким энергопотреблением портативные устройства, которые настолько легки, что могут стать аксессуаром повседневного костюма или спортивной экипировки.

Сегодня, почти все параметры, традиционно наблюдаемые в клинических условиях для зондирования и мониторинга здоровья, могут контролироваться портативными устройствами. К таким устройствам относятся: пульсоксиметры для измерения сердечного ритма и содержания кислорода в крови, электрокардиографы (ЭКГ), термометры для контроля температуры тела, излучатели ультрафиолетового света.

Подобные портативные приборы позволяют людям выполнять необходимые процедуры не посещая поликлинику, контролировать и регистрировать показатели функционирования организма в течение рабочего дня, во время занятий физическими упражнениями или в процессе подготовки к спортивным состязаниям.

При сопоставимой точности измерений стоимость портативных устройств гораздо меньше, чем у стационарных аналогов. Они позволяют экономить личное время и практически непрерывно контролировать состояние отдельных функций организма.

Подобные приборы могут оснащаться мощными и в то же время энергоэкономичными микроконтроллерами, которые взаимодействуют с разнообразными цифровыми датчиками через беспроводные интерфейсы малого радиуса действия, специально созданные для работы с батарейными системами малой мощности.

Неотъемлемыми составляющими компонентами портативных медицинских приборов являются специальные контроллеры батарейного электропитания, позволяющие скрупулезно контролировать расход каждого милливатта энергии аккумуляторной батареи и, по возможности, выполнять ее подзарядку в оптимальном режиме.

Технические параметры датчиков во многом определяют точность показаний, влияют на уровень потребляемой энергии, обеспечивают дополнительные функциональные свойства.

Датчики Maxim для портативных приложений

Устанавливаемые на теле человека медицинские датчики фиксируют ана-

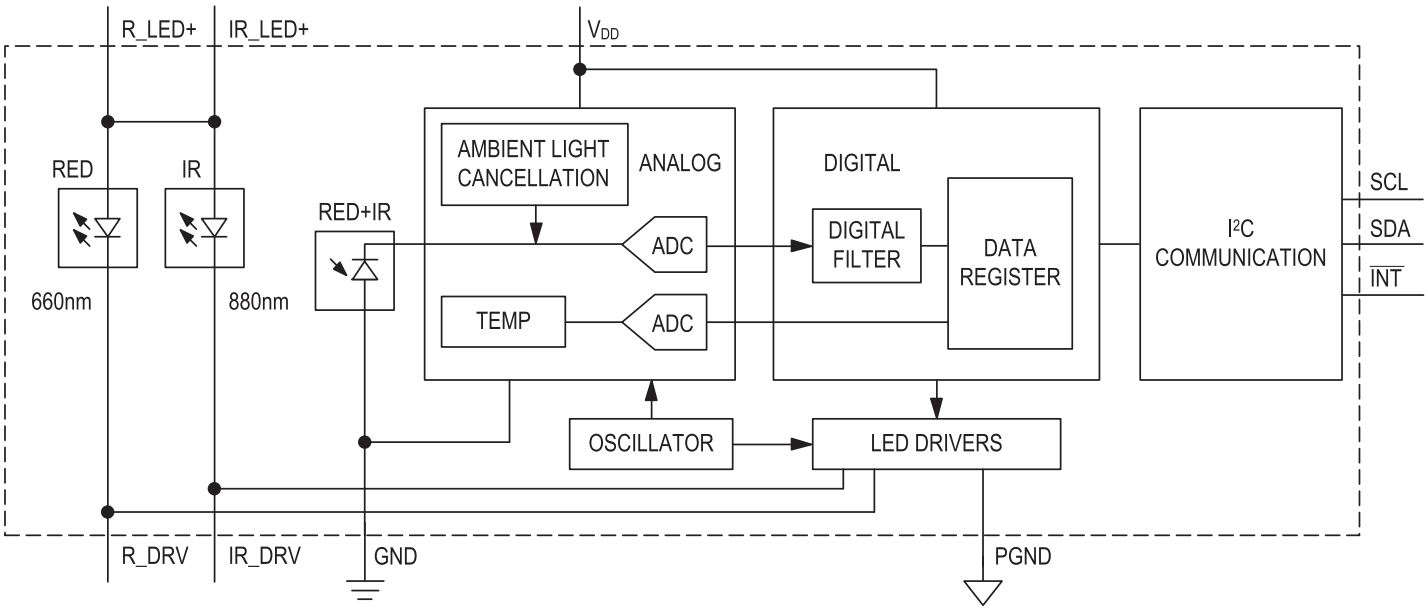


Рис. 1. **Блок-схема MAX30100**

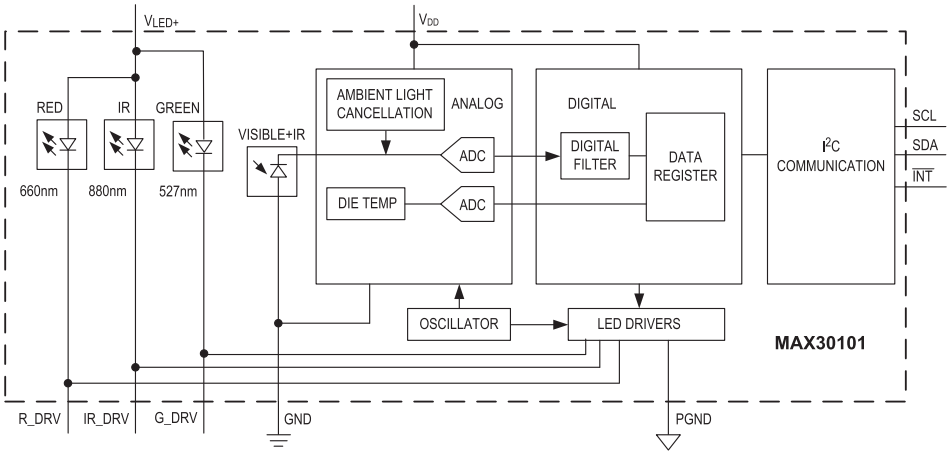


Рис. 2. **Блок-схема MAX30101**

логовые сигналы очень низкого уровня в диапазоне от нескольких милливольт до микровольт. Для того чтобы их можно было использовать практически, датчики совмещают с усилителями и преобразователями в едином корпусе или интегрированными на одном кристалле микросхемы, которая включает также АЦП и цифровые интерфейсы. Медицинские цифровые оптические датчики производства компании **Maxim Integrated** включают в себя встроенную в корпус микросхемы оптическую линзу, свето- и фотодиоды.

MAX86160 – интегральный датчик сердечного ритма

Интегральный датчик для мониторинга сердечного ритма **MAX86160** является одной из новинок в ассортименте компании. Он предназначен для использования в портативных устройствах, включая носимые за ухом тонометры. Отвечающий жестким требованиям к микросхемам для подобных устройств, MAX86160 включает в себя встроенные светодиоды, фотодетектор и усилитель с низким уровнем собственных шумов, обеспечивающий подавление паразитной засветки от окружающих источников в расширенном динамическом диапазоне. Этот датчик представляет собой комплексное системное решение с автоматически конфигурируемым программным обеспечением и надежными алгоритмами функционирования, которые позволяют разработчику с минимальными усилиями добиться необходимых результатов при создании новых устройств. Модуль датчика MAX86160 включает наиболее сложные элементы в конструкции таких устройств и обеспечивает быстрый выход продукта на рынок.

MAX86160 работает от источника питания с напряжением 1,8 В, отдельный источник питания 3,3 В/5,0 В нужен для встроенных светодиодов. Для взаимодействия с модулем предусмотрен интерфейс I²C. Датчик может быть программно переведен в дежурный режим с близким к нулю энергопотреблением.

MAX86160 выпускается в 18-выводном корпусе 4,3x2,8x1,45 мм.

MAX30100 – интегральный датчик для пульсоксиметрии и контроля сердечного ритма

Интегральный датчик **MAX30100** предназначен для контроля сердечного ритма и содержания кислорода в крови. В одном корпусе датчика объединены два светодиода, фотодетектор, подобранная с необходимыми характеристиками оптическая линза и входной усилитель с низким уровнем шума для регистрации сигналов пульса и содержания кислорода в крови.

Для работы MAX30100 необходимы источники питания напряжением 1,8 и 3,3 В. Устройство может быть программно переведено в дежурный режим с пониженным энергопотреблением, что позволяет обойтись без механического выключателя питания. Функциональная схема MAX30100 представлена на рисунке 1.

Особенности MAX30100:

• Единый датчик для измерения пульса и содержания кислорода в крови:

– интегрированные свето- и фотодиоды, высокопроизводительные АЦП;

– в тонкий корпус 5,6x2,8x1,2 мм встроена оптическая линза высокого качества.

• Сверхмалое энергопотребление продлевает срок службы батарей:

– программируемая частота выборки и ток светодиодов для экономии энергии;

– минимальное потребление энергии в отключенном состоянии (0,7 мкА, тип.).

• Расширенная функциональность совершенствует процесс измерений:

– высокое соотношение «сигнал/помеха» упрощает процесс измерений;

– интегрированная защита от внешней засветки;

– высокая частота выборки;

– быстрый вывод данных.

MAX30101 – датчик повышенной чувствительности для пульсоксиметрии и тонометров

MAX30101 является усовершенствованным вариантом датчика MAX30100 для измерения пульса и содержания кислорода в крови. Потребление датчиком тока в режиме измерения пульса – менее 1 мВт.

Блок-схема MAX30101 изображена на рисунке 2. В целом она аналогична схеме MAX30100, за исключением дополнительного встроенного зеленого светодиода для измерений. Корпус чуть толще и шире – 5,6x3,3x1,55 мм. Для питания схемы датчика требуется один источник напряжением 1,8 В. Отдельный источник на 5 В нужен для питания встроенных светодиодов.

MAX30102 – датчик повышенной чувствительности для пульсоксиметрии и тонометров

MAX30102 является комплексным решением, упрощающим разработку портативных устройств медицинского назначения. Конструктивные и электрические характеристики этого датчика аналогичны MAX30101. При этом MAX30102 (рисунок 3) имеет лишь два встроенных светодиода.

MAX30003 – аналоговый препроцессор для снятия ЭКГ и контроля сердечного ритма

MAX30003 представляет собой комплексное решение в виде аналого-цифрового биопотенциального интерфейса в медицинских приборах. MAX30003 может быть использован как в стационарном медицинском оборудовании, так и в портативных устройствах для фитнеса. Канал фиксации биопотенциальных сигналов имеет защищенный от статического электричества и помех вход, позволяет снимать электрокардиограммы (ЭКГ) и контролировать пульс. Сверхнизкое энергопотребление MAX30003 способствует длительному периоду работы от батарей.

Блок-схема MAX30003 приведена на рисунке 4. Канал измерения биопотенциалов имеет высокий входной импеданс, низкий уровень шумов, использует программируемое усиление, АЦП высокого разрешения позволяет выбирать различные фильтры. Канал измерения устойчив к воздействию высокого напряжения и быстро восстанавливается после применения методов дефибрилляции и электрохирургии.

Конфигурируемые прерывания позволяют пробуждать МК только при снижении ритма сердечной деятельно-

сти или включении всей системы. Функция прерывания от электродов позволяет контроллеру дольше находиться в спящем режиме с отключенным таймером RTC. Высокая точность позволяет извлекать больше физиологических данных.

Особенности MAX30003:

- аналоговый интерфейс для электрокардиографов профессионального уровня с преобразователем данных высокого разрешения;
- эффективное разрешение 15,5 бит с уровнем шумов 5 мкВ;
- полностью дифференциальная входная структура с коэффициентом подавления синфазных составляющих (CMRR) > 100 дБ;
- входной импеданс > 500 мОм, обеспечивающий чрезвычайно низкие искажения при переходе из синфазного в дифференциальный режим;
- минимальное ослабление сигнала при сухом измерении вследствие высокого импеданса электрода;
- расширенный диапазон смещения ±650 мВ, позволяющий использовать разнообразные электроды;
- продолжительный период работы от батареи в сравнении с конкурентами (85 мкВт/1,1 В);
- встроенный алгоритм контроля пульса, устраняющий необходимость использования контроллера для измерений;
- буфер FIFO на 32 слова, позволяющий пробуждать МК каждые 256 мс с полным сопровождением ЭКГ;
- высокоскоростной интерфейс SPI;
- ток в дежурном режиме 0,5 мкА (тип.).

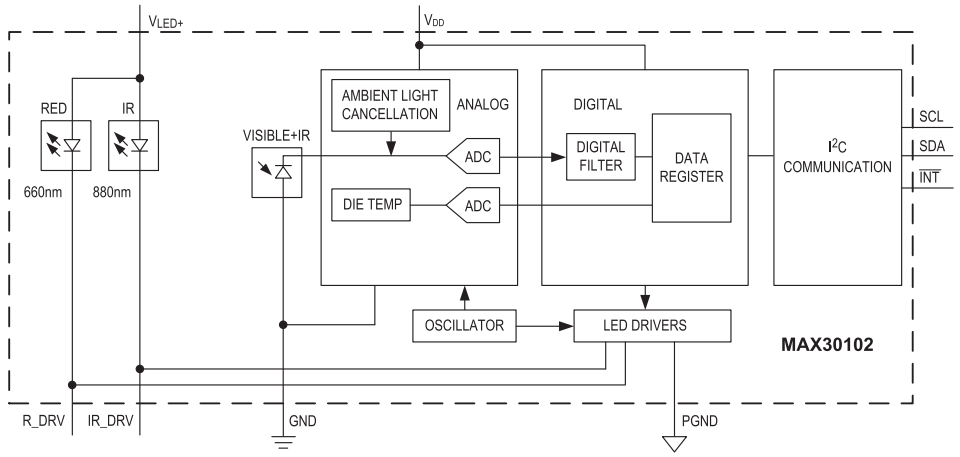


Рис. 3. **Блок-схема MAX30102**

MAX30003 выпускается в 28-выводном корпусе TQFN и 30-выводном корпусе WLP, работает при температуре 0…70°C.

Управление батарейным электропитанием

Используемая для питания портативных устройств обычная или аккумуляторная батарея со временем разряжается, поэтому для портативных устройств требуется отдельная система для стабилизации напряжения питания электрических цепей датчиков и микроконтроллера. Стабилизаторы напряжения должны быть достаточно эффективными, чтобы максимизировать время использования имеющегося заряда и обеспечить на всех шинах питания необходимую мощность. Рабочий диапазон литиевых аккумуляторов находится в пределах примерно 4,2…3,2 В. Рабочее напряжение большинства носимых устройств ниже минимального напряжения одного литиевого элемента, поэтому в них, как правило, используются понижающие стабилизаторы. При этом некоторые узлы могут использовать повышенное напряжение, превышающее номинальное значение батареи. В этом случае система управления питанием должна включать повышающий стабилизатор. Необходимое для каждого устройства количество шин питания может быть разным, но для оптимальной эффективности рекомендуется их количество минимизировать.

Регулятор батарейного питания и зарядки MAX14745

Новинка компании Maxim – регулятор питания и зарядное устройство для литиевых батарей **MAX14745.** Он идеально подходит для маломощных портативных устройств. Схема MAX14745 представлена на рисунке 5.

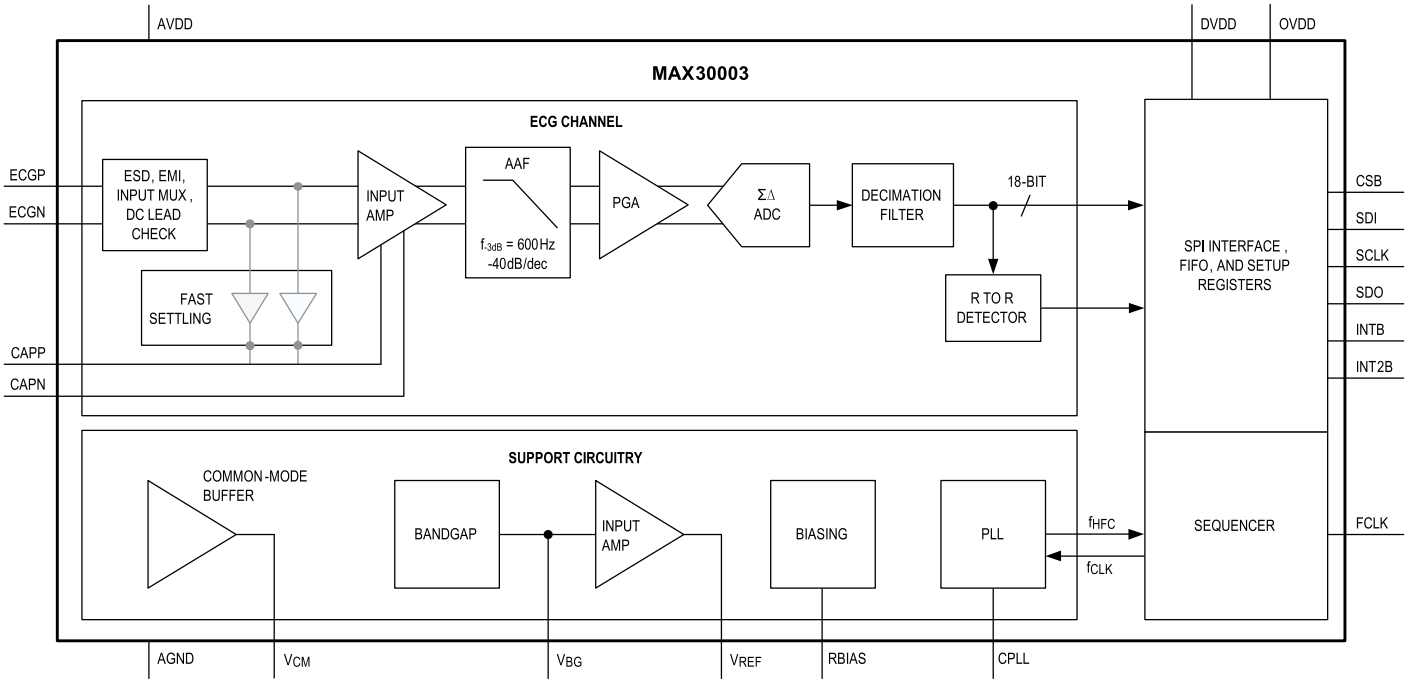


Рис. 4. **Блок-схема MAX30003**

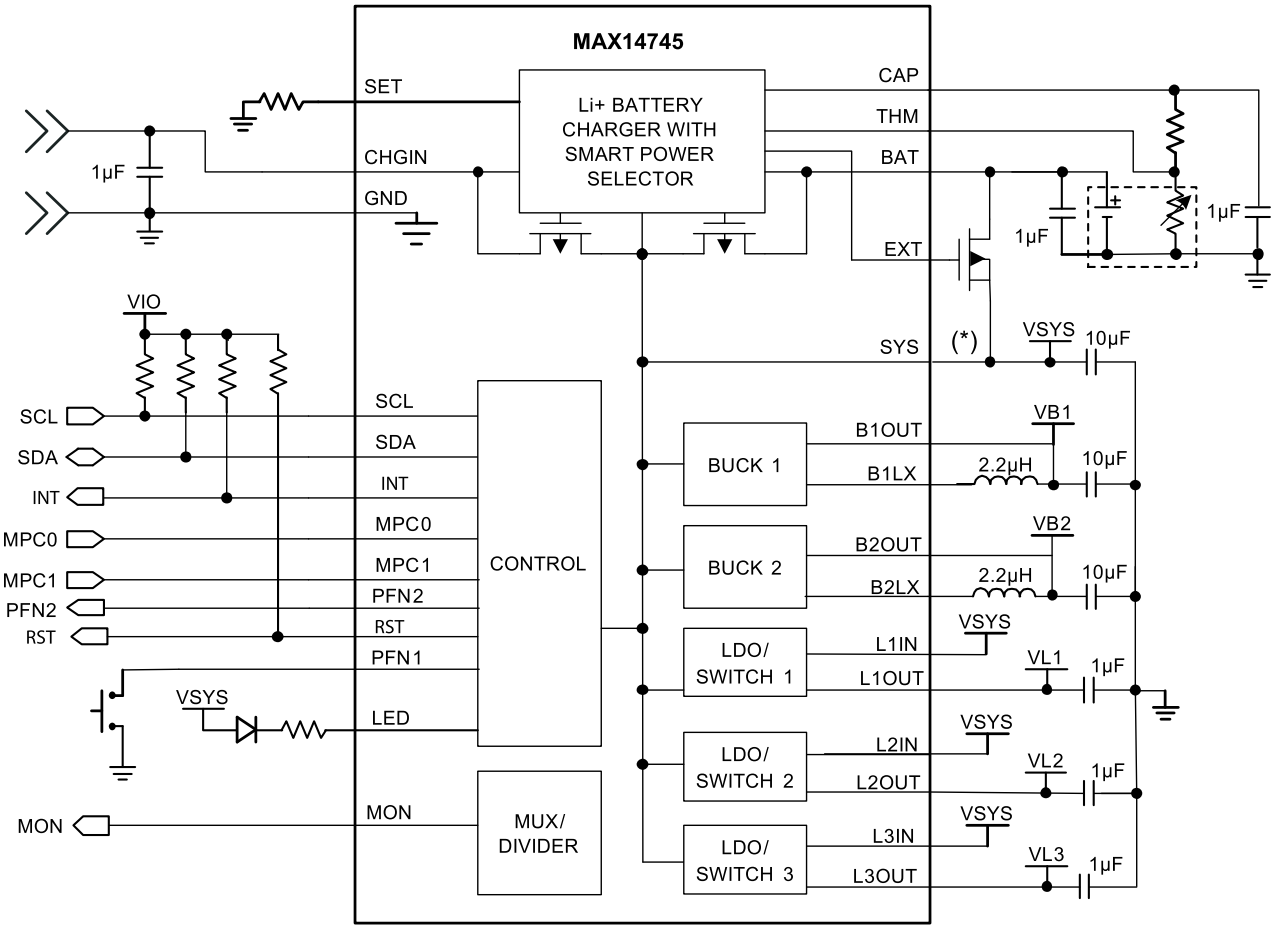


Рис. 5. **Блок-схема и внешние цепи MAX14745**

Блок Smart Power Selector обеспечивает импульсное преобразование входных напряжений от аккумуляторной батареи или адаптера питания во входное напряжение для питания внутренних стабилизаторов. Возможна работа от внешнего адаптера при разряженном аккумуляторе.

Автоматическая система зарядки литиевой батареи после подключения внешнего адаптера питания (выводы CHGIN и GND) регулирует ток зарядки батареи. Чтобы избежать перегрузки адаптера питания входной ток регулятора зарядки ограничивается установками регистра через интерфейс I²C. Если внешний источник питания не в состоянии полностью обеспечить ток для питания системы, интеллектуальное управление подпитывает нагрузку током от литиевой батареи. Зарядное устройство обеспечивает температурную коррекцию тока зарядки.

Микросхема включает два импульсных понижающих стабилизатора со сверхнизким током собственного потребления и выходным током до 200 мА. Также есть три линейных стабилизатора с малым падением напряжения на регулирующем элементе (LDO). Пять имеющихся источников напряжения позволяют минимизировать потребление энергии и создавать устройства, работающие круглосуточно.

Для повышения КПД при пониженной нагрузке импульсные стабилизаторы используют переменную рабочую частоту. Выходное напряжение этих регуляторов можно программировать через I²C с задаваемыми по умолчанию значениями. Еще больше повысить эффективность системы электропитания помогает динамическое масштабирование напряжения импульсных стабилизаторов.

Имеется три конфигурируемых линейных стабилизатора, выходные уровни напряжений для каждого программируются через I²C с заданными по умолчанию значениями. Эти стабилизаторы могут быть сконфигурированы для возможности отключения от системы неиспользуемой нагрузки.

MAX14745 имеет программируемый контроллер включения питания, который обеспечивает заданную последовательность подачи напряжения и задержанный сброс при включении питания.

MAX14745 производится в 36-выводном корпусе WLP размером 0,4x2,72x2,47 мм.

Особенности MAX14745:

• Длительный период работы между зарядками аккумулятора:

– два импульсных понижающих стабилизатора напряжения с выходным током 200 мА: программируемое выходное напряжение 0,8…2,375 В и 0,8…3,95 В, собственный потребляемый ток 0,9 мкА (тип.) (Buck 1), опциональный режим коррекции пиковых токов для использования в чувствительных к шуму в цепях питания устройствах;

– три линейных стабилизатора (LDO) с выходным током 100 мА;

– LDO1: программируемое выходное напряжение 0,8…3,6 В, собственный потребляемый ток 0,6 мкА (тип.), входное напряжение 2,7…5,5 В (возможно с отдельного вывода);

– LDO2 и 3: программируемое выходное напряжение 0,9…4 В, собственный потребляемый ток 1 мкА (тип.), входное напряжение 2,7…5,5 В (возможно с отдельного вывода).

• Простая в реализации зарядка литиевой батареи:

– блок Smart Power Selector;

– расширенный входной диапазон напряжений 28 В/-5,5 В;

– контроль терморезистора.

• Высокая степень интеграции, способствующая экономии занимаемой площади:

– пять стабилизированных напряжений;

– опция выключателя питания для каждого стабилизатора LDO.

• Оптимизированная система управления:

– переход в режим пониженного управления по нажатию кнопки;

– задержанный сброс при включении питания и заданная последовательность появления выходных напряжений;

– встроенный мультиплексер контроля напряжения.

Регулятор батарейного питания и зарядки MAX77650/MAX77651

Микросхемы высокой степени интеграции **MAX77650/MAX77651** реализуют систему питания с функцией зарядки аккумуляторов для маломощных портативных устройств, в которых размер и эффективность являются определяющими параметрами. Обе микросхемы включают в себя блок импульсного стабилизатора напряжения с тремя выходами, использующий одну индуктивность для минимизации размеров конструкции. Схема подключения и внутреннего устройства данного регулятора батарейного питания представлена на рисунке 6.

Блок линейного стабилизатора (LDO) обеспечивает выходной ток до 150 мА. Программируемый зарядный блок (*Battery Charger*) обеспечивает зарядку литиевых аккумуляторов и включает монитор температуры.

Микросхемы имеют три программируемых по току канала (LED0 – LED2) для управления светодиодными индикаторами. Аналоговый мультиплексор подключает ряд внутренних напряжений и токов на выход AMUX для контроля внешних АЦП. Двунаправленный интерфейс I²C обеспечивает программирование MAX77650/MAX77651. Контроллер включения/выключения управляет процессом запуска стабилизаторов.

Множество опциональных возможностей позволяет быстро настроить микросхемы под требования конкретного устройства.

Регулятор батарейного питания и зарядки MAX14690

MAX14690 предназначен для встраивания в портативные устройства с незначительным энергопотреблением от аккумуляторов. Микросхема включает блок Smart Power Selector, два импульсных и три линейных стабилизатора для выходных напряжений. Внутренняя структура регулятора MAX14690 полностью идентична MAX14745 (рисунок 5), они выполнены в одинаковых корпусах. Отличия между двумя микросхемами заключаются в уровнях некоторых выходных напряжений.

Особенности MAX14690:

• Продолжительная работа между зарядками аккумулятора:

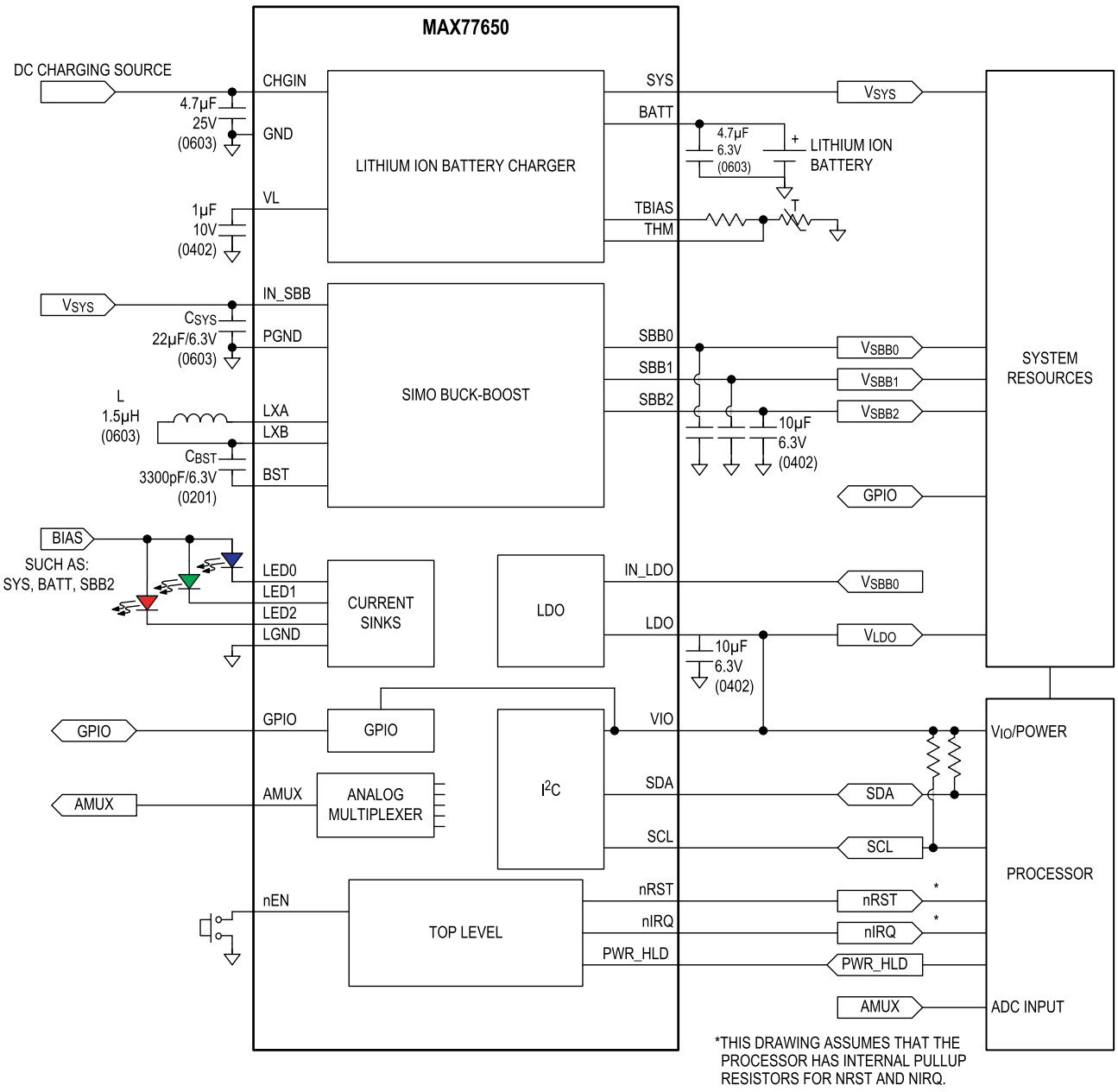


Рис. 6. **Блок-схема и внешние цепи регулятора батарейного питания MAX77650/MAX77651**

– два импульсных понижающих стабилизатора напряжения с выходным током 200 мА: программируемое выходное напряжение 0,8…1,8 В и 1,5…3,3 В, собственный потребляемый ток 0,9 мкА (тип.), автоматический переход в пакетный режим при пониженной нагрузке;

– три линейных стабилизатора (LDO) с выходным током 100 мА: программируемое выходное напряжение 0,8…3,6 В, собственный потребляемый ток 0,6 мкА (тип.), входное напряжение 2,7…5,5 В (возможно с отдельного вывода).

• Простая в реализации зарядка литиевой батареи:

– блок Smart Power Selector;

– расширенный входной диапазон напряжений 28 В/-5,5 В;

– контроль терморезистора;

• Высокая степень интеграции, способствующая экономии занимаемой площади:

– пять стабилизированных напряжений;

– опция выключателя питания для каждого стабилизатора LDO.

• Оптимизированная система управления:

– переход в режим пониженного управления по нажатию кнопки;

– задержанный сброс при включении питания и заданная последовательность появления выходных напряжений;

– встроенный мультиплексор контроля напряжения.

Компактные регуляторы электропитания MAX14720/MAX14750

MAX14720/MAX14750 представляют собой однокристальную систему управления питанием от батарей для компактных устройств, в которых размер и эффективность являются определяющими параметрами. Обе микросхемы используют выключатель питания (Switch на схеме), линейный регулятор (LDO), импульсный понижающий (*Buck*) и импульсный инвертирующий (*Back-Boost*) стабилизаторы.

Регулятор MAX14720 предназначен для использования в конструкциях с батарейным питанием (рисунок 7) и в тех, где аккумулятор извлекается для зарядки.

MAX14750 предназначен для совместного использования с зарядными системами в компактных конструкциях с аккумуляторным питанием. Он обеспечивает прямой контроль выводов и широкие возможности для управления.

Обе микросхемы включают в себя два программируемых импульсных стабилизатора напряжения с незначительным током собственного потребления. Они используют пакетный режим для повышения эффективности при незначительной нагрузке.

Линейный программируемый стабилизатор типа LDO также может работать как выключатель питания для периферийных устройств.

Особенности MAX14720/MAX14750:

• Длительное время работы от батарей:

– импульсный понижающий стабилизатор на 250 мВт: входное напряжение 1,8…5,5 В, программируемое выходное напряжение 2,5…5 В, ток собственного потребления 1,1 мкА, программируемое ограничение тока;

– импульсный стабилизатор на 200 мВт: входное напряжение 1,8…5,5 В, выходное программируемое напряжение 1…2 В, ток собственного потребления 0,9 мкА;

– Линейный стабилизатор напряжения на 100 мА: входное напряжение 1,71…5,5 В, выходное программируемое напряжение 0,9…4,0 В, ток собственного потребления 0,9 мкА, конфигурируемый выключатель нагрузки.

• Длительный срок хранения:

– Режим блокировки батареи (MAX14720): ток разряда 120 нА;

– Сопротивление переключателя во включенном состоянии: 250 мОм (макс.) при 2,7 В, 500 мОм (макс.) при 1,8 В;

– детектор импеданса батареи.

• Простая в реализации система управления:

– конфигурируемый режим питания и сброса (MAX14720): мониторинг кнопки для включения сверхнизкого энергопотребления, отключение всех нагрузок от батареи с током утечки менее 1 мкА, задержанный сброс при включении питания и заданная последовательность появления выходных напряжений;

– индивидуально доступные выводы (MAX14750);

– мультиплексор контроля напряжения;

– интерфейс управления I^2C.

Компактные регуляторы батарейного напряжения MAX14720/MAX14750 выпускаются в 25-выводных корпусах WLP размером 0,4x2,6x2,14 мм. Они предназначены для эксплуатации при температурах -40…85°C.

Регулятор батарейного питания и зарядки MAX14676/MAX14676A

MAX14676/MAX14676A идеально подходят для использования в маломощных портативных устройствах. Эти микросхемы включают в себя блок Smart Power Selector для зарядки аккумуляторов и питания нагрузки, блок ModelGauge для оценки уровня зарядки. Импульсный понижающий стабилизатор с собственным током потребления 900 нА имеет КПД 74% при выходном токе 10 мкА.

Блок-схема и внешние цепи MAX14676/MAX14676A представле-

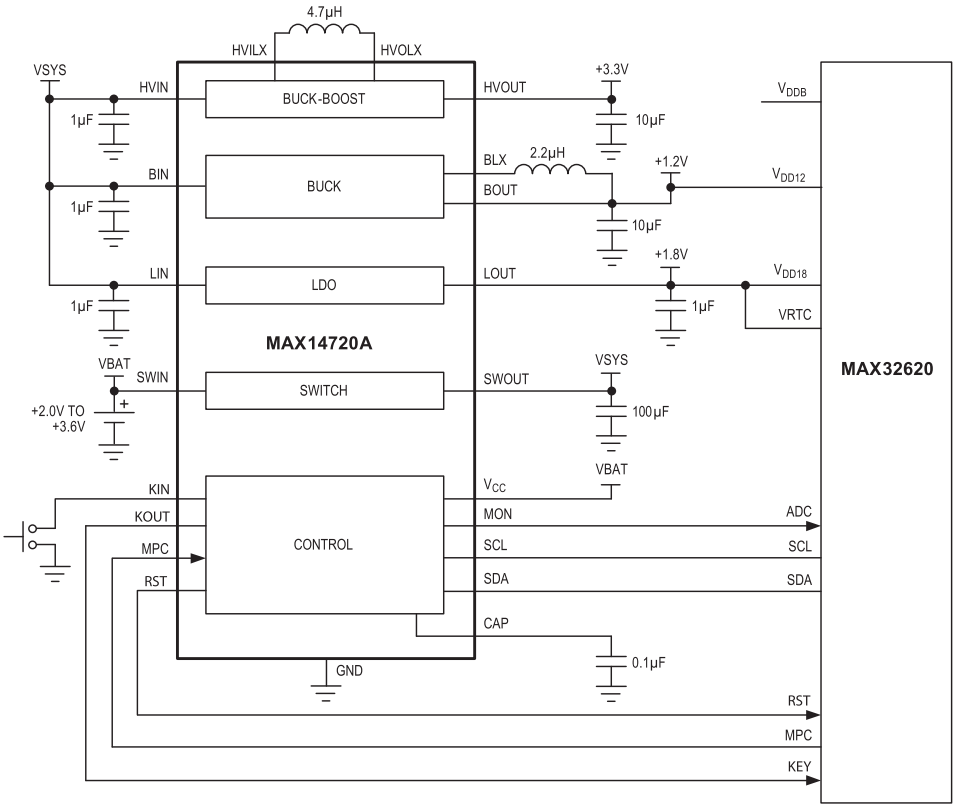


Рис. 7. **Блок-схема и внешние цепи регулятора батарейного питания MAX14720A**

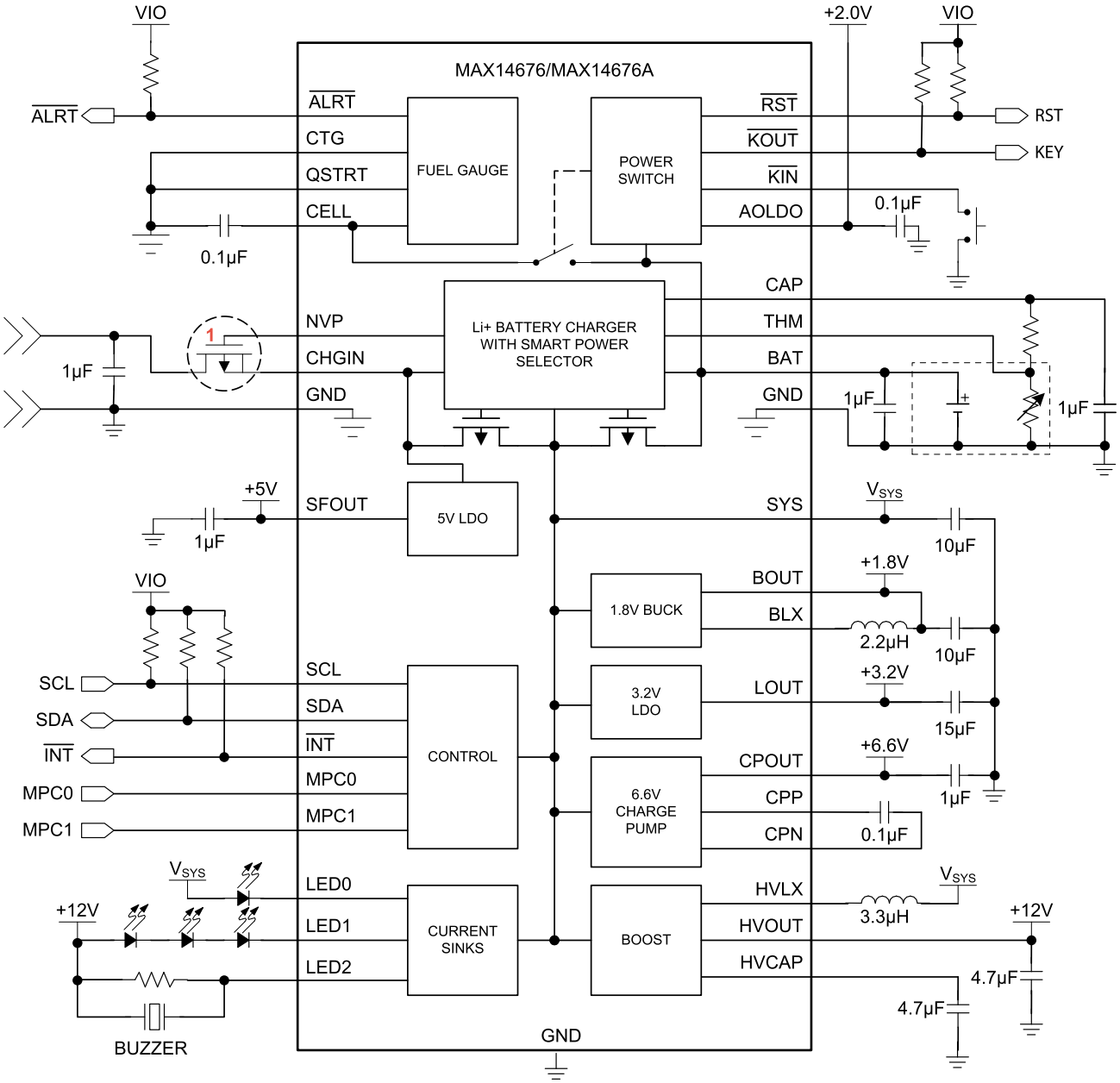


Рис. 8. **Блок-схема и внешние цепи регулятора батарейного питания MAX14676/14676A**

ны на рисунке 8. Блок Smart Power Selector позволяет работать от встроенного аккумулятора, а при разряженном аккумуляторе – и от внешнего источника напряжения. Чтобы избежать перегрузки адаптера питания, входной ток регулятора зарядки ограничивается установками регистра через интерфейс I²C. Если внешний источник питания не в состоянии полностью обеспечить ток для питания системы – интеллектуальное управление подпитывает нагрузку током от литиевой батареи.

MAX14676/MAX14676A содержат высокоэффективный импульсный синхронный понижающий стабилизатор, который использует режим ШИМ с фиксированной частотой и пакетный режим для повышения эффективности при пониженной нагрузке.

Данные регуляторы позволяют использовать три программируемых по току вывода, которые могут управлять светодиодами индикации в различных конфигурациях. Отдельно может быть использован для индикации повышающий конвертор (BOOST).

MAX14676/MAX14676A имеют управляемый от кнопки контроллер выключателя питания, который также обеспечивает задержанный сигнал сброса по питанию и заданную последовательность запуска стабилизаторов.

Микросхемы выпускаются в 42-выводном корпусе WLP размером 0,5x3,497x3,118 мм.

Особенности MAX14676/MAX14676A:

• Длительный период работы между зарядками аккумулятора:

– импульсный понижающий стабилизатор 1,8 В, 200 мА: собственный потребляемый ток 0,9 мкА, автоматический пакетный режим ШИМ при понижении тока нагрузки;

– точная система оценки уровня зарядки (*ModelGauge*).

• Простая в реализации зарядка литиевой батареи:

– блок Smart Power Selector;

– расширенный входной диапазон напряжений до 28 В;

– контроль терморезистора.

• Высокая степень интеграции, которая способствует экономии занимаемой площади

• Несколько вариантов для функций индикации:

– выходной повышающий конвертор 5…17 В;

– трехканальная индикация, настраиваемая по току.

• Оптимизированная система управления:

– кнопка управления, обеспечивающая заданную последовательность появления выходных напряжений и режим пониженного потребления;

– управление через интерфейс I²C.

Для MAX14676/MAX14676A выпускается оценочный комплект.

Микроконтроллеры Maxim для портативных устройств

Важными критериями для выбора микроконтроллера в портативных устройствах являются уровень энергопотребления и возможность обработки данных. Необходимо определить, какие функции системы должны быть интегрированы в микроконтроллер, а какие могут быть обработаны извне. В случае использования МК с аналоговыми датчиками медицинских приборов необходимо предусмотреть возможность работы с низковольтными сигналами.

Для использования в портативных устройствах медицинского назначения компания Maxim Integrated предлагает целый ряд отличающихся сверхнизким энергопотреблением 32-битных МК на базе высокопроизводительного ядра **Cortex-M4F.**

Разработанные для портативных устройств и приборов различного типа микроконтроллеры **MAX32625/MAX32626** являются новинкой в ассортименте компании. Эти МК включают целый ряд интерфейсов для подключения цифровых датчиков, есть четыре аналоговых входа с 10-битным АЦП.

MAX32626 является защищенной версией MAX32625 и включает в себя систему шифрования и расширенные функции безопасности. **MAX32625L** является бюджетной версией MAX32625 с массивом памяти в 128 кбайт SRAM и 256 кбайт Flash.

МК для портативных устройств **MAX32630/MAX32631** включают блок вычислений с плавающей запятой, функции шифрования, имеют массив памяти в 512 кбайт SRAM и 2 Мбайт Flash. Ток потребления MAX32630/MAX32631 в спящем режиме составляет 200 нА, а у остальных МК этот показатель равен 600 нА.

MAX32620/MAX32621 также включают в свой состав блок вычислений с плавающей запятой и массив памяти в 256 кбайт SRAM и 2 Мбайт Flash. MAX32621 является защищенной версией MAX32620. Он обеспечивает расширенные функции безопасности.

Заключение

Почти все традиционно контролируемые медицинскими приборами сигналы человеческого тела теперь могут быть измерены с помощью портативных устройств с практически такой же степенью точности.

В ассортименте продукции Maxim Integrated есть все компоненты, необходимые для создания компактных портативных устройств, которые обеспечат оперативный контроль состояния организма в условиях повышенных нагрузок, в процессе терапевтических процедур и при ежедневном контроле физиологических параметров.

Литература

1. *https://www.maximintegrated.com/en/markets/healthcare/wearable.html.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

maxim integrated

MAXREFDES100#
Платформа hSensor для разработки персональных диагностических устройств

- Измерение сердечного ритма
- Измерение биопотенциала (ЭКГ)
- Датчик температуры тела
- Датчик движения (акселерометр и гироскоп)
- Датчик атмосферного давления
- Интерфейсы Bluetooth и USB

Логотип Maxim Integrated – торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Официальный дистрибьютор Maxim Integrated с 2003 г
Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Виктор Чистяков (г. Малоярославец)

DEEPCOVER® ОТ MAXIM INTEGRATED: RFID С ЗАЩИТОЙ ОТ ХАКЕРОВ

*Линейка продукции **DeepCover**® производства **Maxim Integrated** включает в себя специализированные микроконтроллеры, микросхемы аутентификаторов и менеджеров безопасности **с интегрированными криптографическими алгоритмами.** В частности, на базе **аутентификатора MAX66242** и первого в отрасли **ВЧ-трансивера RFID MAX66300** с поддержкой криптографического алгоритма можно создать систему **идентификации, защищенной передачи данных и определения подлинности изделий** для промышленности, медицины и офиса.*

Системы радиочастотного опознавания (идентификации и аутентификации) начали применяться еще в середине прошлого века. Сегодня они оформились в ряд технологий, известных под аббревиатурой RFID (*Radio Frequency Identification*). Расширением и дополнением возможностей RFID не так давно стала технология NFC (*Near Field Connection* — соединение в области ближнего поля). Бесконтактная радиочастотная идентификация с использованием технологий RFID и NFC находит сегодня широкое применение в системах безопасности для медицинского и промышленного оборудования.

Промышленное оборудование, включая программируемые логические контроллеры, системы диспетчерского управления и сбора данных, а также системы автоматизации зданий, в настоящее время часто являются объектами кибератак. Некоторые из систем управляют объектами жизнеобеспечения и отвечают за распределение электроэнергии, воды или канализационных стоков, отказ в работе которых грозит серьезными последствиями.

Во всех этих системах управления и контроля применяются различные подключаемые модули и датчики. Если они окажутся контрафакными — то могут стать причиной разрушительных и катастрофических последствий опасного для человека поведения системы.

От корректной работы разнообразной медицинской техники во многом зависит точный диагноз и применение верных методов терапии. Если инструменты и расходные материалы окажутся неоригинальными или будут применены неправильно, то это может привести к тяжелым последствиям для здоровья пациента, серьезным экономическим издержкам и репутационным потерям для медицинских учреждений.

Сегодня проверка подлинности компонентов может быть встроена в изделия, чтобы обеспечить решение всех вышеперечисленных проблем. Электронная идентификация при использовании медицинского оборудования поможет гарантировать его эксплуатацию в соответствии с требованиями производителя.

Технология DeepCover

Хакерские методы и приемы требуют для противодействия им эшелонированной обороны, способной обеспечить устойчивую работу систем управления,

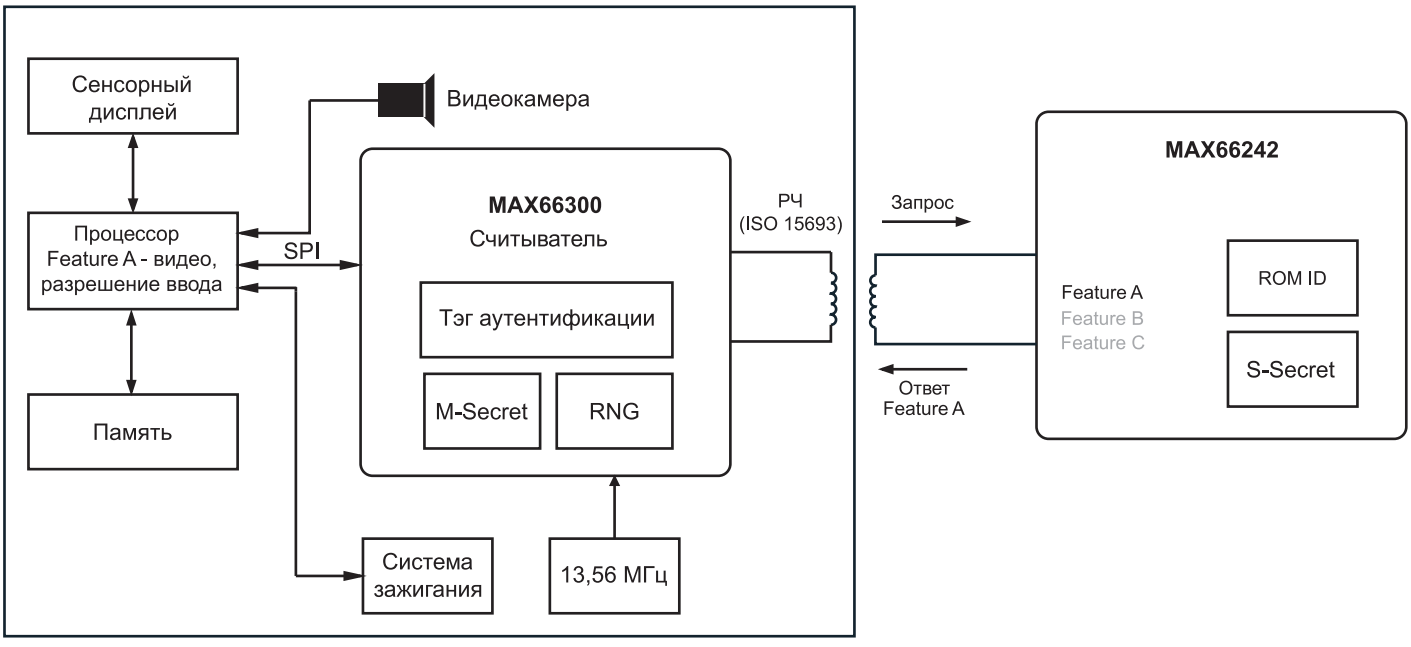


Рис. 1. **Система доступа к оборудованию на основе ключа аутентификации**

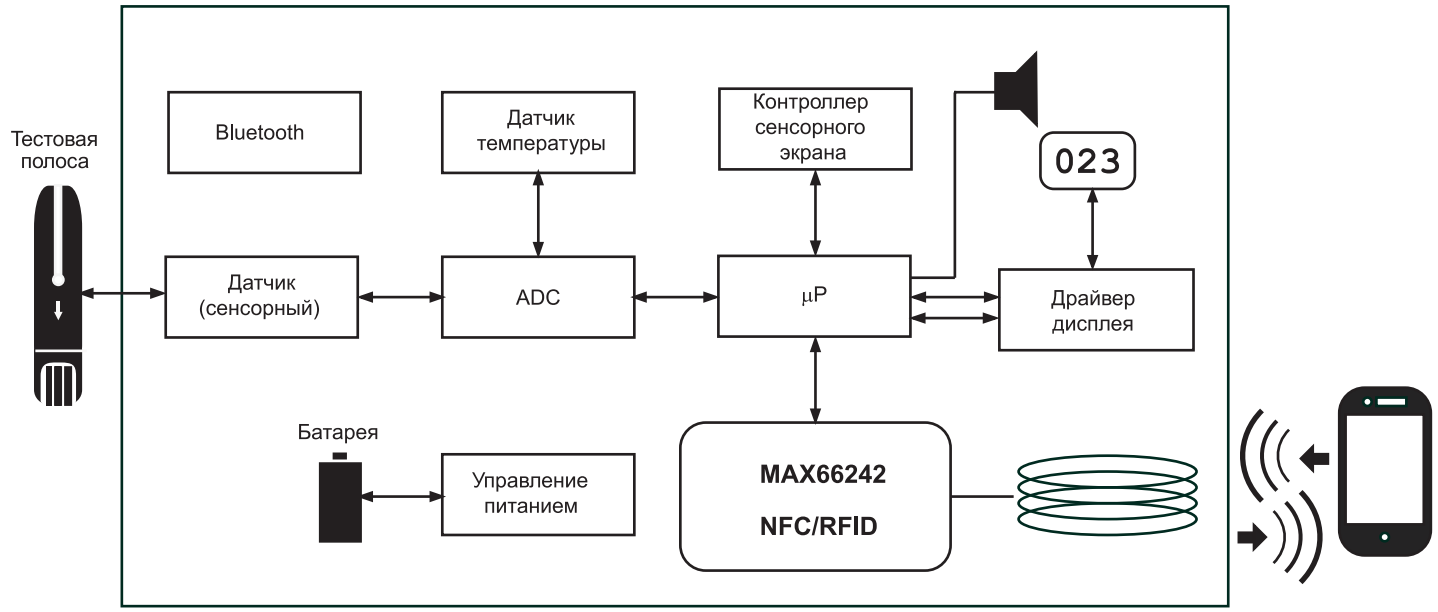


Рис. 2. **Система идентификации и защищенной передачи данных**

сохранность конфиденциальной информации и интеллектуальной собственности, ограничения доступа к закрытым для посторонних лиц объектам и зонам.

Сегодня встраиваемые в различное оборудование системы контроля и управления используют новейшие достижения в области криптографии и цифровых технологий для защиты от физического проникновения и предотвращения атак по сетевым каналам, нелегального копирования и кражи интеллектуальной собственности.

Семейство полупроводниковых компонентов под торговой маркой **DeepCover** производства компании **Maxim Integrated** позволяет легко и быстро создавать высоконадежные системы безопасности для решения всех типов задач, способные обеспечить «глубокое прикрытие», как дословно переводится название этой технологии Maxim.

Под торговой маркой DeepCover выпускаются специализированные микроконтроллеры, микросхемы аутентификаторов и менеджеров безопасности, в которые интегрированы наиболее передовые методы криптографии и физической защиты.

Фирменная технология безопасности DeepCover от компании Maxim Integrated создана на базе беспроводных технологий NFC и RFID. Как и любая другая система авторизации, DeepCover включает модуль электронного ключа (ЭК) и блок аутентификации (считыватель) для проверки подлинности и прав доступа куда-либо или к чему-либо.

Примером считывателя может служить микросхема **MAX66300,** взаимодействующая с **MAX66242,** которая выступает в роли электронного ключа. Каждый бесконтактный электронный ключ содержит уникальный 64-разрядный идентификатор, который служит электронным серийным номером в системе. Микросхема считывателя RFID включает в себя сопроцессор защищенной аутентификации на основе алгоритма SHA-256, который при соединении с микросхемой ЭК на базе технологии NFC использует двунаправленную модель безопасности и процесс двусторонней аутентификации.

Электронные ключи и считыватели, использующие защищенную технологию NFC/RFID, расширяют возможности новых промышленных и медицинских приборов и устройств. Они обеспечивают автоматическую проверку подлинности используемых компонентов и узлов, автоматическое конфигурирование и работу в режимах с ограниченными возможностями с подтверждением выполняемых операций при помощи персонального ЭК.

Схема, изображенная на рисунке 1, представляет используемый в промышленном оборудовании типичный вариант идентификации по методу «запрос-ответ» с применением современных систем криптографии. Представленное транспортное средство использует защищенный от несанкционированного доступа запуск системы зажигания и камеры заднего вида, разблокирует управление лишь после идентификации персонала с помощью электронного ключа на основе MAX66242. Реализованный на основе MAX66300 бесконтактный считыватель взаимодействует с головной системой через интерфейс SPI. Ключ на основе MAX66242 обеспечивает повышенный уровень защиты и не требует для работы источника питания.

На рисунке 2 представлена медицинская система для аутентификации пациента и передачи показаний, снимаемых медицинским глюкометром, через смартфон в базу данных городской поликлиники. Система распознавания «своего» смартфона реализована с использованием микросхемы MAX66242 и технологии NFC.

Использование технологии безопасности DeepCover в медицинских приборах позволяет легко реализовать защищенный бесконтактный обмен информацией с другими устройствами, использующими радиочастотную технологию NFC/RFID, предотвращающую использование неавторизованного программного обеспечения, неоригинальных инструментальных средств и сменных компонентов.

Закрепленный на теле портативный медицинский прибор с электронным ключом на базе NFC сможет оперативно соединиться со смартфоном и отправить информацию о температуре тела, частоте пульса и другие параметры лечащему врачу в городскую больницу.

Технология DeepCover производства компании Maxim позволяет создавать множество других приложений медицинского и промышленного назначения. Например, используя смартфон с поддержкой NFC, можно считывать данные с приборов учета энергоресурсов, которые оснащены ЭК типа MAX66242, и передавать эти данные по защищенным каналам на удаленный сервер учета.

Обзор технологии RFID и микросхем DeepCover MAX66242 и MAX66300

На базе RFID реализовано множество совершенно разных технологий идентификации, отличающихся рабочей частотой (868 МГц, 13,56 МГц, 125 кГц и другими), системой кодирования информации, дальностью действия, энергопотреблением. Системы безопасности на основе RFID могут быть как с

одно- так и с двунаправленным интерфейсом.

Бесконтактные метки RFID встраиваются в различные товары, помогая при инвентаризации и отслеживании цепочки поставки товара. Подобными метками может маркироваться крупный рогатый скот, автомобильный транспорт для контроля скорости. Некоторые авиалинии пользуются метками для отслеживания потоков багажа. Метки RFID встраиваются в биометрические паспорта, кредитные карты для защищенного доступа в закрытые базы данных.

Беспроводная технология радиосвязи малого радиуса действия NFC основана на стандартах RFID и позволяет устанавливать соединение на относительно небольшом расстоянии, как правило, в несколько сантиметров. NFC использует индуктивную связь между считывателем и ключом для передачи как информационных сигналов, так и электромагнитной энергии через общее поле между двумя устройствами. Индуцируемое в обмотках ключа переменное напряжение выпрямляется и используется для питания внутренних схем электронного ключа.

Система радиочастотной идентификации DeepCover от Maxim Integrated использует технологию NFC, работающую в диапазоне 13,56 МГц.

Считыватель (*reader*) посылает запросы и принимает уникальный идентификатор от электронного ключа (тега), который может работать только на передачу или поддерживать двустороннюю связь со считывателем. Транспондеры (теги, ключи) и трансиверы (считыватели) DeepCover на основе NFC/RFID используют двунаправленную модель защищенной беспроводной связи. Каждый ключ имеет уникальный 64-битный идентификационный номер. Микросхемы трансиверов включают сопроцессор аутентификации на основе стандарта FIPS 180-4, работающий с использованием криптографического алгоритма SHA-256.

MAX66242 – аутентификатор с поддержкой I²C, SHA-256 и 4 кбайт программируемой EEPROM

MAX66242, микросхема для систем аутентификации с радио интерфейсом ISO 15693 и проводным I²C, может быть использована как электронный ключ. Интегрированный процессор шифрования работает с использованием алгоритма SHA-256, применена схема двунаправленной аутентификации с симметричным ключом для предотвращения подделки и клонирования в защищаемой среде. Микросхема MAX66242 может обходиться без источника питания, так как способна использовать извлекаемую из окружающего пространства энергию электромагнитных волн.

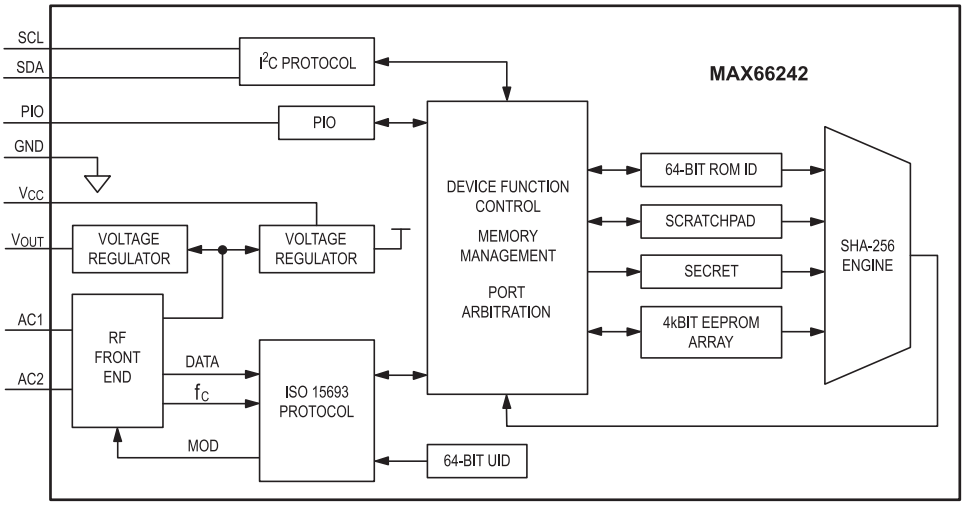


Рис. 3. **Блок-схема MAX66242**

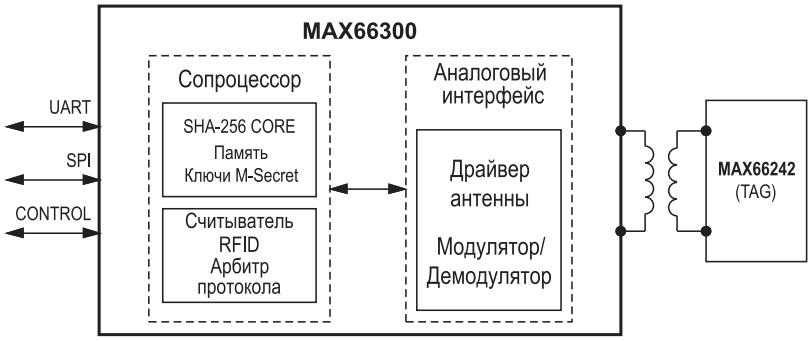


Рис. 4. **Пример использования MAX66300**

Области применения MAX66242 включают:

- контроль доступа и отслеживание объектов;
- системы защиты интеллектуальной собственности;
- аутентификацию оригинальных датчиков и комплектующих, включая медицинское оборудование, картриджи для принтеров.

Функциональный состав микросхемы отображен на рисунке 3. Она имеет два антенных ввода AC1 и AC2, вывод Vcc предназначен для опционального подключения внешнего источника питания, а вывод Vout – для питания внешнего устройства. Как видно из вышеприведенной схемы, источником питания может являться и блок радиоприема RF Front End. Интерфейс I²C обеспечивают выводы SCLи SDA.

Особенности MAX66242:

- Полноценный механизм защиты от подделки/клонирования/сетевых атак:

– двунаправленная аутентификация на основе SHA-256;

– повышенная достоверность аутентификации, достигаемая за счет увеличенной разрядности шифрования, программируемых пользователем «секретов»;

– необходимость в источнике питания отсутствует;

– 4096 бит программируемой пользовательской памяти EEPROM;

– защита чтения/записи в памяти, включая режим эмуляции OTP/EPROM;

– уникальный 64-битный идентификационный номер, программируемый при изготовлении;

– интегрированный 32-битный буфер SRAM, позволяющий быструю передачу между радиоканалом и шиной I²C.

- Гибкие возможности соединения и обмена данными обеспечивают широкий диапазон применений:

– программируемый вывод PIO может быть сконфигурирован для пробуждения или как сигнал мониторинга/управления;

– присутствует совместимость со стандартами ISO/IEC 15693 и 18000-3 MODE1 (несущая частота 13,56 МГц ±7 кГц);

– порт I²C (ведущий/ведомый) позволяет создавать беспроводной узел без использования головного (хост) микроконтроллера;

– вывод Vout позволяет питать внешние компоненты от встроенного преобразователя электромагнитной энергии;

– опциональный вывод для внешнего источника питания 3,3 В позволяет использовать различные батареи;

– рабочий диапазон температур составляет -20…85°C.

• Создание надежных конструкций:

– защита от электростатических разрядов с напряжением до ±8 кВ.

Считыватель DeepCover MAX66300 с поддержкой SHA-256

MAX66300 – это первая в отрасли микросхема ВЧ-трансивера RFID с поддержкой алгоритма SHA-256, обеспечивающая защитную аутентификацию по принципу запрос-ответ. DeepCover скрывает конфиденциальные данные под несколькими физическими слоями усовершенствованной системы безопасности, чтобы обеспечить максимально надежное и защищенное хранение кодовых ключей. Внешние устройства могут соединяться с MAX66300 через интерфейсы UART и SPI. Двунаправленное взаимодействие с электронным ключом обеспечивается через интерфейс NFC/RFID (рисунок 4).

Аутентификатор DeepCover Secure (MAX66300) объединяет радиочастотный считыватель высокой степени интеграции (*Analog Front End*), работающий на частоте 13,56 МГц, и сопроцессор безопасной аутентификации SHA-256 (рисунок 5).

Считыватель создан на основе стандарта ISO 15963. Алгоритм аутентификации сопроцессора основан на стандарте FIPS 180-4 и поддерживает взаимодействие типа запрос-ответ с семейством фирменных решений Maxim, включая **MAX66240/MAX66242.** Основной процессор системы может легко связываться с MAX66300 через интерфейсы UART или SPI.

Встроенный блок модулятора позволяет использовать амплитудную модуляцию для радиосигналов на выводах ANT1 и ANT2, передаваемых методом 100% амплитудной модуляции, или изменяя глубину модуляции от 7% до 30%. Приемник позволяет регистрировать на выводах RFIN1 и RFIN2 изменение амплитуды или фазы принимаемого радиосигнала на частоте 13,56 МГц.

Встроенная система АРУ с усилением до 40 дБ адаптирована для работы со всеми коммуникационными протоколами RFID. Перед тем как электронный ключ начнет передачу данных, усиление приемника должно быть установлено на максимум. Когда считыватель обнаруживает сигнал, который превышает заданный порог – приемник быстро уменьшит коэффициент усиления, чтобы сигнал находился в линейной области входного усилителя.

Особенности MAX66300:

• Узел бесконтактной защищенной аутентификации:

– совместимость со стандартом ISO/IEC 15693;

– двунаправленная аутентификация с использование алгоритмов SHA-256;

– 4x32-байтных страницы памяти приложений;

– 4 мастер-секрета с множеством опций программируемой защиты;

– 76-байтный буфер временного хранения в SRAM;

– аппаратный генератор случайных чисел;

– уникальный 64-битный последовательный номер (ID).

• Универсальное решение с поддержкой разнообразных применений:

– интерфейсные порты UART и SPI;

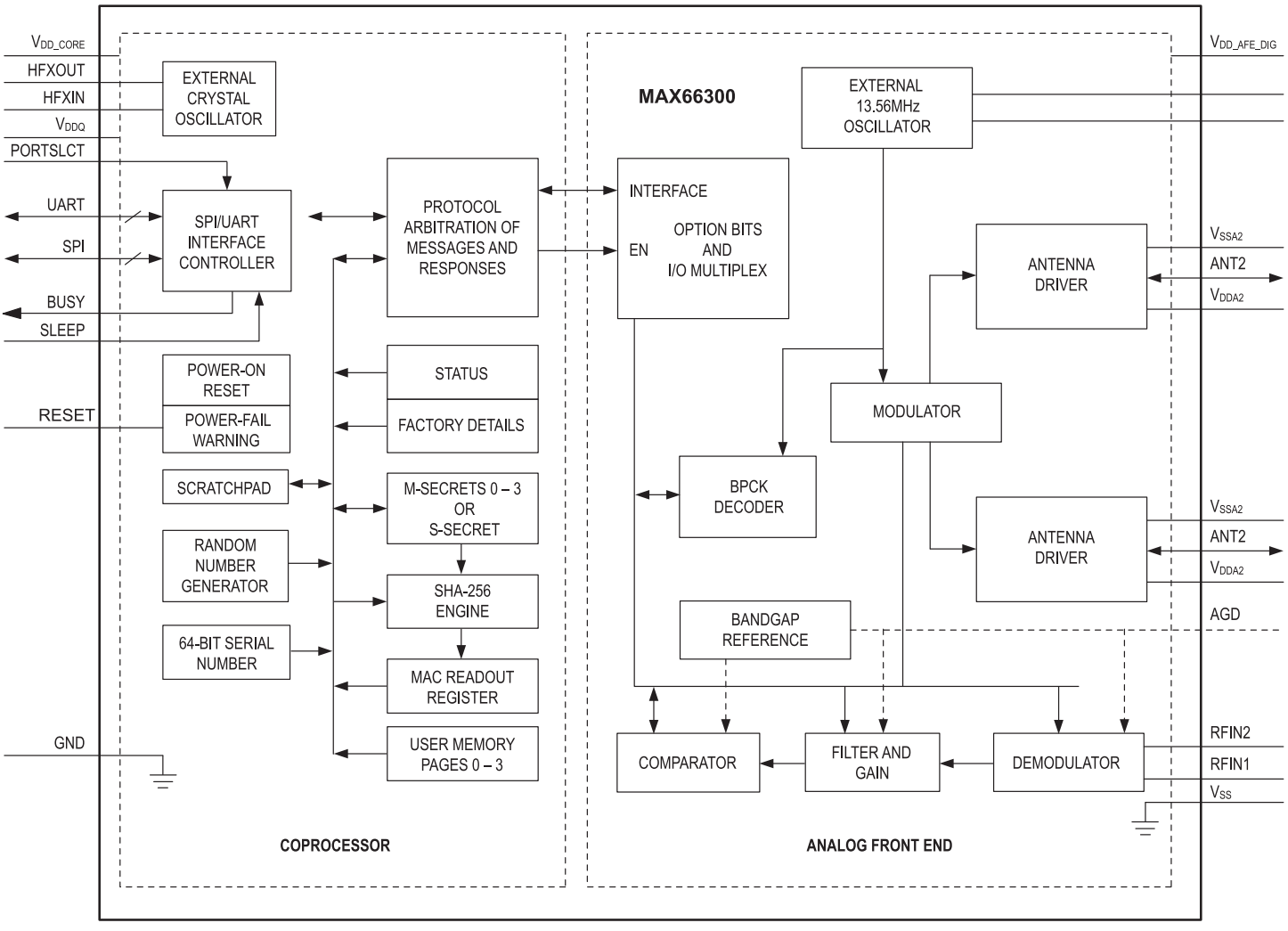


Рис. 5. **Блок-схема MAX66300**

– режим пониженного энергопотребления (*Low, Standby Power*), управляемый через внешний вывод;

– защита от короткого замыкания антенных выводов;

– напряжение питания 3,3 или 5 В;

– защита от статических разрядов до ±2 кВ.

• Аналоговый РЧ-интерфейс в диапазоне 13,56 МГц с поддержкой двух антенн:

– работа через один или два драйвера антенны, использующие амплитудную манипуляцию (включение/выключение);

– выбираемая пользователем глубина модуляции методом изменения амплитуды (*Amplitude-shift Keyed, ASK*) от 7% до 30%;

– высокая выходная мощность, до 200 мВт;

– два входа приемника, повышающие надежность соединения;

– встроенный в приемник фильтр НЧ с настраиваемой частотой среза 0,4…1 МГц;

– встроенный в приемник фильтр ВЧ с настраиваемой частотой среза в 100, 200 и 300 кГц;

– выбираемое усиление приема 0…40 дБ;

– возможность приема на двух поднесущих (212 кГц и 424 кГц).

Области применения MAX66300 – это объекты защищенного доступа, считыватели для отслеживания имущества, считыватели для принтеров (чернильные картриджи), ручные считывающие устройства, схемы проверки подлинности расходных материалов и комплектующих, включая медицинские приборы.

Заключение

Внедрение технологии NFC/RFID резко ускорилось за последние годы во многом из-за того, что она предоставляет прекрасную платформу для создания целого ряда приложений. Широко известным и популярным примером подобной интеграции стало использование смартфонов с NFC/RFID, пригодных для удобной аутентификации владельца, как в качестве считывателя, так и в качестве электронного ключа.

Эта особенность обеспечивает производителей возможностью создания на основе таких микросхем как MAX66242 и MAX66300 новых образцов техники, используемой в промышленности, медицине, на транспорте, в офисах и в быту.

Семейство микросхем DeepCover производства компании Maxim Integrated обладает огромным спектром потенциальных возможностей для реализации простых и надежных приложений электронной идентификации в системах защиты от несанкционированного доступа и копирования интеллектуальной собственности.

Литература

1. *https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/nfc-rfid-products.html.*
2. *https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/embedded-security/deepcover.html.*
3. *https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/embedded-security/authentication-applications/medical-authentication.html.*
4. *https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/embedded-security/authentication-applications/industrial-authentication.html.*
5. *https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/5995.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

maxim integrated

MAX66300-24XEVKIT#
Набор для разработки защищенных систем на базе радиочастотной идентификации

СОСТАВ НАБОРА:

- Плата RFID-считывателя на базе MAX66300
- RFID-метка на базе MAX66240
- Кабель USB
- Программное обеспечение (опционально)

Логотип Maxim Integrated – торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Официальный дистрибьютор Maxim Integrated с 2003 г
Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

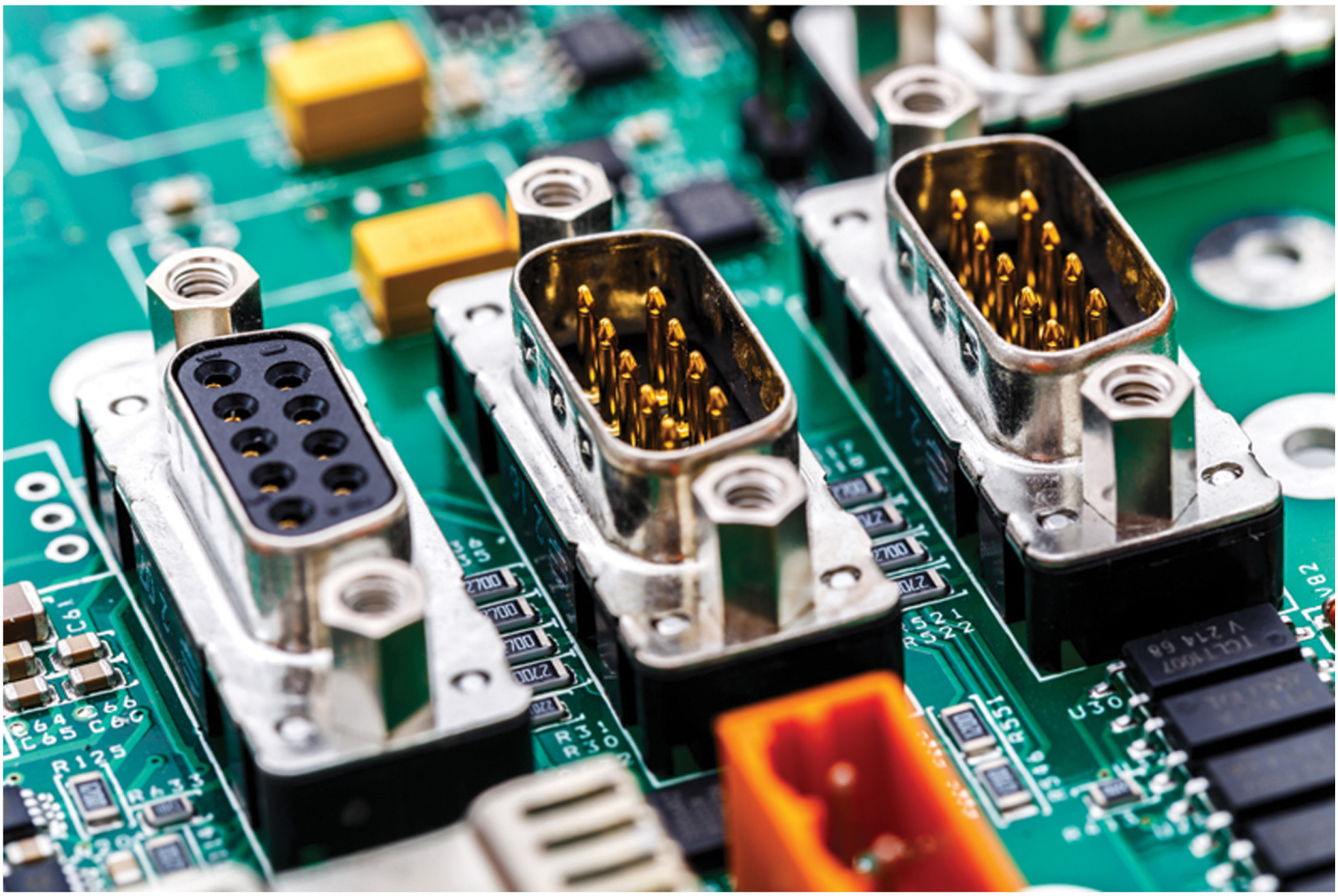
maxim integrated™

MAX34xxAE

новое семейство трансиверов RS-485

Позволяет сэкономить место, снизить стоимость и надежнее защитить ваше устройство

Разработано для жестких условий эксплуатации



Трансивер	Конфигурация	Скорость, Мбит/с	ESD защита, кВ	Корпус
MAX3483AE	Полудуплексный	0,25	20	SOIC-8
MAX3485AE	Полудуплексный	20	20	SOIC-8
MAX3488AE	Дуплексный	0,25	20	SOIC-8
MAX3490AE	Дуплексный	20	20	SOIC-8
MAX3491AE	Дуплексный	20	20	SOIC-14

Логотип Maxim Integrated – торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Официальный дистрибьютор Maxim Integrated с 2003 г

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Компэл
www.compel.ru