

## Интеллектуальные счетчики

### Обзор

Во всем мире компании, предоставляющие коммунальные услуги, уже начали устанавливать интеллектуальные счетчики для обслуживания абонентов в жилищном и коммерческом/промышленном секторах. Интеллектуальные счетчики имеют множество преимуществ, в частности они обеспечивают более низкие эксплуатационные и капитальные расходы, поддерживают новые услуги и улучшают оперативное управление.

### Требования к интеллектуальным счетчикам

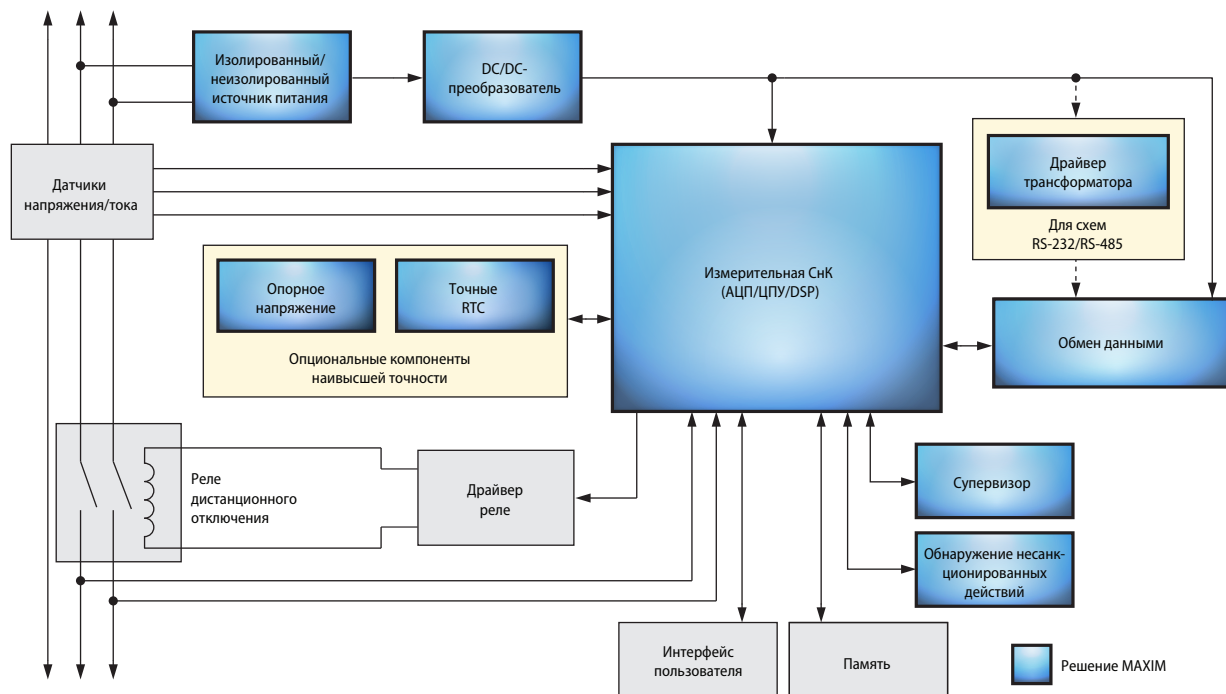
При вводе интеллектуальных счетчиков в эксплуатацию не удастся обойтись «одним решением на все случаи жизни». Производители должны принимать во внимание изменения нормативных требований в каждом регионе, а также то, что для разных рынков необходимы различные функциональные возможности и услуги.

Так, например, в Северной Америке нормативы AMR (Automated Meter Reading — автоматическое считывание показаний счетчика) регламентируют частоту считывания показаний и передачи данных. Кроме того, они устанавливают, какое количество информации счетчик должен хранить в любой момент времени. Поскольку коммуникации не всегда надежны, некоторые из нормативов требуют от компаний, предоставляющих коммунальные услуги, сохранять данные двух или большего числа сеансов передачи — для выставления счетов. Из-за этого требования приходится увеличивать объем локальной встроенной памяти в интегральной схеме интеллектуального счетчика. Таким образом, нормативы конкретных регулирующих органов непосредственно влияют на разработку интеллектуальных счетчиков вплоть до уровня микросхем.

Другим серьезным стимулом к расширению функциональности интеллектуальных счетчиков является совершенствование локальных средств защиты от несанкционированных действий. Это особенно важно для развивающихся рынков, где объем похищенной электроэнергии составляет значительную долю от общего энергопотребления. Способность твердотельных (полупроводниковых) счетчиков электроэнергии обнаруживать и предотвращать несанкционированные действия может существенно улучшить контроль и снизить затраты коммунальных компаний. К тому же, высокоуровневая защита от несанкционированных действий не только стимулирует переход к твердотельным счетчикам, но и предписывает, какие наборы функций должны поддерживаться на уровне микросхемы.

И наконец, важной целью внедрения интеллектуальных счетчиков, особенно в долгосрочной перспективе, является повышение качества обслуживания абонентов. Благодаря использованию интеллектуальных счетчиков абоненты смогут оптимизировать энергопотребление за счет программ, основанных на скидках (например, непосредственное управление нагрузкой, соглашения о негарантированной — с кратковременными перерывами — поставке мощности и подача заявок/обратный выкуп), что поможет энергетическим компаниям управлять моделями общего энергопотребления и справиться с пиковыми нагрузками. Интеллектуальные счетчики со встроенными на уровне микросхемы функциями смогут стать эффективной основой для расширения возможностей обслуживания абонентов, например для беспроводной связи с термостатами, которая позволит автоматически регулировать потребление энергии в периоды пикового спроса.

И наконец, важной целью внедрения интеллектуальных счетчиков, особенно в долгосрочной перспективе, является повышение качества обслуживания абонентов. Благодаря использованию интеллектуальных счетчиков абоненты смогут оптимизировать энергопотребление за счет программ, основанных на скидках (например, непосредственное управление нагрузкой, соглашения о негарантированной — с кратковременными перерывами — поставке мощности и подача заявок/обратный выкуп), что поможет энергетическим компаниям управлять моделями общего энергопотребления и справиться с пиковыми нагрузками. Интеллектуальные счетчики со встроенными на уровне микросхемы функциями смогут стать эффективной основой для расширения возможностей обслуживания абонентов, например для беспроводной связи с термостатами, которая позволит автоматически регулировать потребление энергии в периоды пикового спроса.



Блок-схема интеллектуального счетчика.

Список решений для интеллектуальных счетчиков, рекомендуемых компанией Maxim, приведен на веб-странице: [www.maxim-ic.com/smartmeter](http://www.maxim-ic.com/smartmeter).

Для производителей счетчиков, обслуживающих глобальные рынки коммунальных услуг, перечисленные выше стимулы означают широкие возможности и одновременно серьезные проблемы. Сегодня, принимая решения, большинство энергокомпаний, по крайней мере, учитывает необходимость внедрения интеллектуальных счетчиков в будущем. Следовательно, производители счетчиков должны обладать определенной гибкостью, предлагая альтернативные варианты: как недорогие измерительные устройства, так и интеллектуальные счетчики высшего класса.

Один из способов, позволяющий разработчикам счетчиков разрешить эту дилемму, состоит в использовании интегрированных систем типа СнК (система на кристалле), которые можно адаптировать в соответствии с полным спектром функциональных требований. Решения СнК обеспечивают снижение затрат, так как не требуют дискретных компонентов. Кроме того, они поддерживают широкий набор функций для интеллектуальных измерений и упрощают модернизацию систем, сводя к минимуму затраты на оборудование и эксплуатационные расходы.

### Эволюция архитектур твердотельных счетчиков

В ранних архитектурах твердотельных счетчиков для реализации требуемой функциональности использовалось множество ИС. Обычно микроконтроллер управлял системой и дисплеем, а несколько АЦП и процессор обработки сигналов с фиксированным набором функций — метрологическими задачами.

В следующем поколении счетчиков для объединения аналого-цифрового преобразования и цифровой обработки сигналов применялись специализированные метрологические заказные ИС (ASIC) крупных производителей метрологического оборудования. Однако такая архитектура по-прежнему не обеспечивала уровень интеграции и гибкость конфигурации, которые необходимы для удовлетворения потребностей динамично развивающегося рынка. Кроме того, использование заказных ИС сопряжено со значительными собственными инвестициями в исследования и разработку, а также с относительно большими затратами времени на создание каждого нового набора функциональных возможностей.

Интегрированные решения СнК позволяют преодолеть все эти трудности за счет оптимизации затрат, производительности и гибкости. Кроме того, они ускоряют вывод продукции на рынок и сокращают число используемых компонентов.

### Решения с несколькими преобразователями и с одним преобразователем

У традиционной архитектуры с несколькими преобразователями существует два недостатка: низкая точность из-за межканальных перекрестных помех и высокая стоимость компонентов. Перекрестные помехи между каналами, возникающие в таких устройствах, требуют дополнительных мер защиты аппаратных компонентов и встраиваемого ПО. К тому же, для реализации широкого диапазона аналогового входного сигнала 2000:1 приходится использовать более дорогостоящий дифференциальный режим.

Ключевой инновацией в области разработки интегрированных измерительных решений СнК стал метод Single Converter Technology® компании Teridian. Архитектура на базе такого метода рационализирует метрологические функции за счет объединения одного сигма-дельта АЦП, имеющего несколько мультиплексированных входов, и программируемого вычислителя (Computation Engine — CE) для работы в режиме реального времени. Благодаря этой технологии можно гибко настраивать вычислитель в соответствии с требованиями коммунальных компаний к измерениям, внося минимальные изменения в аппаратную инфраструктуру.

Мультиплексированные системы дешевле, чем системы с архитектурами, в которых каждому каналу выделяется отдельный АЦП. Мультиплексированные решения снижают межканальные перекрестные помехи за счет использования коммутационных схем, которые позволяют сканировать входные каналы, выбирая каждый из них по кругу для обработки с помощью одного и того же АЦП.

Мультиплексированный подход особенно хорош для таких приложений, как управление питанием при наличии нескольких сигналов, сходных по своей природе. Ключевое требование — сохранение информации о фазе между каналами. Эта возможность позволяет вычислителю CE в мультиплексированной системе производить «одновременные» измерения в различных каналах. Мультиплексированные системы СнК с единым преобразователем обеспечивают согласование коэффициентов усиления и компенсационных смещений, снижение межканальных перекрестных помех и гибкость конструкции. Все это, вместе взятое, позволяет получить недорогое решение для высокоточных измерений с более широким динамическим диапазоном (2000:1).

Дополнительным преимуществом СнК является возможность их перепрограммирования в условиях эксплуатации. Благодаря простоте обновления встраиваемого ПО вычислителя CE разработчики могут конфигурировать оборудование для измерений с использованием различных датчиков тока, таких как трансформаторы тока, катушки Роговского и токовые шунты. Это также позволяет поддерживать необходимые коммунальным компаниям технологии предотвращения несанкционированных действий.

### Требования к интеллектуальным счетчикам

#### Автоматическое считывание показаний

Системы автоматического считывания показаний обычно реализуются с использованием одного из двух методов, в зависимости от особенностей законодательства конкретной страны или региона. При первом методе реализуются относительно широкие функциональные метрологические возможности в конечной точке измерений, при использовании второго метода основное внимание уделяется снижению затрат за счет сокращения функциональности.

Как уже упоминалось выше, некоторые регулирующие органы вводят жесткие требования для предотвращения потери данных и обеспечения гарантированной точности измерений при выставлении счетов. Считывание показаний производится через относительно короткие интервалы времени (каждые 15 мин), а собранные данные пересылаются оператору через более длинные интервалы (каждые 8 ч). Однако для защиты от возможных сбоев при пересылке данных нормативы требуют, чтобы в точке измерений всегда хранилось, по крайней мере, две выборки данных. Таким образом, метрологическая микросхема должна быть способна аккумулировать данные за 16 ч.

В тех случаях, когда законодательство устанавливает менее строгие требования к процессу автоматического считывания показаний, коммунальные компании минимизируют стоимость реализации метрологических функций в счетчике (если только они не придут к выводу, что для обеспечения окупаемости необходима более широкая функциональность, позволяющая предотвратить несанкционированные действия).

В долгосрочной перспективе достичь экономики можно за счет объединения функций AMR непосредственно с метрологической системой СнК. Конечно, в бли-

жайшем будущем этот подход реализовать вряд ли удастся, главным образом вследствие разнородности методов AMR-коммуникаций. Так, данные могут передаваться с использованием обычных модемов (в стационарных сетях или сетях сотовой связи) или по линиям электропередач (PLC), при этом стоимость дополнительного оборудования может колебаться от 3 долларов США за PLC-модем до 20 долларов и выше за модемы сотовой связи.

### Возможность программирования в условиях эксплуатации

Применение метрологических микросхем более высокого класса, поддерживающих перепрограммирование в условиях эксплуатации (через встраиваемое ПО), позволяет коммунальным компаниям снижать эксплуатационные и капитальные расходы в долгосрочной перспективе. Это увеличивает срок службы инфраструктуры и помогает окупить инвестиции в интеллектуальные счетчики в рамках расчетов на базе тарифов.

Благодаря перепрограммированию в условиях эксплуатации коммунальные компании смогут более гибко менять политику в соответствии с изменением моделей использования энергии. Например, при смещении пика энергопотребления значительным количеством абонентов на другие часы или при сезонных колебаниях спроса может возникнуть необходимость скорректировать период суток, когда применяются расценки для пикового энергопотребления. Дистанционное обновление встраиваемого ПО позволяет коммунальным компаниям отслеживать изменения в модели пикового потребления и оперативно менять тарифные скидки для абонентов, чтобы сгладить пик энергопотребления.

### Услуги управления энергопотреблением

Использование интеллектуальных счетчиков позволяет коммунальным компаниям получать представление об энергопотреблении в режиме реального времени. Более того, компании смогут стимулировать абонентов к лучшему планированию собственного энергопотребления. Например, калифорнийская коммунальная компания PG&E намерена предложить абонентам расширенные возможности, такие как почасовой мониторинг энергопотребления через Интернет и корректировка модели потребления энергии, позволяющая получить преимущества тарифных скидок. Кроме того, предполагается использовать беспроводную связь интеллектуальных счетчиков с термостатами абонента. Это дает возможность с помощью неболь-

шой предварительно согласованной корректировки автоматически изменять настройки температуры в периоды пикового энергопотребления в обмен на общее снижение тарифов.

Использование интеллектуальных счетчиков позволяет реализовать в более крупных зданиях стратегии измерения энергопотребления подсетей. Один интеллектуальный счетчик с поддержкой многоканальных коммуникаций заменяет множество индивидуальных счетчиков и при этом сохраняет высокую прозрачность энергопотребления для каждого абонента.

### Механизмы безопасности

Предотвращение несанкционированных действий является еще одним ключевым стимулом использования интеллектуальных счетчиков, особенно в развивающихся странах, где кража электроэнергии является основной проблемой для коммунальных компаний. Так, например, в Бразилии, по некоторым оценкам, похищается около 40% используемой энергии.

Типичные несанкционированные действия варьируются от взлома счетчика, например путем вскрытия его корпуса и блокировки механизма, до более тонких, таких как размещение магнитов рядом со счетчиком для насыщения его магнитных компонентов. Некоторые потребители пытаются изменить характеристики нагрузки, добавляя емкость, нагрузки с однополупериодным выпрямителем или с высоким мгновенным значением тока. Другие могут обойти счетчик (полностью или частично), что может привести к возрастанию переменного тока через выводы нейтрали счетчика.

Использование современных твердотельных метрологических систем позволяет предотвращать несанкционированные действия благодаря более эффективным измерениям таких параметров, как несогласованная нагрузка (вар-часы), ток через нейтральный провод, постоянные токи, вызванные выпрямителями, а также способности обнаруживать внешние магнитные поля. Счетчики на подстанции также могут выявлять расхождение между общим количеством выставленной к оплате энергии и общим количеством выработанной энергии, а также сообщать об этом по сети AMR. Если для возмещения стоимости энергии необходимо судебное преследование, то с помощью интеллектуальных счетчиков можно собрать важнейшие улики: детальную информацию о точном времени кражи и количестве украденной энергии.

## Требования к характеристикам интеллектуальных счетчиков на уровне микросхем

### Система на кристалле

Учитывая эволюцию требований рынка, отличия в законодательствах разных стран и разнообразие подходов к реализации, можно предположить, что единое, универсальное решение создать невозможно. Однако это не так: высокоинтегрированные, гибко конфигурируемые измерительные системы SoC позволяют производителям снизить затраты на исследования и разработки и удовлетворить весь спектр рыночных требований. Такой подход позволяет реализовать архитектуру измерительных устройств, готовую к появлению будущих технологий и новых требований.

Основные особенности SoC для интеллектуального счетчика:

- Возможность гибких многопортовых коммуникаций для поддержки AMR-каналов, интеграция с локальными устройствами, например с термостатами, а также топология измерений в подсетях
- Возможность ускоренной многоканальной обработки входных данных, например, на базе метода Single Converter Technology, призванного снизить стоимость системы за счет мультиплексирования входов с помощью сигма-дельта АЦП в сочетании с программируемым вычислителем CE
- Поддержка разнообразных входных сигналов от датчиков при минимальном количестве аппаратных компонентов; возможность введения поправок на температуру или на другие параметры окружающей среды для повышения эффективности и точности
- Микропрограмма с функцией обновления в условиях эксплуатации для продления срока службы измерительной системы и динамической корректировки политики для оптимального использования энергии
- Средства мониторинга и анализа многофазных нагрузок, позволяющие управлять энергопотреблением, анализировать нагрузку и оптимизировать функции мониторинга

- Интерфейс ЖК-дисплея с поддержкой различных напряжений питания и разрешений экрана
- Различные объемы внутренней флэш-памяти, средства управления внешней памятью для поддержки широкого спектра запоминающих устройств
- Множество механизмов обнаружения несанкционированных действий для предотвращения хищения энергии; поддержка трансформаторов тока, катушек Rogowski и токовых шунтов, а также комбинированных механизмов считывания тока; датчик разрыва цепи
- Способность работать при однополярном питании в специальном режиме обнаружения несанкционированных действий при одно- и многофазных измерениях мощности
- Встроенные часы реального времени (RTC)

### Часы реального времени

Многие микросхемы аналогового интерфейса (AFE) для счетчиков содержат интегрированные часы реального времени, погрешность которых находится в разумных пределах — 60 мин в год. Такая погрешность не составляет проблемы, если счетчик подключен к интеллектуальной электросети, которая периодически синхронизирует часы реального времени. В противном случае, конечные пользователи через некоторое время столкнутся с существенными расхождениями между выставляемыми им счетами и показаниями собственных счетчиков — за исклю-

чением ситуаций, когда последние оснащены высокоточными часами реального времени.

Компания Maxim уже давно предлагает наиболее точные в отрасли устройства хронометрирования для измерительного оборудования. Часы реального времени, такие как DS3231, следят за показаниями встроенного датчика температуры и подстраивают емкостную нагрузку встроенного резонатора, чтобы компенсировать естественный температурный уход частоты эталонного резонатора. Резонатор и микросхема проходят калибровку в составе единого модуля по всему диапазону рабочих температур, что обеспечивает более высокую стабильность частоты, чем при использовании любой конкурирующей технологии. Указанная продукция превосходит требования жестких стандартов, регламентирующих точность хронометрирования в измерительных устройствах, и отличается множеством передовых функций. Наиболее важно то, что пользователю не нужно проводить калибровку, он получает высокоточное решение «прямо из коробки».

Новые часы реального времени компании Maxim на базе технологии MEMS — DS3231M — расширяют преимущества решения DS3231. Благодаря применению полностью кремниевого резонатора удастся реализовать низкую частоту и низкий ток, свойственные ИС DS3231 на базе кварцевого резонатора, но в более компактном корпусе. Кроме того, решение DS3231M отличается исключительной устойчивостью к высокотемпературным

процессам сборки, выдерживает удары и вибрации свыше 20g, а также содержит схему смещения для компенсации старения.

В основе DS3231M лежит температурно-компенсированный кремниевый генератор. Основываясь на результатах измерений встроенного в DS3231M датчика температуры, алгоритм температурной компенсации автоматически подстраивает резонансную частоту с учетом температурных воздействий. Такой подход гарантирует чрезвычайно высокую точность при изменении температуры. В отличие от ИС на базе кварцевого резонатора, DS3231M имеет уход частоты менее  $\pm 0.5$  ppm после высокотемпературной пайки оплавлением и обеспечивает стабильность частотных характеристик ( $< \pm 5$  ppm) во всем диапазоне температур от  $-40$  до  $+85^\circ\text{C}$ .

### Заключение

Описанные выше гибкие возможности решения SnK позволяют создавать самые разные метрологические устройства — от недорогих с фиксированной функциональностью до устройств высшего класса с большим объемом памяти, поддержкой перепрограммирования и высокой точностью. Благодаря такой гибкости производители счетчиков и коммунальные компании смогут по мере развития рынка интеллектуальных счетчиков адаптироваться к потребностям абонентов и предпринятиям регулирующих организаций и при этом повысить эффективность эксплуатации и рентабельность.

### Системы на кристалле снижают стоимость, упрощают разработку и повышают точность счетчиков электроэнергии

#### 71M6541D/41F, 71M6542F (однофазные) 71M6543F/43H\* (многофазные)

Высокоинтегрированные, гибкие измерительные СнК Teridian 71M6543F/43H (многофазные) и 71M6541D/41F/42F (однофазные), поддерживающие широкий спектр приложений с точностью вплоть до класса 0.2, предназначены для использования в жилых, коммерческих и промышленных помещениях. Эти приборы содержат 5-МГц 8051-совместимое микропроцессорное ядро, 32-битный вычислитель СЕ, часы реального времени (RTC) с низким энергопотреблением и цифровой термокомпенсацией, до 64 КБ флэш-памяти и 5 КБ ОЗУ, а также драйвер ЖК-дисплея. Запатентованная архитектура Single Converter Technology с одним 22-битным сигма-дельта АЦП обеспечивает беспрецедентную линейность характеристик в широком динамическом диапазоне и меньшее энергопотребление, чем реализация с несколькими АЦП. Автоматическое переключение между основным режимом питания и тремя режимами с резервным питанием от батарей гарантирует эксплуатационную надежность. Эти СнК работают в промышленном диапазоне температур: от –40 до +85°C.

71M6541D/41F поставляются в 64-выводном, а 71M6542F/43F/43H — в 100-выводном корпусе LQFP, не содержащем свинца. В измерительных СнК 71M6541D/41F/42F и 71M6543F/43H также используется запатентованная технология изоляции. Благодаря недорогим резистивным шунтам и опциональным интерфейсам с одним из изолированных АЦП Teridian (71M6601, 71M6103) отпадает необходимость в дорогостоящих громоздких трансформаторах тока. Это, в свою очередь, позволяет сократить затраты на комплектующие и использовать более компактные корпуса. Еще одним преимуществом для разработчиков станет защита счетчика от несанкционированных действий с использованием магнита и более высокая надежность.

Доступен полный набор средств разработки ПО, демонстрационных кодов и примеров разработки. Эти инструментальные средства обеспечивают быструю разработку и сертификацию счетчиков в соответствии со всеми мировыми стандартами ANSI и МЭК для измерения электроэнергии.

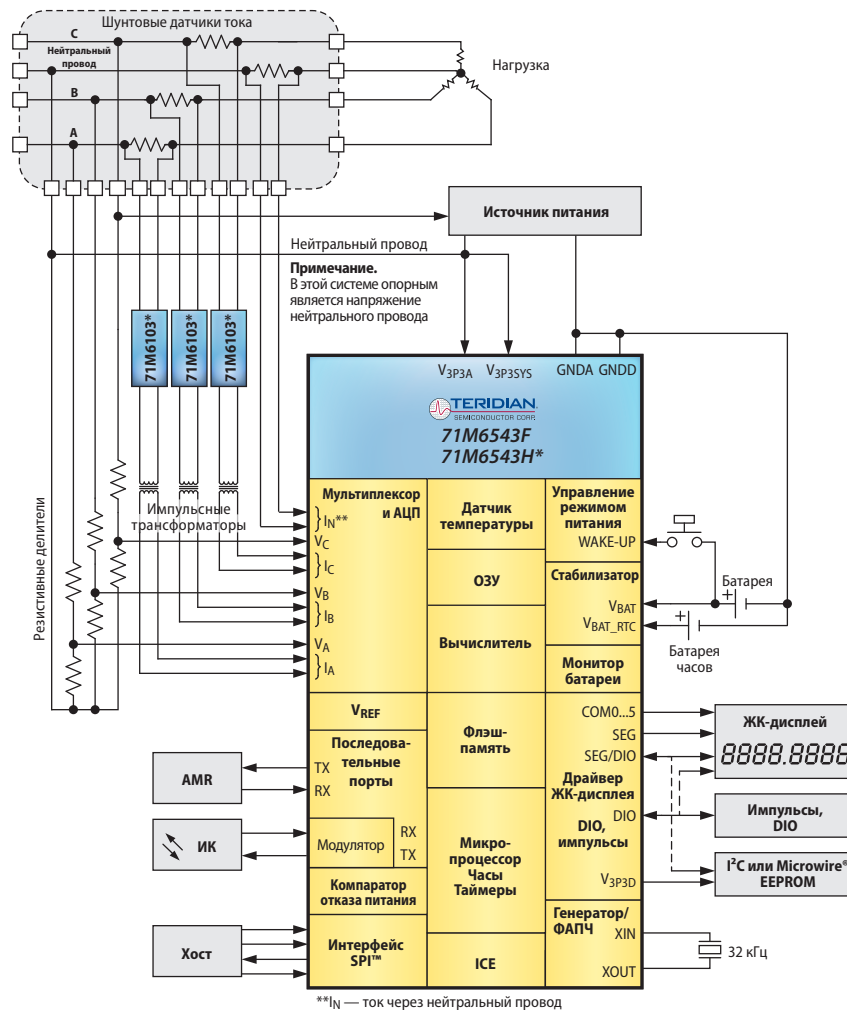
*(Блок-схема приведена на следующей странице)*

#### Преимущества

- **Точность измерений, отвечающая самым жестким мировым стандартам**
  - Превышает требования стандартов IEC 62053/ANSI C12.20
  - Точность 0.1% в диапазоне токов 2000:1
  - Соответствие классу 0.2 (71M6543H)
- **Высокий уровень интеграции и возможность программирования для удовлетворения меняющихся требований заказчиков**
  - 8-битный микропроцессор (80515); до 5 млн команд в секунду (MIPS)
  - Специализированный 32-битный вычислитель СЕ
  - 64 КБ флэш-памяти и 5 КБ ОЗУ (71M6541F/42F/43F/43H)
  - 32 КБ флэш-памяти и 5 КБ ОЗУ (71M6541D)
  - До 51 контакта цифрового ввода/вывода (71M6542F/43F/43H)
  - Драйвер ЖК-дисплея с разрешением до 336 пикселей (71M6542F/43F/43H)
  - Два универсальных приемопередатчика для ИК-управления и автоматического считывания показаний
  - Драйвер ИК-светодиода с модуляцией
- **Ускоренная разработка счетчиков**
  - Полный набор инструментальных средств внутрисхемной эмуляции (ICE) и разработки
  - Инструментальные средства разработки и внутрисхемного флэш-программирования
  - Библиотеки программ и примеры разработки
  - Инструментальные средства программирования, предлагаемые сторонними производителями, и службы поддержки
- **Повышение надежности и снижение затрат**
  - Использование шунтов вместо трансформаторов тока (Current Transformer — CT) позволяет снизить стоимость комплектующих
  - Исключение затрат на медные провода для трансформаторов тока
  - Использование шунтов позволяет уменьшить размеры корпуса счетчика
  - Использование шунтов обеспечивает устойчивость к магнитным помехам

\*Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

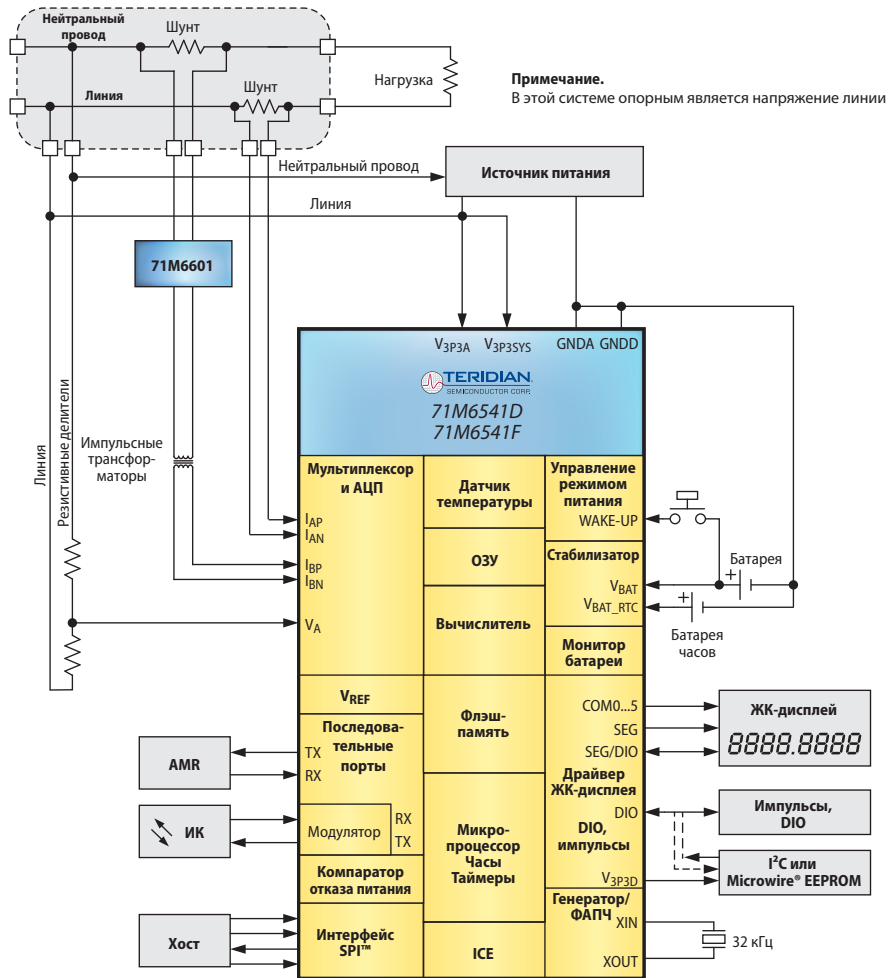
Системы на кристалле снижают стоимость, упрощают разработку и повышают точность счетчиков электроэнергии (продолжение)



Многофазные измерительные СМК 71M6543F/71M6543H идеально подходят для коммерческого и промышленного применения.

(Блок-схема приведена на следующей странице)

### Системы на кристалле снижают стоимость, упрощают разработку и повышают точность счетчиков электроэнергии (продолжение)



Однофазные измерительные СМК 71M6541D/71M6541F идеально подходят для применения в жилых помещениях и приложениях в точке нагрузки

### Высокоточные MEMS часы реального времени менее чувствительны к ударам и вибрациям, чем традиционные

#### DS3231M

DS3231M — это высокоточные часы реального времени (RTC) с резонатором на базе технологии MEMS. Они отвечают основным требованиям к точности, стабильности, потребляемой мощности и протестированы на соответствие стандартам для интеллектуальных счетчиков.

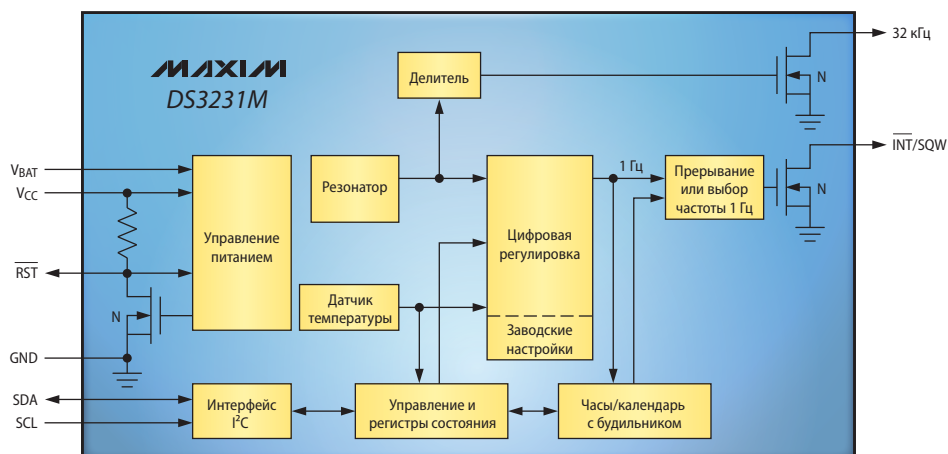
Инновационные часы реального времени обеспечивают температурно-компенсированную точность хода  $\pm 0.5$  с/день ( $< \pm 5.0$  ppm) в диапазоне температур от  $-40$  до  $+85^\circ\text{C}$ . Технология MEMS снижает чувствительность DS3231M к ударам и вибрациям по сравнению с традиционными таймерами на базе резонаторов. Это устройство менее чувствительно к дрейфу частоты (ухудшению точности) — довольно распространенному явлению, которое обусловлено старением кварцевых резонаторов.

Низкое энергопотребление DS3231M ( $< 3.0$  мкА) продлевает ресурс батареи. Автоматическое переключение между питанием от сети и питанием от батареи отвечает отраслевым требованиям, предусматривающим работу прибора от двух источников питания в качестве защитной меры на случай отключения сетевого питания.

Благодаря своей точности и стабильности микросхема DS3231M особенно хорошо подходит для многотарифных счетчиков. Это недорогое и компактное (за счет отсутствия резонатора) схемное решение для выставления счетов на основе времени суток и тарифных ставок можно разместить прямо в счетчике. Это отличный вариант для сети измерительных устройств, в которой не передается информация о времени суток, но требуется точное хронометрирование.

#### Преимущества

- **Соответствие четырем основным требованиям для синхронизации интеллектуальных счетчиков**
  - Точность ( $< \pm 5.0$  ppm)
  - Стабильность ( $< \pm 5.0$  ppm)
  - Ток потребления ( $< 3.0$  мкА)
  - Простое тестирование (выходная частота 1 Гц)
- **Исключительно надежное решение**
  - Точность  $\pm 5$  ppm на протяжении всего срока службы
  - Способность выдерживать сильные удары и вибрации:  $> 20\,000g$
  - Не требует специальных мер предосторожности при ультразвуковой очистке (в отличие от кварцевых резонаторов)
- **Защита на случай отключения питания**
  - Потребление  $< 3.0$  мкА продлевает продолжительность работы от батареи
  - Работа от двух источников питания
  - Автоматическое переключение между питанием от сети и питанием от батареи
- **Снижение затрат и экономия места**
  - Миниатюрный MEMS-резонатор позволяет исключить затраты на кварцевый резонатор
  - Не требуется калибровка пользователем, благодаря чему снижаются затраты
  - 16- и 8-выводные (3.81 мм) корпуса SO
  - Совместимость по выводам с часами реального времени DS3231S на базе кварцевого резонатора



Блок-схема часов реального времени DS3231M.



### Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
<b>Измерительные системы на кристалле (СнК)</b>			
71M6531/71M6532	Измерительные СнК для жилых помещений, включающие в себя ядро микропроцессора, часы реального времени, встроенную программируемую флэш-память и драйвер ЖК-дисплея	Несколько универсальных приемопередатчиков, интерфейс I <sup>2</sup> C/MICROWIRE, до 30 выводов DIO; поддержка 2-, 3- и 4-проводных одно- и двухфазных счетчиков для жилых помещений; механизмы предотвращения несанкционированных действий	Высокий уровень интеграции и возможность программирования в условиях эксплуатации позволяют разработчикам адаптироваться к меняющимся требованиям заказчиков, ускоряют вывод продукции на рынок и снижают затраты на комплектующие
71M6533/71M6534	Многофазные измерительные СнК с 10-МГц 8051-совместимым микропроцессорным ядром; часы реального времени с низким энергопотреблением; 128 КБ флэш-памяти и драйвер ЖК-дисплея	Передовые средства управления питанием, ток в спящем режиме не более 1 мкА; выбираемые пользователем несимметричные или дифференциальные датчики тока; драйвер ЖК-дисплея большого формата	Более высокая частота дискретизации и больший объем памяти для хранения кода позволяют заказчиком расширить метрологическую функциональность и реализовать передовые функции, такие как simultaneous broadband/narrowband
71M6541D/41F/42F	Высокоинтегрированные однофазные измерительные СнК	Превосходят требования стандартов IEC 62053 и ANSI C12.20; технология встроенной гальванической развязки	Точность измерений отвечает требованиям самых жестких мировых стандартов; гибкость в выборе интерфейса
71M6543F/43H*	Высокоинтегрированные многофазные измерительные СнК	Превосходят требования стандартов IEC 62053 и ANSI C12.20; технология встроенной гальванической развязки	Значительное сокращение затрат на комплектующие и размеров корпуса за счет исключения потребности в трансформаторах тока, применяемых в многофазных конструкциях
<b>Часы реального времени (RTC)</b>			
DS3231M	Исключительно точные часы реального времени на базе технологии MEMS с интерфейсом I <sup>2</sup> C	Полностью кремниевый MEMS-резонатор; не требуется калибровка пользователем; точность хронометрирования ±5 ppm (±0.432 с/день) в диапазоне температур от -40 до +85°C	Сокращение сроков разработки; минимизация числа компонентов на производственных линиях; улучшенные характеристики старения; низкая чувствительность к ударам и вибрациям; более высокая долговременная точность
DS3231	Исключительно точные часы реального времени с интерфейсом I <sup>2</sup> C, с термостабилизированным кварцевым генератором	Точность не хуже ±2 мин/год (< ±4 ppm) в диапазоне температур от -40 до +85°C; не требуется калибровка пользователем	Однокристалльное решение повышает точность и упрощает конструкцию по сравнению с дискретными решениями, для которых обычно требуются резонатор, часы реального времени, датчик температуры, микропроцессор, а также калибровка пользователем
DS3232	Исключительно точные часы реального времени с интерфейсом I <sup>2</sup> C, с встроенным кварцевым резонатором и памятью SRAM	Точность ±3.5ppm в диапазоне температур от -40 до +85°C; 236 байт памяти SRAM с резервным питанием от батарей	Встроенная память с резервным питанием от батарей обеспечивает хранение данных, в том числе информации для выставления счета и конфигурационных настроек
DS3234	Исключительно точные часы реального времени с интерфейсом SPI, с встроенным кварцевым резонатором и памятью SRAM	Точность ±3.5ppm в диапазоне температур от -40 до +85°C; 236 байт памяти SRAM с резервным питанием от батарей	Встроенная память с резервным питанием от батарей обеспечивает хранение данных, в том числе информации для выставления счета и конфигурационных настроек
<b>Изолированные источники питания</b>			
MAX5021/22	Высокопроизводительные ШИМ-контроллеры с токовым режимом для конфигураций прямоходового/обратноходового преобразования	Универсальный источник питания (от 85 до 265 В); корпус SOT23 небольшого размера; встроенная пусковая схема	Экономия места на плате; идеальный вариант для приложений, чувствительных к уровню шума
MAX17499/500	ШИМ-контроллеры с токовым режимом и с программируемой частотой переключения	Встроенный усилитель рассогласования регулирует выходное напряжение третичной обмотки; блокировка входа при недостаточном уровне напряжения (UVLO)	Отсутствие потребности в оптроне и гарантия правильной работы при пониженном напряжении
MAX5974/75	ШИМ-контроллеры с токовым режимом и активным ограничителем, возможность работы в широком диапазоне частот	Топология активного ограничителя; стабилизация без оптрона; возможность регулировки частоты переключения в диапазоне от 100 до 600 кГц	КПД > 90%, снижение энергопотребления в синхронных источниках питания с прямоходовым/обратноходовым преобразованием; экономия места на плате и снижение затрат за счет отказа от оптрона; оптимизация магнитных и фильтрующих элементов схемы в соответствии с требованиями электромагнитной совместимости

(Продолжение на следующей странице)

\*Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

### Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
<b>DC/DC-преобразователи</b>			
MAX1725/26	12 В, сверхнизкий ток покоя $I_Q$ , линейные стабилизаторы с малым падением напряжения	Выходной ток 20 мА; ток покоя 2 мкА во всем рабочем диапазоне и при отключении; защита от обратной полярности батареи	Низкое энергопотребление в рабочем режиме продлевает ресурс батарей
MAX15062*	36 В, 300-мА DC/DC-стабилизатор с встроенными полевыми транзисторами в корпусе TDFN (2 x 2 мм)	Низкий ток покоя; внутренняя компенсация; синхронная работа; режим пропуска импульсов для неполных нагрузок	Высокий уровень интеграции и небольшая занимаемая площадь экономят до 50% общего места на плате по сравнению с конкурирующими решениями
<b>Драйверы трансформаторов</b>			
MAX256	3 Вт, полномостовой драйвер первичной обмотки трансформатора для изолированных источников питания	Обеспечивает до 3 Вт мощности для трансформатора в изолированных источниках питания	Экономия пространства на плате; упрощение схемы; облегчение реализации изолированного источника питания
MAX253	1 Вт, полумостовой драйвер первичной обмотки трансформатора для изолированных источников питания	Предназначен специально для изолированного питания интерфейсов RS-485 или RS-232	Экономия пространства на плате; упрощение схемы; облегчение реализации изолированного источника питания
MAX13256	10 Вт, полномостовой драйвер первичной обмотки трансформатора для изолированных источников питания	Обеспечивает до 10 Вт мощности, рабочее напряжение от 8 до 36 В, регулируемое ограничение тока	Экономия пространства на плате; упрощение схемы; облегчение реализации изолированного источника питания
<b>Датчики Холла</b>			
MAX9639*/40*	Одиночные датчики Холла с низким энергопотреблением	Регулируемые пороговые значения магнитного поля (MAX9639) упрощают проектирование системы; сверхнизкий ток питания — 2,6 мкА	Простое обнаружение состояния «открыто/закрыто» и одновременная экономия энергии
<b>Супервизоры</b>			
MAX6854...69	Схемы слежения за напряжением питания с ручным сбросом и сторожевым таймером	Сверхнизкий ток питания — 170 нА (тип)	Малая потребляемая мощность в рабочем режиме продлевает ресурс батареи
MAX16056...59	Схемы слежения за напряжением питания, регулирование с помощью конденсатора длительности сигнала сброса и периода срабатывания сторожевого таймера	Сверхнизкий ток питания — 125 нА (тип)	Малая потребляемая мощность в рабочем режиме продлевает ресурс батареи
<b>Источники опорного напряжения</b>			
MAX6161...68	Прецизионные, маломощные источники опорного напряжения с низким падением напряжения, с высоким выходным током; 8-выводной корпус SO	Начальная точность $\pm 2$ мВ (max); температурный коэффициент 5 ppm/°C (max)	Более высокая точность системы; уменьшение числа компонентов и места, занимаемого на плате

Список решений для интеллектуальных счетчиков, рекомендуемых компанией Maxim, приведен на веб-странице: [www.maxim-ic.com/smartmeter](http://www.maxim-ic.com/smartmeter).

\*Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.