

Обмен данными

Обзор

Электросеть без адекватных коммуникаций — это всего лишь «поставщик» мощности. Для того чтобы она стала «интеллектуальной», требуется двусторонний обмен данными.

Обмен данными позволяет энергетическим компаниям решить три основные задачи: интеллектуальный мониторинг, обеспечение безопасности и выравнивание нагрузки. Благодаря двустороннему обмену данными показания датчиков и счетчиков, расположенных по всей сети, собираются и передаются непосредственно в диспетчерскую оператору сети. За счет расширенных коммуникационных возможностей оператор может активно управлять сетью.

Системы связи должны быть надежными, безопасными и недорогими. Из-за огромных масштабов электросети критическим параметром при реализации коммуникационных технологий становится стоимость. Чтобы резко снизить инфраструктурные затраты, нужно выбрать такое решение, которое позволило бы минимизи-

ровать количество модемов и концентраторов, необходимых для охвата системы в целом. В то же время выбранная технология должна обеспечивать достаточную полосу пропускания для обработки всего потока данных, пересылаемых по электросети в обоих направлениях.

Коммуникационные сети и протоколы

В коммуникационной структуре интеллектуальных сетей можно выделить три сегмента.

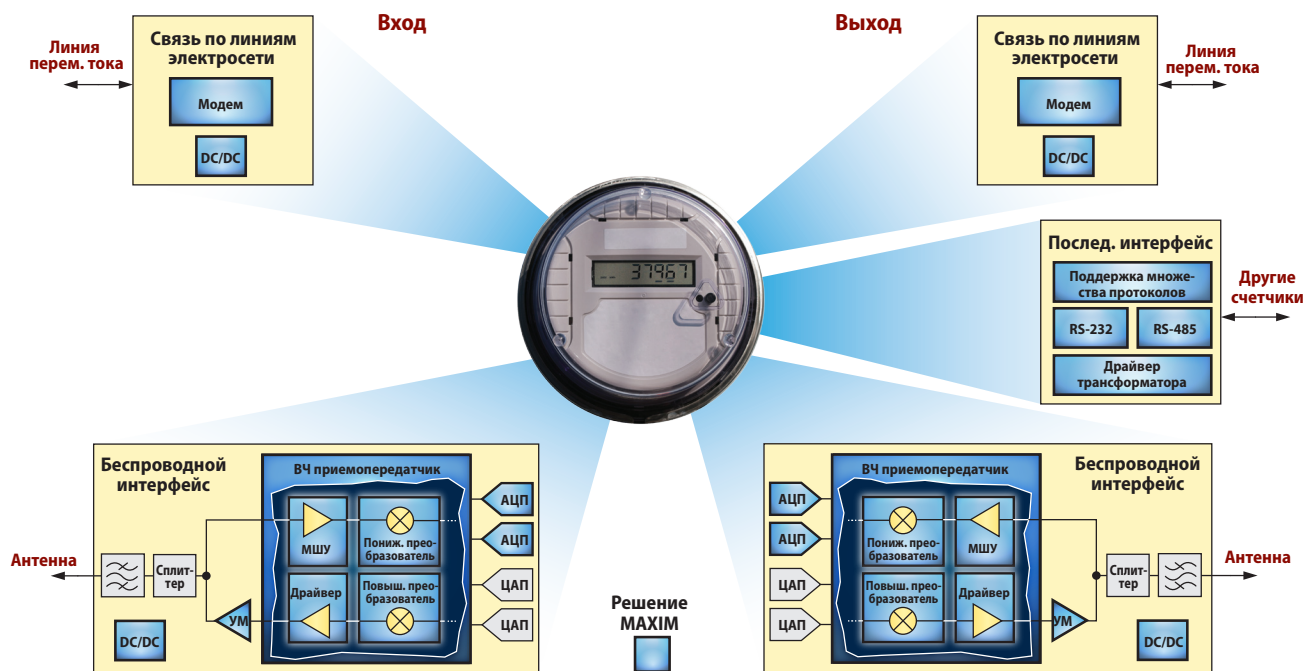
Региональная сеть (Wide area network — WAN), охватывающая протяженные территории и связывающая центр управления с местными сетями.

Местная сеть (Neighborhood area network — NAN), управляющая всей информацией, которая пересылается между региональной и домашней сетью по линиям высокого напряжения.

Домашняя сеть (Home area network — HAN), обеспечивающая связь с конечными пунктами — жилыми домами или пред-

приятиями. Все эти сегменты связаны между собой через узлы (шлюзы) — концентраторы, установленные между региональной и местной сетью, или электронные счетчики между местной и домашней сетью. Каждый из таких узлов обменивается по сети данными с соседними узлами. Концентратор аккумулирует показания счетчиков и отправляет их оператору электросети. Электронный счетчик собирает информацию о потреблении мощности в доме или на предприятии и обменивается данными со шлюзом домашней сети или сам функционирует как шлюз.

В каждом сегменте сети могут использоваться различные коммуникационные технологии и протоколы в зависимости от среды передачи данных и их объема. Помимо выбора архитектуры между беспроводной связью и связью по линиям электросети (PLC), имеется широкий выбор соответствующих сетевых протоколов (см. Табл. 1).



Компания Maxim предлагает решения для обмена данными по линиям электросети, по беспроводному и последовательному интерфейсу.

Список решений, рекомендуемых компанией Maxim, приведен на веб-странице: www.maxim-ic.com/communications.

Таблица 1. Коммуникационные протоколы для интеллектуальных электросетей

Сеть	Протокол	Преимущества	Недостатки	Примечание
WAN	Беспроводной (сотовые сети 2G/3G/LTE, GPRS)	Обширная легкодоступная инфраструктура сотовых сетей; большой объем собираемых данных может передаваться на большие расстояния	Энергокомпания должна оплачивать аренду инфраструктуры сотового оператора для ежемесячного доступа; энергокомпания не владеет инфраструктурой	Беспроводной интерфейс обычно является предпочтительным вариантом
NAN	Беспроводной протокол ISM-диапазона	Большой радиус действия; возможность обходить трансформаторы	В настоящее время является проприетарным; «мертвые» зоны усложняют установку и обслуживание	Применяется в некоторых топологиях, например в США
	IEEE® 802.15.4g	Большой радиус действия; возможность обходить трансформаторы	Пока не получил одобрения в качестве стандарта	Подходит для некоторых топологий
	ZigBee®	Возможность работы от батарей благодаря низкому энергопотреблению; низкая стоимость; популярный стандарт	Низкая скорость передачи данных; очень малый радиус действия; плохая связь через препятствия	Вряд ли найдет применение в местных сетях
	PLC первого поколения (FSK, Yitran, Echelon®)	Невысокая стоимость	Низкий уровень надежности; узкая полоса пропускания	Полоса пропускания и уровень надежности не отвечают требованиям интеллектуальных электросетей
	Узкополосный OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) первого поколения	Улучшенные характеристики (дальность действия, полоса пропускания и надежность) по сравнению с протоколом FSK	Не поддерживает обмен данными через трансформаторы; не может использоваться вместе с первым поколением протоколов PLC	Не рекомендуется для новых разработок из-за высокой стоимости и проблем совместимости
	Широкополосный PLC	Высокая скорость обмена данными	Не поддерживает обмен данными через трансформаторы	Для большинства крупномасштабных реализаций стоимость инфраструктуры неприемлемо высока
	G3-PLC	Высокая надежность, передача данных на большие расстояния; поддержка обмена данными через трансформаторы; снижение стоимости инфраструктуры; высокая скорость позволяет осуществлять частый обмен данными; может использоваться вместе с протоколом FSK; открытый стандарт; поддерживает протокол IPv6	Пока не получил одобрения в качестве стандарта. (Соответствует проекту стандарта IEEE 31901.2 для передачи данных в интеллектуальных электросетях.)	Отлично подходит для местных сетей по всему миру
HAN	ZigBee	Широко распространенный стандарт, обеспечивающий низкую стоимость и малое энергопотребление	Крайне ограниченный радиус действия; плохая связь при наличии препятствий	Отличный вариант для обмена данными со счетчиками расхода воды и газа
	Wi-Fi®	Популярная технология с высокой скоростью обмена данными	Средний радиус действия; сигнал плохо проникает через стены и фундаменты зданий	Хорошо подходит для бытовых приложений, но не соответствует целям коммунальных компаний
	PLC первого поколения (FSK, Yitran, Echelon®)	Невысокая стоимость	Не подходит для использования в домашних условиях	Использование в домашних условиях маловероятно из-за высокого уровня помех
	Узкополосный OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) первого поколения	Улучшенные характеристики (дальность действия, полоса пропускания и надежность) по сравнению с протоколом FSK	Не поддерживает обмен данными через трансформаторы; не может использоваться вместе с первым поколением протоколов PLC	Не рекомендуется для новых разработок из-за высокой стоимости и проблем совместимости
	Широкополосный PLC	Широкая полоса пропускания	Малый радиус действия, недостаточный для местных сетей	Хорошо подходит для бытовых приложений, но не соответствует целям коммунальных компаний
	G3-PLC	Высокая надежность; достаточная скорость обмена данными; поддержка протокола IPv6 обеспечивает обмен данными со многими устройствами	Пока не получил одобрения в качестве стандарта. (Соответствует проекту стандарта IEEE 31901.2 для передачи данных в интеллектуальных электросетях.)	Отлично подходит для домашних сетей по всему миру

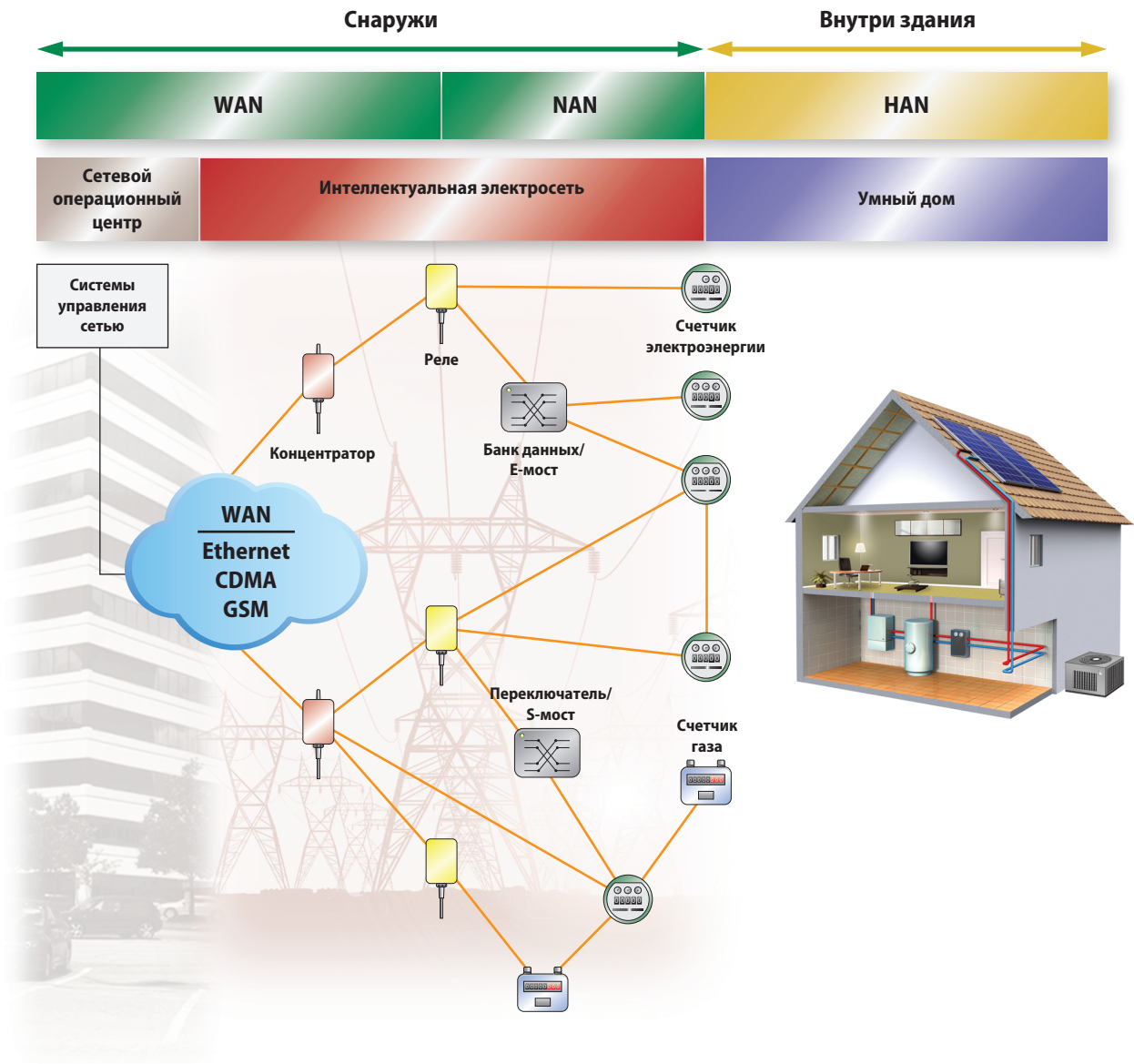
Региональная сеть представляет собой канал связи между оператором энергосети и концентратором. Она может быть реализована с помощью оптоволоконных или беспроводных средств связи на основе протокола Ethernet или сотовых протоколов соответственно. Чаще всего связь оператора энергосети и концентратора осуществляется при помощи сотовой связи или WiMAX®.

Местная сеть предназначена для связи между концентратором и счетчиком. Здесь применяются либо беспроводная связь, либо связь по линиям электросети. Используя топологию электросети и со-

ответствующие коммуникационные протоколы, концентратор обменивается данными со всеми счетчиками (как правило, от единиц до сотен устройств). На сегодняшний день стандарты для этого сегмента сети отсутствуют, поэтому большинство реализаций базируется на оригинальных беспроводных технологиях или на технологии PLC. В настоящее время ряд органов стандартизации в сотрудничестве с коммунальными компаниями и поставщиками технологий определяют стандарты для протоколов беспроводной связи и PLC. Стандарт IEEE 802.15.4g предназначен для беспроводной связи; стандарты IEEE

P1901, OPEN meter и ITU-T G.hnem — для обмена данными по линиям электросети (см. Табл. 2).

Домашняя сеть используется коммунальными компаниями для связи с устройствами внутри дома. Эта сеть способна поддерживать различные функции, например периодическое отключение кондиционеров воздуха во время пиковых нагрузок, вывод данных об энергопотреблении на домашние дисплеи или предварительная оплата по картам. Появление электромобилей/гибридных автомобилей требует специального сценария обмена данными для домашних сетей. Орга-



Архитектура системы связи в интеллектуальной электросети.

Таблица 2. Коммуникационные протоколы, рассматриваемые в различных регионах мира

Регион	WAN	NAN	HAN
Северная Америка	Сотовые сети, WiMAX	G3-PLC, HomePlug®, IEEE 802.15.4g, IEEE P1901, ITU-T G.hnem, оригинальные беспроводные, Wi-Fi	G3-PLC, HomePlug, ITU-T G.hn, Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave
Европа	Сотовые сети	G3-PLC, IEEE P1901, ITU-T G.hnem, PRIME, Wi-Fi	G3-PLC, HomePlug, ITU-T G.hn, Wi-Fi, Wireless M-Bus, ZigBee
Китай	Сотовые сети, широкополосные, WiMAX	G3-PLC, RS-485, беспроводные протоколы пока не определены	G3-PLC, RS-485, Wi-Fi, другие пока не определены
Все остальные страны	Сотовые сети, WiMAX	G3-PLC, HomePlug, IEEE 802.15.4g, IEEE P1901, ITU-T G.hnem, PRIME, RS-485, Wi-Fi	G3-PLC, HomePlug, ITU-T G.hn, RS-485, Wi-Fi, Wireless M-Bus, ZigBee, Z-Wave

ны стандартизации разрабатывают протоколы связи по линиям электросети для обмена данными с системами зарядки автомобилей.

Помимо организации обмена данными, домашние сети в интеллектуальных электросетях поддерживают одноранговую (P2P) связь между устройствами в доме, связь с портативными устройствами дистанционного управления, с пультами управления освещением, со счетчиками расхода воды и газа, а также широкополосный обмен данными.

Эти сети основаны на таких протоколах, как RS-485, ZigBee, Z-Wave® и HomePlug. При наличии в доме отдельного шлюза можно использовать дополнительные протоколы для обмена данными с бытовой техникой, термостатами и другими устройствами.

В домашних сетях возможно сосуществование альтернативных способов обмена данными, однако коммунальные компании, возможно, будут поддерживать только те технологии, которые необходимы им для реализации главных задач.

ВЧ связь

Беспроводная связь находит применение в отдельных областях для автоматического считывания показаний счетчиков (AMR). Сегодня доступно несколько оригинальных и стандартизированных беспроводных протоколов. Интерес представляет частотный диапазон от 200 МГц до 3,9 ГГц.

Для реализации ВЧ связи используются несколько блоков. Сигнал, принимаемый антенной, проходит через полосовой фильтр, который отсекает ненужные частоты. Далее сигнал поступает в тракт приема, где один или несколько понижающих преобразователей преобразуют несущую частоту в промежуточную (ПЧ), потом — в синфазный/квадратурный (I/Q) каскад и затем — в блок обработки сигналов (baseband).

Более современные архитектуры позволяют исключить один или несколько каскадов понижающего преобразования ПЧ — это архитектуры с низкой или нулевой ПЧ. В таких схемах используется либо один АЦП для оцифровки сигнала высокой или низкой ПЧ или, как правило, два АЦП для оцифровки сложного исходного (baseband) I/Q-сигнала. Выход АЦП подключен к входу процессора цифровой обработки сигналов или цифровой заказной ИС, где производится обработка сигнала. В ряде случаев для реализации высокоуровневых протоколов используется микропроцессор. При передаче обработка

сигнала производится в обратном порядке, после чего сигнал подается на антенну.

Система может быть разделена на отдельные блоки различными способами. Например, ZigBee или Maxim Simplelink предлагают реализацию ВЧ блока в виде системы на кристалле (СнК). В других случаях, например при использовании оригинальных протоколов, радиоканал может быть построен на цифровой заказной ИС и ВЧ приемопередатчике. Компания Maxim предлагает стандартные ВЧ приемопередатчики, а также заказные ИС, которые могут быть сконфигурированы в качестве приемопередатчика.

Обмен данными по линиям электросети

Обзор схем модуляции

В системах PLC в качестве среды передачи данных используются линии электросети переменного тока. Некоторые системы, например предлагаемые компанией Maxim, способны также осуществлять связь по линиям постоянного тока или по «холодному» проводу. Сегодня на рынке представлено несколько протоколов передачи данных по линиям электросети. Эти протоколы базируются на двух основных схемах модуляции: частотная манипуляция (FSK) и мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).

FSK — это более ранняя схема модуляции, которая использовалась в прошлом коммунальными компаниями для решения простейших задач, таких как эпизодическая односторонняя передача данных от счетчика к концентратору. Схема FSK имеет серьезные недостатки: если частота помех совпадает с одной из частот передачи, то приемник теряет сигнал. Поскольку при частотной манипуляции производится переключение между двумя частотами, полоса пропускания используется неэффективно, что приводит к низкой скорости обмена данными. Это неприемлемо для интеллектуальных электросетей, которым требуется двунаправленный обмен данными.

В реальных PLC-системах часто требуется подключать к одному концентратору данных несколько сотен счетчиков по высоковольтному участку сети. Для этого необходимо обеспечить обмен данными через трансформаторы низкого/высокого напряжения (LV/MV). Поскольку такие трансформаторы могут приводить к (частотно-избирательному) ослаблению сигнала на несколько десятков децибел, требуются более совершенные и надежные методы связи, чем FSK.

Модуляция OFDM уже используется во многих современных системах связи, таких как цифровое радио и телевидение, сети Wi-Fi и WiMAX, а также в ряде первых поколений узкополосных протоколов, например в PRIME. Сегодня благодаря технологии OFDM в сетях PLC удается реализовать новые замечательные функции и возможности. Среди наиболее значительных преимуществ для коммунальной отрасли — предоставление пропускной способности, необходимой для «встраивания» в электросеть интеллектуальных функций, и одновременное соблюдение жестких ограничений по цене.

Усовершенствования, предлагаемые технологией G3-PLC

Технология G3-PLC позволяет оптимально использовать полосу пропускания благодаря OFDM-модуляции. При OFDM-модуляции для передачи данных задействовано множество несущих, что позволяет эффективно устранить помехи на конкретной частоте или исключить частотно-избирательное ослабление сигнала. Модуляция не только повышает надежность передачи, но и позволяет значительно увеличить объемы передаваемых данных.

К тому же, эффективное использование спектра при OFDM-модуляции позволяет задействовать передовые методы канального кодирования. Для достижения максимальной надежности передачи данных в неблагоприятных условиях, свойственных линиям электросети, компания Maxim предлагает решения, в которых наряду с OFDM-модуляцией применяется усовершенствованное канальное кодирование. Чтобы гарантировать надежную передачу данных, используется два уровня кодирования (сверточное и Рида-Соломона) с коррекцией ошибок. Кроме того, для снижения чувствительности к импульсным помехам и для защиты от пакетных ошибок данные перемежаются как во временной, так и в частотной области несущих OFDM.

Технология следующего поколения G3-PLC компании Maxim обеспечивает дополнительные возможности:

- Безопасность на MAC-уровне с использованием механизма шифрования AES-128
- Протокол ячеистой маршрутизации (mesh routing) для определения наилучшего пути между сетевыми узлами

- Адаптивное распределение тональных частот для оптимального использования полосы пропускания
- Устойчивый к ошибкам режим работы (robust mode) для улучшения обмена данными в условиях зашумленных каналов
- Оценка канала для выбора оптимальной схемы модуляции между соседними узлами
- Возможность совместного использования с более старыми системами S-FSK

Технология G3-PLC настолько надежна, что передачу данных через трансформаторы можно осуществить с помощью недорогого соединителя. Благодаря этому сокращается количество концентраторов в интеллектуальных электросетях, снижаются затраты на реализацию систем, а PLC становятся конкурентоспособными по сравнению с усовершенствованными беспроводными измерительными инфраструктурами (AMI) и даже превосходят их с точки зрения стоимости. Передача данных на расстояния до 6 км по высоковольтным и низковольтным сетям позволяет вести мониторинг удаленных точек. Полную спецификацию G3-PLC, а также спецификации для уровней PHY и MAC можно загрузить с веб-страницы: www.maxim-ic.com/G3-PLC.

Компания Maxim предлагает как высокочастотные, так и низкочастотные наборы микросхем PLC для применения в интеллектуальных электросетях. Для передачи данных в спектре, согласованном с мировыми стандартами спектральной плотности мощности для систем PLC (частота ниже ~500 кГц в CENELEC®, FCC и ARIB), рекомендуется использовать узкополосную OFDM-модуляцию.

Последовательный обмен данными

Передача данных на большие расстояния в зашумленных средах

В средах с высоким уровнем шума и неблагоприятными условиями, таких как многоквартирные жилые дома или промышленные установки, для реализации недорогой и надежной коммуникационной сети может использоваться архитектура шины RS-485. Благодаря дифферен-

циальному характеру передачи сигналов шина RS-485 менее восприимчива к внешним помехам. Более того, спецификация RS-485 поддерживает многоточечные конфигурации, тем самым позволяя подключать множество счетчиков к одной шине.

Например, шина RS-485 может использоваться в многоквартирных домах для передачи показаний квартирных счетчиков к центральному блоку, с последующим считыванием собранной информации по беспроводному или PLC-каналу. Аналогичный подход применим и на промышленных предприятиях, где требуется учет энергопотребления различных подразделений.

Выбор приемопередатчика RS-485

Чтобы обеспечить высокое качество сигнала при передаче на большие расстояния в зашумленных средах, необходимы приемопередатчики со следующими характеристиками.

Защита от электростатического разряда — для предотвращения повреждений приемопередатчика при использовании и подключении.

Отказоустойчивая схема — для защиты устройства от обрыва в цепи или от короткого замыкания.

Ограничение скорости нарастания выходного напряжения — для снижения уровня электромагнитных излучений и уменьшения числа ошибок при передаче данных.

Поддержка «горячей» замены — для устранения возможности передачи ошибочных данных в моменты включения питания или при горячем включении приемопередатчика в работу.

Изоляция — для защиты от бросков напряжения, «земляной петли», грозовых разрядов и т.п.

Функция AutoDirection — для уменьшения числа используемых оптронов, поскольку исключается необходимость в изолированном канале управления.

Защита от попадания ±80 В — для отказа от использования внешних компонентов, таких как самовосстанавливающиеся предохранители и стабилитроны.

Двухточечное соединение с приемопередатчиками RS-232

Протокол RS-232 предназначен для организации обмена данными между двумя устройствами на небольших расстояниях. Разработчики обычно используют порт RS-232 для двухточечного подключения счетчика коммунальных услуг к компьютеру, удаленному дисплею или модему.

Поскольку порт RS-232 работает лишь часть времени, он должен содержать схему автоматического отключения питания для экономии энергии. Кроме того, разработчикам необходимы устройства с улучшенной защитой от электростатического разряда во избежание повреждений в процессе использования.

Приборы семейства Maxim RS-232 объединяют в себе патентованную технологию AutoShutdown™ и надежную защиту от электростатического разряда, высокие скорости обмена данными и небольшое посадочное место — все, что, как правило, требуется от приемопередатчика RS-232.

Приемопередатчики с поддержкой множества протоколов обеспечивают гибкость разработки

В тех случаях, когда необходимые протоколы заранее неизвестны или когда требуется гибкая поддержка нескольких протоколов, мультипротокольные приемопередатчики Maxim обеспечивают возможность использования платы с одной и той же компоновкой для обмена данными как по протоколу RS-232, так и по протоколу RS-485. Это экономит время, так как одна схема позволяет удовлетворить различные требования рынка, и каждая плата может быть легко запрограммирована в процессе производства в соответствии с необходимым протоколом.

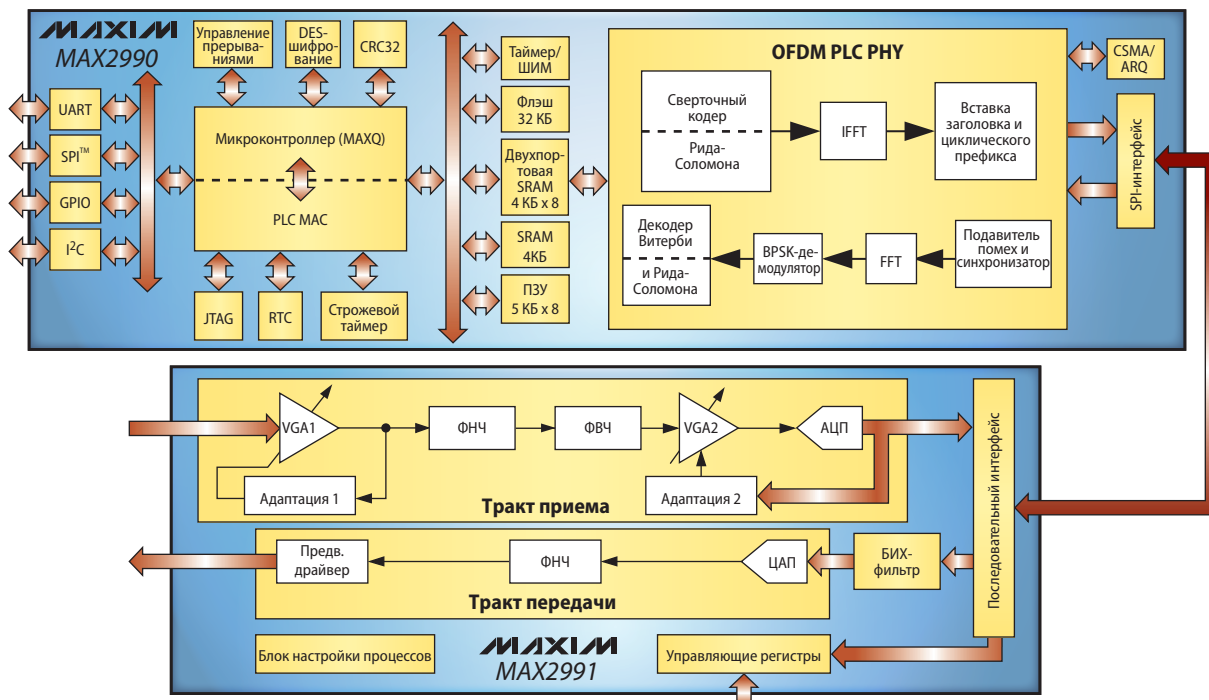
Набор микросхем PLC, работающий на базе OFDM-модуляции, кардинально повышает надежность и скорость обмена данными по электросети

MAX2990/MAX2991 (G3-PLC Lite)

Модем MAX2990 и микросхема аналогового интерфейса (AFE) MAX2991 составляют набор микросхем PLC, который обеспечивает надежный обмен данными на больших расстояниях. MAX2990 — это высокоинтегрированная система на кристалле (СнК), которая объединяет микросхемы физического (PHY) уровня, контроллер доступа к среде передачи данных (MAC) и 16-битное ядро MAXQ® микроконтроллера компании Maxim. MAX2991 представляет собой современную автономную ИС, оснащенную двухкаскадной системой автоматической регулировки усиления (APU) с динамическим диапазоном 62 дБ и встроенными программируемыми фильтрами. Обе ИС работают в частотных диапазонах CENELEC, FCC и ARIB.

Преимущества

- **Надежная передача данных на большие расстояния**
 - Скорость обмена данными до 100 Кбит/с при частотах от 10 до 490 кГц; 32 Кбит/с при частотах от 10 до 95 кГц
 - Встроенная система АРУ с динамическим диапазоном 62 дБ и схемой компенсации смещения по постоянному току
 - Поддержка прямого исправления ошибок (FEC), CRC16 и CRC32
 - Схема CSMA/CA для управления трафиком в сетях, содержащих множество узлов
 - Автоматическое повторение запроса (ARQ) для повышения надежности передачи данных
- **Высокий уровень интеграции, позволяющий сократить затраты на комплектующие и сроки разработки**
 - Встроенный полосовой фильтр выбора частоты, усилитель с регулируемым коэффициентом усиления (VGA) и 10-битный АЦП для тракта приема (Rx)
 - Встроенный полосовой фильтр для формирования сигнала, программируемый предварительный драйвер и 10-битный ЦАП для тракта передачи (Tx)
- **Встроенная поддержка протоколов безопасности для предотвращения несанкционированных действий**
 - Высокоскоростной механизм шифрования DES/3DES



Блок-схемы ИС MAX2990 и MAX2991.

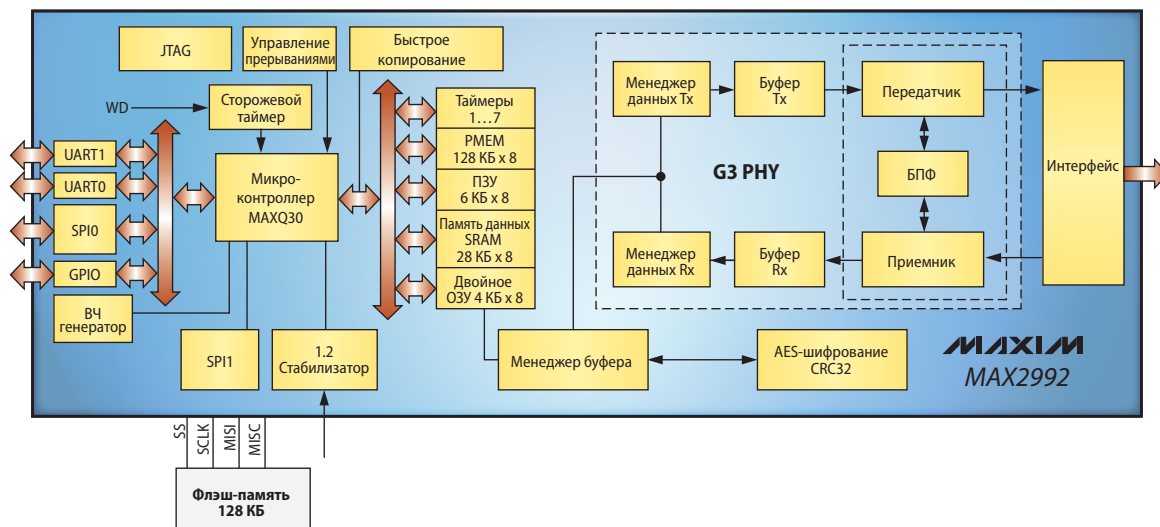
PLC-модем нового поколения, использующий OFDM-модуляцию, повышает надежность сети и расширяет зону покрытия по сравнению с модемами предыдущего поколения

MAX2992 (G3-PLC)

Модем MAX2992 улучшает передачу данных на большие расстояния за счет более широких возможностей передачи данных через трансформаторы. Эта высокоинтегрированная система на кристалле (СнК) объединяет микросхему физического (PHY) уровня, контроллер доступа к среде передачи данных (MAC) и 32-битное ядро MAXQ микроконтроллера компании Maxim. Для повышения надежности по сравнению с модемами предыдущих поколений добавлено два уровня прямого исправления ошибок (FEC); кроме того, имеется обратная совместимость с более ранними технологиями PLC на базе частотной манипуляции. MAX2992 работает в частотных диапазонах CENELEC, FCC и ARIB. При объединении с MAX2991 может быть реализован полный PLC-модем.

Преимущества

- **Надежная передача данных на большие расстояния**
 - Эффективная скорость обмена данными до 225 Кбит/с на частотах от 10 до 490 кГц; эффективная скорость обмена данными 44 Кбит/с на частотах от 10 до 95 кГц (298 Кбит/с максимально)
 - Функция адаптивного распределения тональных частот осуществляет мониторинг подканалов и автоматически выбирает оптимальные параметры передачи данных
 - FEC, CRC16 и CRC32
 - Схема CSMA/CA управляет трафиком в сетях, содержащих множество узлов
 - Автоматическое повторение запроса (ARQ) для повышения надежности передачи данных
 - Высокоскоростной механизм шифрования AES-128 обеспечивает высокий уровень защиты данных
- **Снижение стоимости системы**
 - Передача данных на большие (6 км) расстояния позволяет уменьшить количество повторителей
 - Связь через трансформаторы позволяет сократить количество концентраторов данных
 - Обратная совместимость с решениями на базе FSK улучшает возможности совместного использования сетей
- **Полная поддержка IPv6-адресов позволяет расширить адресное пространство системы на все домашние устройства**
 - Реализация адаптационного уровня 6LoWPAN с поддержкой протокола IPv6



Блок-схема модема MAX2992.

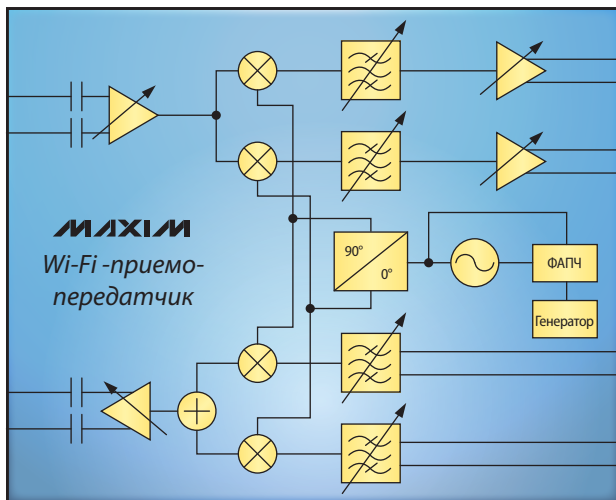
Приемопередатчики Wi-Fi обеспечивают связь на самых дальних расстояниях

MAX2830/MAX2831/MAX2832

ВЧ приемопередатчики MAX2830/MAX2831/MAX2832 поддерживают стандарты беспроводной связи в нелицензируемом диапазоне частот 2.4 ГГц. Линейка Wi-Fi-продукции компании Maxim включает OFDM-приемопередатчики прямого преобразования с нулевой ПЧ, которые отличаются лучшими в своем классе рабочими характеристиками, позволяющими осуществлять обмен данными на предельных расстояниях. Возможна также поддержка заказных частотных диапазонов для нестандартных приложений и приложений, работающих на нескольких частотах.

Преимущества

- **Соответствие приемопередатчиков отраслевым стандартам упрощает и ускоряет разработку**
 - Поддержка стандартов IEEE 802.11b/g обеспечивает подключение к огромной экосистеме устройств в домашних сетях
- **Низкий уровень шума и высокая чувствительность позволяют создавать более масштабные сети**
 - Низкий коэффициент шума (2.6 дБ) и высокая чувствительность приемника (–76 дБм) гарантируют максимальный радиус действия
- **Встроенные фильтры исключают потребность во внешнем ПАВ-фильтре, сокращают количество используемых компонентов и стоимость системы**
 - Встроенный усилитель мощности +18.5 дБм уменьшает количество комплектующих и занимаемую площадь печатной платы

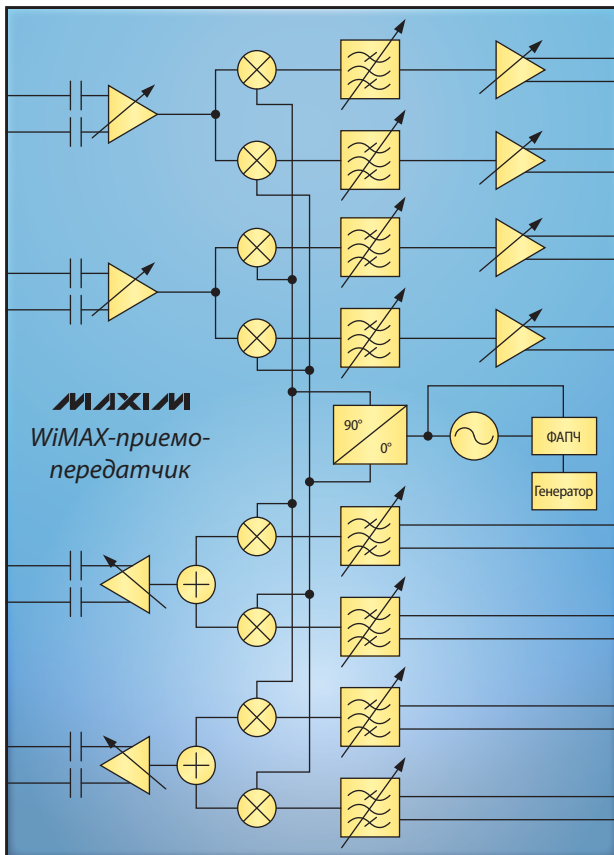


Блок-схема Wi-Fi-приемопередатчиков Maxim.

Приемопередатчики WiMAX увеличивают радиус действия и пропускную способность для ускорения доступа к данным

MAX2839/MAX2842

ВЧ WiMAX-приемопередатчики MAX2839/MAX2842 обеспечивают гибкость, необходимую для поддержки стандартов беспроводной связи в лицензируемых частотных диапазонах 2 ГГц и 3 ГГц. WiMAX-продукция компании Maxim — это MIMO OFDM-приемопередатчики прямого преобразования с нулевой ПЧ, использующие архитектуру с двумя приемниками для повышения пропускной способности канала передачи данных и увеличения радиуса действия. Возможна также поддержка заказных частотных диапазонов для нестандартных приложений и приложений, работающих на нескольких частотах.



Блок-схема приемопередатчиков WiMAX компании Maxim..

Преимущества

- **Большой радиус действия благодаря лучшим в своем классе рабочим характеристикам**
 - Самый низкий коэффициент шума (2.3 дБ) позволяет увеличить радиус действия на 18% по сравнению с ближайшими конкурентами
- **Самый миниатюрный приемопередатчик WiMAX, который можно разместить в самых компактных системах**
 - Миниатюрный (3.6 × 5.1 мм) корпус (MAX2839AS)
- **Покрывание всех глобальных частотных диапазонов с технологией MIMO**
 - От 2.3 до 2.7 ГГц с поддержкой 1×2 MIMO (MAX2839)
 - От 3.3 до 3.9 ГГц с поддержкой 2×2 MIMO (MAX2842)

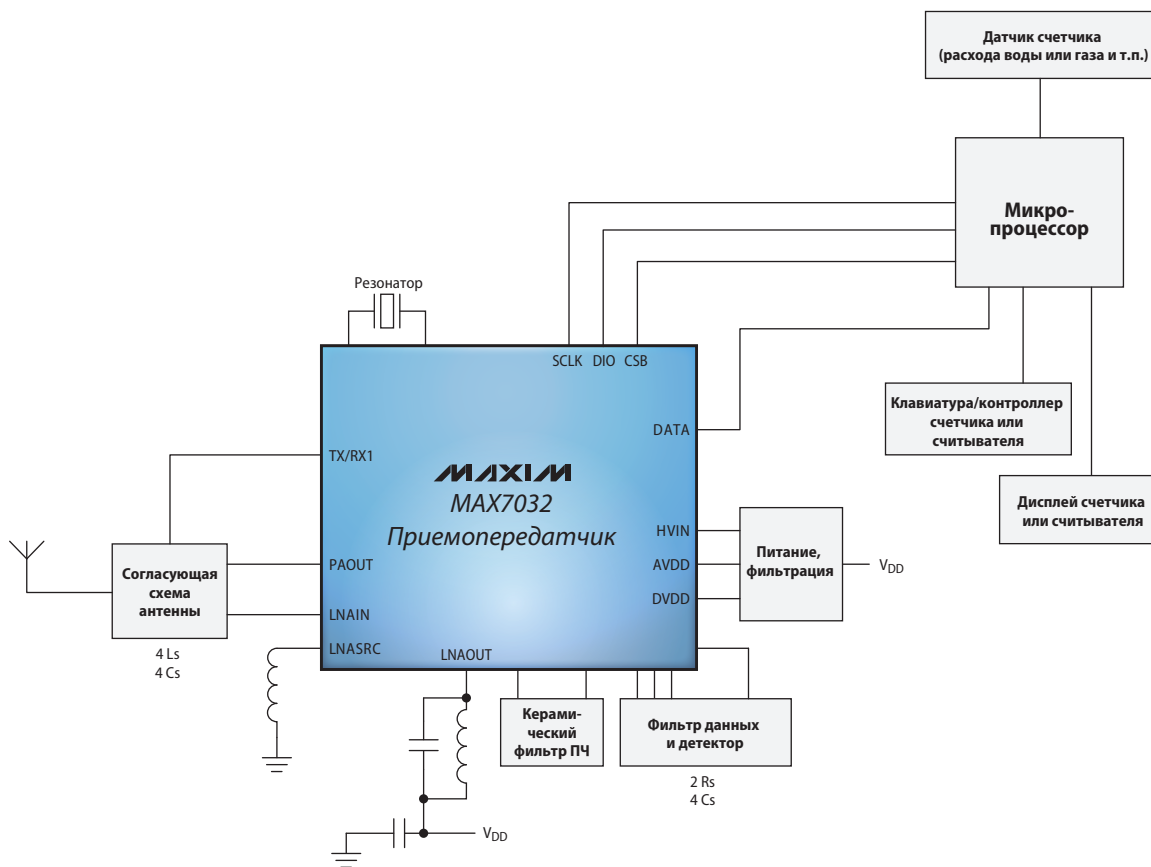
Приемопередатчик диапазона ISM (от 260 до 470 МГц) для домашних и местных сетей способен работать от батарей до семи лет

MAX7032

Приемопередатчик MAX7032 — это недорогое решение с низким энергопотреблением для одно- и двустороннего обмена данными со счетчиками в домашних и в некоторых местных сетях. Приемопередатчик использует не требующие лицензирования низкочастотные полосы радиосвязи в США (260...470 МГц) и в Европе (433.05...434.79 МГц). Простая схема модуляции (амплитудная или частотная манипуляция), превосходная чувствительность, широкий диапазон скоростей передачи данных и низкий ток потребления делают этот прибор идеальным вариантом для местной радиосвязи и сетевых подключений в указанных частотных диапазонах. Приемопередатчик может обеспечить энергетический запас канала связи более 120 дБ; таким образом, он способен поддерживать связь на открытой равнинной местности на расстоянии 1 км или связь между счетчиком воды, установленным в подвале, и локальным концентратором. MAX7032 отличается достаточной гибкостью для реализации множества стандартов обмена данными в интеллектуальных электросетях.

Преимущества

- **Продление ресурса батарей**
 - Низкий ток в активном (< 7 мА Rx, < 12 мА Tx) и выключенном (< 1 мкА) состояниях увеличивает ресурс батареи
 - Программируемые циклы отключения/возобновления работы приемника для дополнительной экономии электроэнергии
- **Компактный радиомодуль для измерительных устройств небольшого размера**
 - Миниатюрный (5×5 мм) корпус TQFN
- **Устойчивая связь внутри зданий**



Блок-схема системы с использованием MAX7032.

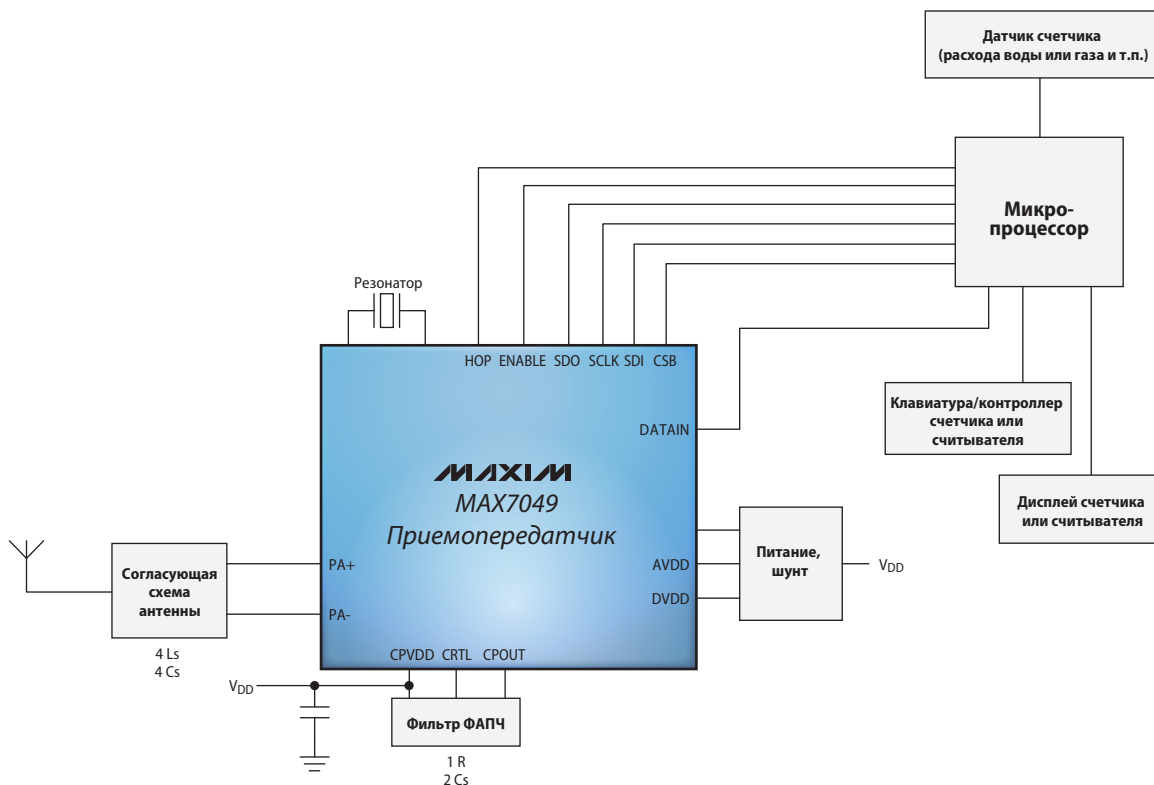
НЧ/ВЧ передатчик для домашних/местных сетей способен работать от батарей до семи лет

MAX7049

ASK/FSK-передатчик MAX7049 представляет собой недорогое решение с низким энергопотреблением для одностороннего обмена данными со счетчиками в домашних и в некоторых местных сетях. Передатчик работает в нелегализуемых НЧ и ВЧ диапазонах радиосвязи, используемых в США и Европе, что обеспечивает высокую гибкость. Модуляция сигналов по методу амплитудной или частотной манипуляции уменьшает ширину полосы передаваемого сигнала, позволяя использовать больше частотных каналов. Широкий выбор скоростей обмена данными и низкий ток нагрузки делают эту ИС идеальным вариантом для местной радиосвязи и сетевых подключений. Данная ИС обладает достаточной гибкостью для работы с множеством коммуникационных стандартов интеллектуальных электросетей и совместима с режимами S и T европейского стандарта M-Bus.

Преимущества

- **Продление ресурса батарей**
 - Низкий ток в активном (< 35 мА) и выключенном (< 0.5 мкА) состоянии продлевает ресурс батареи
- **Низкая стоимость комплектующих**
 - Требуется только кварцевый резонатор и согласующие компоненты
- **Устойчивая связь внутри зданий**
 - Максимальная допустимая мощность передатчика (25 мВт) соответствует европейскому стандарту ETSI



Блок-схема системы с использованием MAX7049.

Опыт разработки и производства ВЧ компонентов позволяет создавать специализированные решения для интеллектуальных электросетей с учетом конкретных требований заказчиков

Услуги в изготовлении заказных ИС

Компания Maxim изготавливает заказные специализированные ИС (ASIC) для удовлетворения конкретных требований ваших приложений. Возможны гибкие варианты контрактов: от производства ИС под заказ до готовых под ключ решений и проектов совместной разработки. Наши решения для интеллектуальных электросетей:

- **Беспроводные системы связи; управление распределением ресурсов**
 - Приемопередатчики WiMAX и модифицированный WiMAX
- **Автоматическое считывание показаний; диагностика отказов**
 - Приемопередатчики FSK, ASK, OFDM, DSSS
- **Усовершенствованные измерительные инфраструктуры**
 - Приемопередатчики WiFi, ZigBee/802.15.4
- **Оригинальные решения**
 - ВЧ/беспроводные приемопередатчики для частот от 400 МГц до 5 ГГц

Преимущества

- **Опыт компании Maxim гарантирует успех вашим решениям с первой же производственной партии**
 - Опыт разработки и производства заказных ИС более 15 лет
 - Богатый выбор существующих аналоговых и ВЧ решений ускорит вывод вашей продукции на рынок
- **Собственные технологии производства обеспечат оптимальное соотношение между ценой и производительностью**

www.maxim-ic.com/ASICs

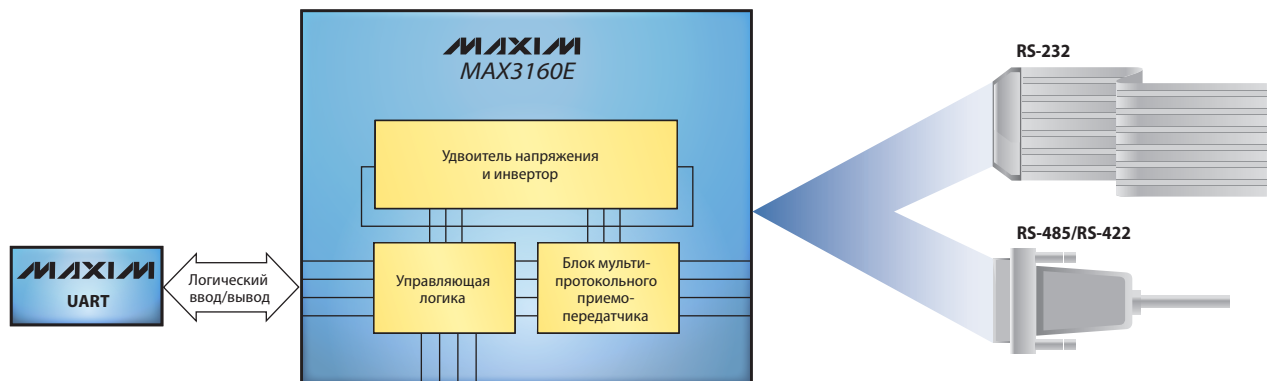
Мультипротокольные приемопередатчики позволяют в процессе работы выбирать протокол для обмена данными с электросчетчиками

MAX3160E/MAX3161E/MAX3162E

Благодаря мультипротокольным приемопередатчикам MAX3160E/MAX3161E/MAX3162E разработчики с помощью одного прибора смогут реализовать поддержку последовательного обмена данными по протоколам RS-232 и RS-485 в устройствах для измерения мощности. Возможность выбора интерфейса по логическому сигналу обеспечивает удобство и гибкость и, кроме того, позволяет в процессе производства запрограммировать любую плату на поддержку желаемого протокола. К тому же, приемопередатчики имеют усиленную защиту от статического электричества; по-настоящему отказоустойчивую схему, гарантирующую ВЫСОКИЙ логический уровень сигнала на выходе, если входы приемника разомкнуты или замкнуты; режим shutdown с потребляемым током 10 нА; ограничение тока короткого замыкания; схему отключения при перегреве, исключающую избыточное рассеяние мощности.

Преимущества

- **Адаптация к требованиям конкретного приложения без необходимости в дополнительных компонентах или в переконфигурации платы**
 - Программируемые логическим сигналом режимы обмена данными: полудуплексный или дуплексный
 - Выбираемые логическим сигналом режимы работы: RS-232 или RS-485/RS-422
- **Экономия места на плате и снижение стоимости**
 - Встроенная защита от электростатического разряда ± 15 кВ исключает необходимость во внешних компонентах для защиты схемы
 - Возможность подключения до 256 приемопередатчиков на одной шине без дополнительной последовательной шины, универсального асинхронного приемопередатчика или микропроцессора
- **Пониженное энергопотребление**
 - Первое в отрасли 3-В решение с поддержкой нескольких протоколов
 - В 5 раз более низкий по сравнению с конкурентами ток потребления и, как следствие, значительно меньшее рассеяние мощности



Блок-схема мультипротокольных приемопередатчиков компании Maxim.

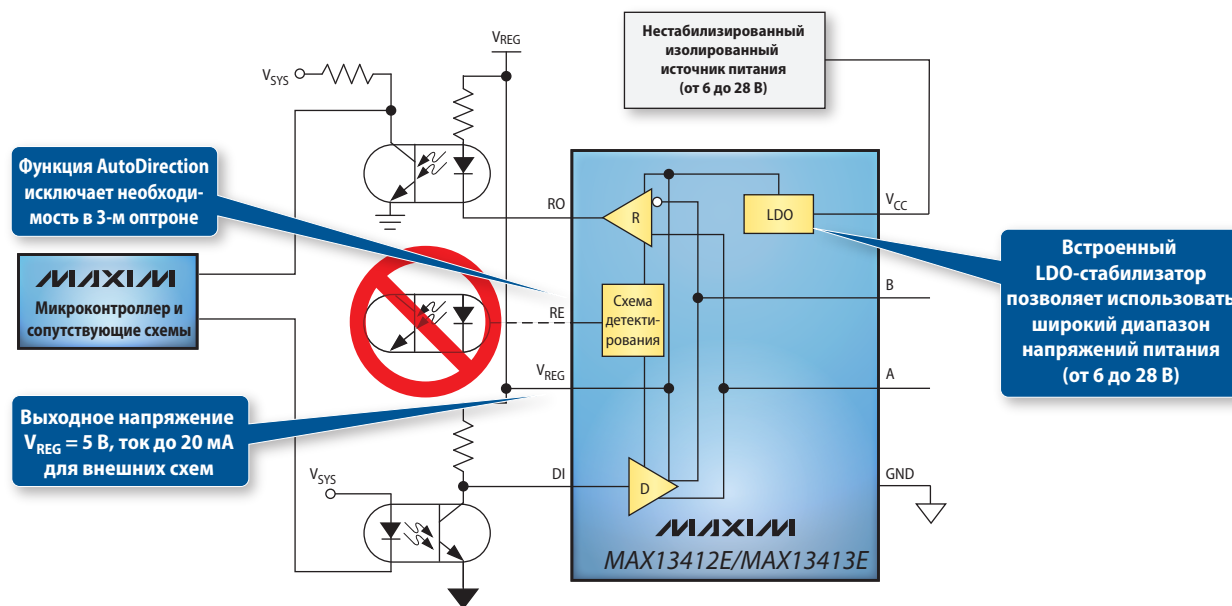
Высокоинтегрированные приемопередатчики RS-485 упрощают разработку интерфейса для электросчетчиков

MAX13412E/MAX13413E

Полудуплексные приемопередатчики MAX13412E/MAX13413E с интерфейсом RS-485/RS-422 оптимизированы для применения в схемах с изолированными электросчетчиками. Эти приборы упрощают схему за счет интеграции стабилизатора с малым падением напряжения (LDO) и цепи датчика для реализации функции AutoDirection. Благодаря встроенному LDO-стабилизатору приемопередатчики могут работать в широком диапазоне нестабилизированных напряжений (от 6 до 28 В), что упрощает разработку схемы питания. Функция AutoDirection позволяет уменьшить стоимость системы и сэкономить место на плате за счет отказа от оптрона в изолированных устройствах измерения мощности. Среди других характеристик — улучшенная защита от электростатического разряда, отказоустойчивая схема, ограничение скорости нарастания выходного напряжения и поддержка максимальной скорости передачи данных.

Преимущества

- **Функция AutoDirection обеспечивает снижение стоимости и экономию места на плате**
 - Сокращается количество оптронов, необходимых для изолированных устройств
- **Встроенный LDO-стабилизатор обеспечивает удобство проектирования, позволяя отказаться от источника стабилизированного напряжения**
 - Работа от нестабилизированного источника питания напряжением от 6 до 28 В и вывод 5 В/20 мА для внешних цепей
- **Улучшенная защита от электростатического разряда ± 15 кВ (согласно модели человеческого тела) исключает необходимость во внешних схемах ESD-защиты**
- **Входной импеданс приемника соответствует 1/8 единицы нагрузки, что позволяет установить до 256 периферийных датчиков в системе**



Блок-схема системы с использованием MAX13412E/MAX13413E.

Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
ВЧ приемопередатчики			
MAX2830/31/32	ВЧ приемопередатчики прямого преобразования с нулевой ПЧ для диапазона 2.4 ГГц стандарта 802.11g/b	Встроенный усилитель мощности, переключатель типа антенн, кварцевый генератор; лучшая в своем классе чувствительность приема (–76 дБм)	Недорогая реализация стандартов 802.11b/g, малое количество комплектующих
MAX2839	ВЧ приемопередатчики MIMO WiMAX прямого преобразования с нулевой ПЧ для диапазона 2.3...2.7 ГГц	1×2 MIMO ВЧ приемопередатчик с лучшим в своем классе уровнем шума (2.3 дБ) и линейностью характеристик; корпус TQFN 8 × 8 мм	Лучшие в своем классе рабочие характеристики, большой радиус действия, миниатюрный корпус позволяет создавать более компактные устройства
MAX2842	ВЧ приемопередатчики MIMO WiMAX прямого преобразования с нулевой ПЧ для диапазона 3.3...3.9 ГГц	2×2 MIMO ВЧ приемопередатчик с лучшим в своем классе уровнем шума (3.8 дБ) и линейностью характеристик	Лучшие в своем классе рабочие характеристики, большой радиус действия
MAX7032	ASK/FSK-приемопередатчик с низким потреблением для диапазона 300...450 МГц	Ток приемника в активном состоянии не более 7 мА; возможность программирования по интерфейсу SPI; программируемый режим сна/возобновления работы	Хорошее качество связи в зданиях, продолжительная работа от батарей
MAX7031	FSK-приемопередатчик с низким потреблением для диапазона 300...450 МГц	Ток приемника в активном состоянии не более 7 мА; возможность аппаратного или микропроцессорного управления; предварительная настройка частоты в процессе производства	Хорошее качество связи в зданиях, продолжительная работа от батарей
MAX7030	ASK-приемопередатчик с низким потреблением для диапазона 300...450 МГц	Ток приемника в активном состоянии не более 7 мА; возможность аппаратного или микропроцессорного управления; предварительная настройка частоты в процессе производства	Хорошее качество связи в зданиях, продолжительная работа от батарей
ВЧ передатчик			
MAX7049	ASK/FSK-передатчик с низким потреблением для диапазона 288...945 МГц	Мощность канала Tx до 25 мВт; возможность программирования по интерфейсу SPI; ток в выключенном состоянии не более 500 нА	Хорошее качество связи в зданиях (в том числе в диапазоне 800/900 МГц), продолжительная работа от батарей
ИС для обмена данными по линиям электросети			
MAX2981/82*	Набор микросхем HomePlug 1.0 для широкополосной связи	Скорость обмена данными до 14 Мбит/с	Надежная, высокоскоростная передача данных с гарантированной задержкой для промышленных сред
MAX2990/91 (G3-PLC Lite)	Набор микросхем OFDM PLC для узкополосной связи	Скорость передачи данных до 100 Кбит/с, надежный режим для сред с экстремальным уровнем шума; механизм шифрования DES/3DES	Более низкая стоимость реализации сети с возможностью передачи данных через трансформаторы
MAX2991/92 (G3-PLC)	Набор микросхем OFDM PLC для узкополосной связи	Механизм шифрования AES-128; адаптивное распределение тональных частот поддерживает совместную работу с протоколами FSK; схема сжатия 6LoWPAN обеспечивает поддержку протокола IPv6	Более низкая стоимость реализации сети с возможностью передачи данных через трансформаторы
Мультипротокольные приемопередатчики			
MAX3160E	Программируемый приемопередатчик 2Tx/2Rx RS-232 или 1Tx/1Rx RS-485/RS-422	Поддержка протоколов RS-232, RS-422 и RS-485; подключение до 128 устройств к шине; 20-выводной корпус SSOP	Более простое конфигурирование системы и экономия места
MAX3161E	Программируемый приемопередатчик 2Tx/2Rx RS-232 или 1Tx/1Rx RS-485/RS-422	Поддержка протоколов RS-232, RS-422 и RS-485; подключение до 256 устройств к шине; 24-выводной корпус SSOP	Более простое конфигурирование системы и экономия места
MAX3162E	Специализированный приемопередатчик 2Tx/2Rx RS-232 и 1Tx RS-485/RS-422	Поддержка протоколов RS-232, RS-422 и RS-485; подключение до 256 устройств к шине; 28-выводной корпус SSOP	Более простое конфигурирование системы и экономия места
Универсальный асинхронный приемопередатчик (UART)			
MAX3107	Одноканальный универсальный асинхронный приемопередатчик SPI/I ² C	Встроенный генератор; скорость обмена данными 24 Мбит/с; ФАПЧ; режимы отключения (shutdown)	Уменьшение стоимости и размера решения; разгрузка микроконтроллера

(Продолжение на следующей странице)

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Приемопередатчики RS-485			
MAX13442E	Приемопередатчик RS-485 с защитой от высокого напряжения	Защита от попадания ± 80 В; защита от электростатического разряда ± 15 кВ	Не требуются внешние схемы защиты
MAX13485E	Приемопередатчик RS-485 с улучшенной защитой от электростатического разряда	Защита от электростатического разряда ± 15 кВ, отказоустойчивая схема, возможность «горячей» замены	Экономия места и надежная защита
MAX3535E	Изолированный приемопередатчик RS-485 с улучшенной защитой от электростатического разряда	Надежная емкостная изоляция ± 2.5 кВ	Исключение потребности во внешних оптронах и источнике питания
MAX13412E/13E	Приемопередатчики RS-485, оптимизированные для изолированных устройств	Схема AutoDirection; встроенный LDO-стабилизатор	Минимальный размер
MAX13430E	Приемопередатчик RS-485 для систем с несколькими уровнями напряжений	Встроенный низковольтный логический интерфейс	Прямая связь с низковольтными ПЛИС и заказными ИС, исключающая необходимость схемы сдвига уровней
Драйверы трансформаторов			
MAX253	1 Вт, полумостовой драйвер первичной обмотки трансформатора для изолированных источников питания	Простое решение для создания изолированного источника питания мощностью до 1 Вт	Простая схема управления без обратной связи ускоряет разработку блоков питания и вывод продукции на рынок
MAX256	3 Вт, полномостовой драйвер первичной обмотки трансформатора для изолированных источников питания	Простое решение для создания изолированного источника питания мощностью до 3 Вт	Простая схема управления без обратной связи ускоряет разработку блоков питания и вывод продукции на рынок
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	Простая схема управления без обратной связи ускоряет разработку блоков питания и вывод продукции на рынок
Усилитель мощности (УМ)			
MAX2235	1-Вт усилитель мощности с плавным изменением чувствительности по линейному закону при включении/выключении питания для 900-МГц устройств	+30 дБм (1 Вт) — типичная выходная мощность при использовании 3.6-В источника питания, +28 дБм — от источника питания 2.7 В	Максимальный диапазон входных значений; работа непосредственно от однополярного источника питания (от 2.7 до 5.5 В) позволяет использовать данный усилитель с 3-элементной NiCd- или с 1-элементной Li+-батареями
DC/DC-стабилизатор			
MAX15062*	DC/DC-стабилизатор напряжения 36 В, 300 мА, с встроенным MOSFET	Низкий ток покоя; корпус TDFN 2 × 2 мм	Высокий уровень интеграции и небольшое посадочное место обеспечивают экономию до 50% общего места на плате по сравнению с конкурирующими решениями
Аналого-цифровые преобразователи (АЦП)			
MAX11103/05	12-битные АЦП последовательного приближения, скорость выборки 3 или 2 Мвыб./с	Отношение сигнал/шум 73 дБ; интерфейс SPI; широкая полоса пропускания 1,7 МГц; 1-канальная (SOT23) и 2-канальная (μ MAX*, TDFN) модель	Миниатюрные корпуса SOT23, μ MAX и TDFN экономят пространство; последовательный интерфейс упрощает передачу данных
MAX1379/83	12-битные АЦП последовательного приближения с одновременной выборкой (1.25 Мвыб./с)	Входы 0...5 В, 0...10 В или ± 10 В; отношение сигнал/шум 70 дБ; четыре однополярных или два дифференциальных входа; интерфейс SPI	Последовательный интерфейс позволяет снизить стоимость и размеры цифровых изолирующих компонентов

Список решений для обмена данными в интеллектуальных электросетях, рекомендуемых компанией Maxim, приведен на веб-странице: www.maxim-ic.com/communications.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.