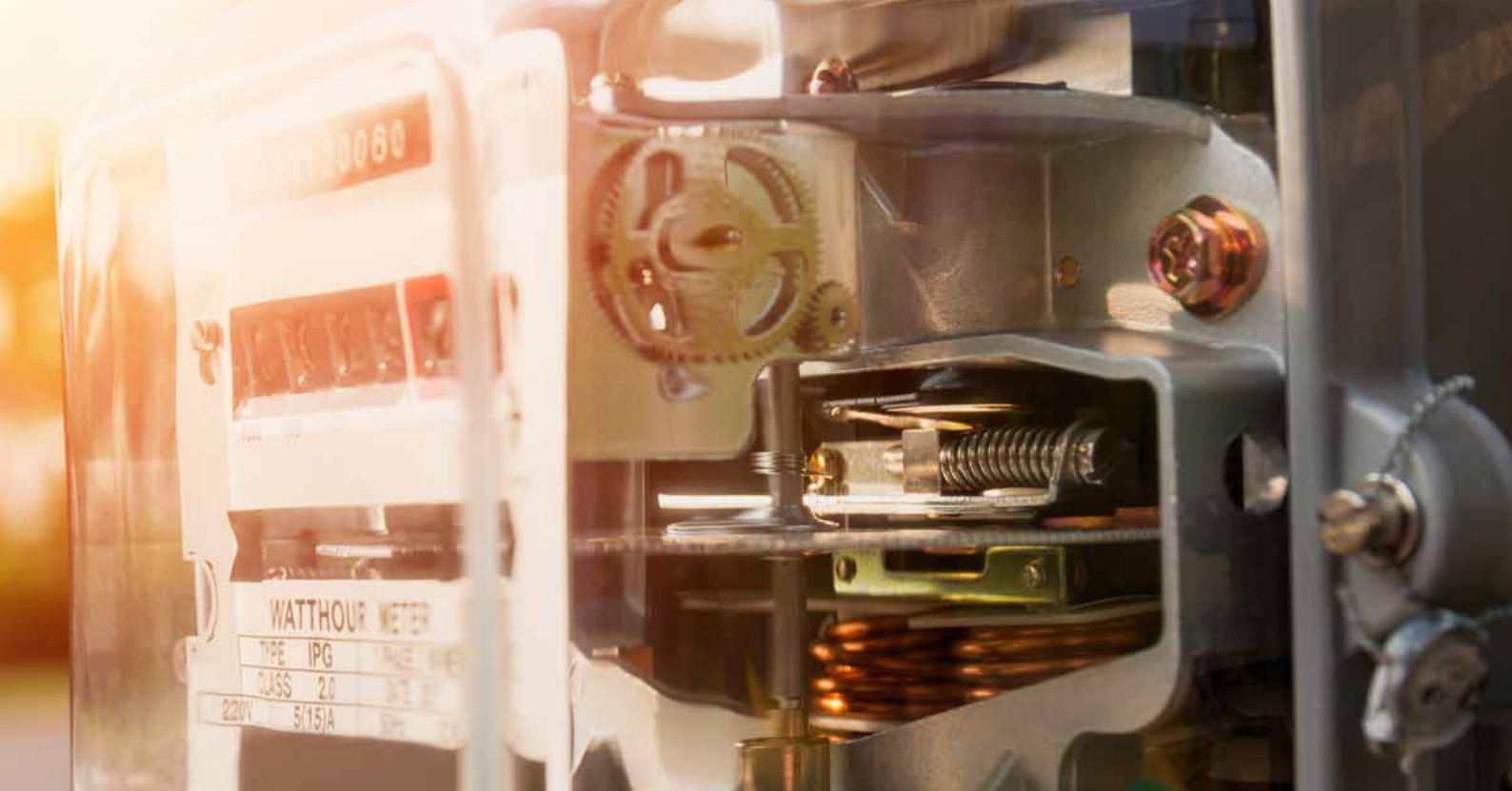




АНАЛИТИЧЕСКИЙ
ДОКЛАД

Успех разработки устройств узкополосного Интернета вещей (NB-IoT) зависит от решения трёх задач

Полное соответствие устройств и систем NB-IoT требованиям применения в промышленном Интернете вещей возможно только при решении следующих задач: обеспечение длительного времени автономной работы устройств, стабильного соединения с сетью и приемлемой стоимости.

Датчики, не требующие обслуживания, все чаще используются в устройствах IoT не только в потребительских приложениях, таких как освещение дома и системы безопасности, но и в промышленных приложениях, таких как управление энергоснабжением и предоставлением коммунальных услуг, контроль оборудования и межмашинный обмен данными. Это открывает мир новых возможностей для промышленного Интернета вещей (IIoT), но одновременно создает и серьезные проблемы. Большинство современных беспроводных технологий не удовлетворяют требованиям быстро развивающегося промышленного Интернета вещей в части дальности действия, потребляемой мощности устройств и скорости передачи данных.

В настоящее время разработана энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия (LPWAN), удовлетворяющая этим требованиям, но известные реализации этой технологии пока далеки от совершенства с точки зрения безопасности и надёжности. В технологии промышленного Интернета вещей, особенно в критически важных приложениях, это неприемлемо. Кроме того, данные реализации несовместимы с существующей инфраструктурой, что часто приводит к повышению эксплуатационных расходов. Узкополосный Интернет вещей (NB-IoT) – это новейшая технология LPWAN, специально созданная для устранения указанных недостатков и оптимизированная для использования в приложениях IIoT, таких как интеллектуальный учёт и интеллектуальные сети, где чрезвычайно важны большая дальность действия и возможность масштабирования для очень большого количества устройств. Полная адаптация устройств и систем NB-IoT для успешного использования в IIoT возможна только при решении трёх основных задач.

Основы узкополосного Интернета вещей (NB-IoT)

В узкополосном Интернете вещей, описание которого приведено в 13-м релизе стандарта 3GPP, значительно снижено энергопотребление пользовательских устройств, а также повышена пропускная способность системы и эффективность использования спектра, что очень важно в отдалённых районах со слабой сетевой инфраструктурой и в зданиях, конструктивные особенности которых способствуют сильному затуханию радиосигнала. Для широкого круга приложений устройства должны работать от батареи в течение более 10 лет. В отличие от технологий LTPA, узкополосный Интернет (NB-IoT) использует лицензируемые частоты и может работать с устаревшими технологиями широкополосной сотовой связи, такими как LTE, UMTS и GSM. Это позволяет воспользоваться функциональными возможностями обеспечения безопасности и конфиденциальности мобильных сетей, такими как идентификация пользователя, аутентификация объекта, защита и целостность данных, идентификация мобильного оборудования.



Задача 1: обеспечение продолжительного времени автономной работы устройства

В любом беспроводном IoT-устройстве большую роль играет время его работы от батареи. Важно отметить, что применение удалённых беспроводных датчиков в IIoT обеспечивает взаимодействие между миллиардами устройств, не ограниченное доступом к сети переменного тока.

Одной из основных целей стандарта NB-IoT является снижение энергопотребления устройств по сравнению с технологиями широкополосной сотовой связи. В системах узкополосного Интернета вещей повторно используется готовая инфраструктура, которая позволяет обеспечить непосредственное соединение устройств с сетями операторов. Это открывает доступ к улучшенному общенациональному покрытию с дополнительными услугами, такими как мобильность, роуминг, безопасность и аутентификация. Для экономии энергопотребления используется режим приема по прерываниям (DRX) в различных реализациях. Основная идея заключается в том, что в нерабочие периоды модем отключается.



В NB-IoT максимальное время автономной работы устройства составляет порядка 10 лет для приложений с небольшими пакетами данных (десятки байтов на пакет), которые передаются нерегулярно. Увеличение времени автономной работы устройств важно для многих приложений IoT, в которых используются недорогие необслуживаемые датчики. В идеальном случае, чтобы избежать дорогостоящего обслуживания, батарея должна работать в течение всего срока службы устройства.

Одна из серьезных проблем заключается в том, что на время автономной работы устройства NB-IoT значительно влияет покрытие сети. Если покрытие слабое, для успешной передачи данных потребуется несколько повторных циклов передачи. Чем больше таких событий приема/передачи, тем больше длительность рабочих циклов IoT-модемов и выше энергопотребление. Дополнительные повторы передач из-за неправильной конфигурации или реализации сети приводят к аналогичным результатам. В зданиях с сильным затуханием радиосигнала различие покрытий, обеспечиваемых разными операторами, достигает нескольких десятков децибел, что эквивалентно нескольким годам автономной работы IoT-устройства, находящегося в этом месте. Поскольку многие беспроводные IoT-устройства используются в удаленных местах, где доступ для обслуживания ограничен и очень дорог, потребление энергии от батареи является основным критерием для оценки пригодности работы в том или ином приложении.

Практический пример: Интеллектуальный счётчик

Интеллектуальные счётчики отправляют свои показания поставщикам электроэнергии или воды. Индикаторы счётчиков позволяют потребителям оценить текущее потребление. Такие счётчики открывают путь к автоматизации энергетических систем.

В одних странах счётчики должны работать от батареи в течение 10-15 лет, в других – 15-20 лет. Время автономной работы электронных счётчиков должно быть больше 20 лет. Интеллектуальные счётчики, работающие от батареи более 10 лет, – идеальное решение для NB-IoT.

Решение

Для достижения длительного времени автономной работы производители должны определять потребление устройства в активном режиме, режиме простоя, режиме ожидания и в спящем режиме. Производители устройств должны имитировать рабочие условия, чтобы оценивать потребляемый ток для каждого сценария. В некоторых основных сценариях предусмотрено удаленное обновление программного обеспечения, повтор передачи при неудовлетворительном покрытии или отсутствии соединения с сервером.

Несмотря на эффективность, эти шаги недостаточны для удовлетворения требований приложений IoT. Отметим, что стандарт 3GPP определяет режим энергосбережения (PSM), который может быть реализован для увеличения времени автономной работы устройства. Режим PSM позволяет устройству переходить в глубокий спящий режим, в котором большинство узлов схемы выключается. Отличие режима энергосбережения от режима выключения питания в том, что устройство остается зарегистрированным в сети и после его пробуждения не требуется процедура повторного подсоединения. Этот метод эффективен для IoT-устройств, большую часть времени находящихся в спящем режиме, за исключением случаев, когда необходимо передавать данные на другие устройства, например, если это датчик влажности, передающий результаты измерений по определённому графику.



Для достижения оптимального времени автономной работы устройства:

- Смоделируйте реальную сеть
- Получите характеристики разряда батареи
- Точно измерьте пиковые токи и ток в спящем режиме
- Используйте режим энергосбережения (PSM) согласно стандарту 3GPP

Задача 2: обеспечение стабильного соединения устройства с сетью

Для удовлетворения требований приложений IIoT узкополосный Интернет (NB-IoT) должен обеспечивать очень хорошее покрытие. Это означает, что радиосигналы должны приниматься в удалённых или труднодоступных местах, даже если система NB-IoT развёрнута в неблагоприятной среде, в частности в зданиях с сильным затуханием сигнала или под землёй. Превосходным примером может служить беспроводной датчик подземной интеллектуальной системы парковки, отправляющий уведомление при освобождении парковочного места. Цель NB-IoT – обеспечить достаточное покрытие для интеллектуальных счётчиков и других устройств IoT, обычно расположенных в подвальных и аналогичных глубоких помещениях.

Ожидается, что NB-IoT обеспечит максимальное усиление в зоне покрытия на 23 дБ больше по сравнению с обычным LTE. Но реальное усиление может быть хуже, так как оно зависит от метода развёртывания и конфигурации сети. Улучшенное покрытие позволит операторам развёртывать сеть с использованием имеющихся базовых станций LTE, чтобы достичь необходимого уровня сигнала в зданиях с малыми сотами или без них и развёртывания распределённой антенной системы (DAS).

Проблема с обеспечением достаточной зоны покрытия формата NB-IoT возникает из-за множества факторов, включая характеристики радиоинтерфейса сетевого оборудования и устройств IoT, взаимодействие между оборудованием, конфигурацию и особенности сети. Увеличение покрытия в NB-IoT также можно обеспечить за счёт снижения качества обслуживания (QoS).

Решение

Для значительного увеличения покрытия производители должны моделировать различные условия распространения ВЧ-сигналов, включая удалённые места, подвальные помещения, бетонные стены и помехи от промышленного оборудования. Это очень важно, поскольку РЧ-обстановка может значительно отличаться. После развёртывания сети IoT поставщик услуг должен выполнить полевые измерения, чтобы гарантировать согласование результатов моделирования с реальными условиями. Эти измерения позволят поставщику услуг получить данные, необходимые для оптимизации сети и обеспечения оптимального качества обслуживания.

Производители также должны измерить характеристики передатчика и приёмника, чтобы понять, как устройство будет работать в различных условиях распространения радиосигнала. Это особенно важно для недорогих приемопередатчиков, в которых применяются дешёвые компоненты, которые могут ухудшить характеристики приемопередатчиков. Как правило, устройства не работают в одинаковой среде, а перемещаются из одного места в другое, поэтому важно протестировать устройство в различных условиях.



Чтобы обеспечить максимальное покрытие:

- Смоделируйте разные РЧ-среды
- Измерьте характеристики приемопередатчика
- Определите качество покрытия на основе результатов полевых измерений
- Выполните тестирование мобильных устройств

Задача 3: минимизация стоимости

Стоимость – ключевой фактор для любого устройства Интернета вещей. Это относится и к устройствам IIoT, которые используют технологии LWPAN, подобно NB-IoT. На самом деле, чтобы соответствовать требованиям IIoT, модули NB-IoT должны быть недорогими (не более 5 долларов за модуль).

Ожидается, что начальная стоимость модулей NB-IoT будет сопоставима со стоимостью модулей GSM/GPRS. Однако базовая технология модулей NB-IoT намного проще, чем модулей GSM/GPRS, поэтому их стоимость, вероятно, будет быстро снижаться по мере роста спроса. Но реальные затраты на модуль NB-IoT значительно превышают стоимость самого модуля. Например, устройство NB-IoT может быть ненадёжным, что приведёт к увеличению стоимости обслуживания или возврату. Надёжное устройство NB-IoT должно работать без обслуживания в течение минимум 10 лет и может восстанавливать свою работоспособность после сбоя связи с сервером IIoT. Стоимость тестирования во время разработки и производства также существенно влияет на стоимость модуля.



Решение

Для снижения стоимости устройств NB-IoT производители могут использовать более дешёвые компоненты или упростить аппаратную часть. В любом случае необходимо точно контролировать характеристики устройства, чтобы убедиться в том, что уменьшение стоимости устройства не привело к снижению его надёжности.

Чтобы свести к минимуму затраты на обслуживание и вероятность отзыва устройства, поставщики должны обеспечить высокую надёжность своей продукции. Это может быть выполнено путем создания различных реалистичных сценариев работы в лаборатории или на производственной линии и тестирования с высокой воспроизводимостью результатов измерений. Кроме того, потребуются создавать и неблагоприятные сценарии, в которых отключен сервер IIoT и произошёл сбой соединения, чтобы гарантировать восстановление работоспособности устройства и отсутствие чрезмерного энергопотребления.

Оптимальный выбор контрольно-измерительного оборудования также способствует снижению стоимости устройства. Интегрированное решение, охватывающее весь жизненный цикл изделия – от проектирования до производства и проверки на соответствие, позволит минимизировать капитальные затраты на контрольно-измерительные приборы. Если решение можно легко модернизировать с помощью аппаратного и(или) программного обеспечения по мере изменения потребностей пользователя, то капиталовложения будут защищены. Быстродействующее решение значительно повысит производительность испытаний, что приведёт к дополнительному снижению стоимости тестирования.



Для снижения стоимости:

- Обеспечьте надёжность устройств
- Используйте недорогие компоненты
- Упростите аппаратную часть
- Правильно выбирайте контрольно-измерительное оборудование



Заключение

Узкополосный Интернет вещей (NB-IoT) обладает большими перспективами для быстро расширяющегося промышленного Интернета вещей (IIoT). Однако устройства и системы NB-IoT для приложений IIoT можно будет успешно использовать только в том случае, если разработчикам, производителям и поставщикам услуг удастся решить проблемы, связанные с требуемым временем автономной работы, устойчивым подключением к сети и стоимостью устройств. Кроме того, важной частью обеспечения функционирования сети IIoT является выполнение полевых измерений для проверки фактических характеристик сети. Решив эти задачи, можно говорить о множестве новых возможностей IIoT и других приложений.

Дополнительные сведения о том, как решения Keysight позволяют преодолеть трудности, связанные с устройствами и системой NB-IoT, приведены по следующим ссылкам:

- Для анализа саморазряда батареи ознакомьтесь с функциональными возможностями **анализатора питания постоянного тока N6705C и двухквадрантного источника питания/измерителя N6781A**.
- Для измерения тока в конкретной цепи устройства изучите функциональность **осциллографов семейства Infiniium и пробников шин питания N7020A**.
- Для контроля тока, потребляемого различными узлами схемы, в значительно более широкой полосе пропускания и большем динамическом диапазоне для ответственных приложений познакомьтесь с **анализатором формы сигналов тока CX3300**.
- Для измерения характеристик передатчика и качества модуляции воспользуйтесь возможностями **ПО векторного анализа сигналов 89600 VSA и анализаторов сигналов серии X**.
- Для эмуляции сети и базовой станции рекомендуем обратиться к **комплексу для тестирования средств беспроводной связи UXM**.
- Для проверки фактического покрытия сети на основе результатов полевых испытаний используйте **универсальный измерительный комплекс Nemo Outdoor и решение для постобработки Nemo Analyze**.
- Для параллельного тестирования нескольких устройств на производственной линии изучите возможности **комплекса для тестирования средств беспроводной связи EXM**.

Дополнительную информацию о проектировании устройств и систем NB-IoT смотрите на странице www.keysight.com/find/IIoT

Подробную информацию вы найдете на нашем сайте www.keysight.com.

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень продуктов, приложений и услуг приведен по ссылке www.keysight.com

