

РЕАЛИЗАЦИЯ IoT С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

МАРТА ЗЕМЕДЕ (MARTHA ZEMEDE), Keysight Technologies

За последние годы интернет вещей (IoT) прошел путь от приложений, которые все отслеживали и подсчитывали, до подключения миллиардов объектов в любой момент времени, везде и ко всему

Эти «вещи», или устройства IoT, станут участвовать во все аспектах повседневной жизни, образуя обширную сеть, начиная с умных домов, носимых устройств и заканчивая промышленными приложениями в системах энергоснабжения, сельском хозяйстве, горнодобывающей промышленности, транспорте, здравоохранении и многих других отраслях. По мере расширения этих приложений увеличивается и масштаб внедрения IoT. По некоторым оценкам, уже к 2020 г. появятся 15–20 млрд подключенных вещей, многие из которых будут использовать облачные хранилища и станут дистанционно управляться через интернет. Чтобы воплотить эту идею в жизнь, требуются соответствующие технологии и абсолют-

но надежные каналы связи, тщательно протестированные во всех режимах.

СТИМУЛЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ IoT

Основной причиной столь стремительного роста IoT являются новые приложения и услуги в потребительском и промышленном сегментах рынка. Основным стимулом роста потребительского сектора является удобство. Носимые устройства и стационарные средства автоматизации делают жизнь потребителей значительно комфортнее, упрощая повседневные операции, управляя электроникой из одного места. В промышленном секторе, здравоохранении, сельском хозяйстве и в малых городах основными стимулами применения IoT являются повышение эффек-

тивности, снижение затрат, повышение качества медицинского обслуживания и безопасности.

Другой перспективной областью применения является подключенный к сети связи автомобиль, перемещающийся без водителя. Современные автомобилестроители уже активно работают над межавтомобильной связью (V2V) для управления трафиком и повышения безопасности. Разрабатывается и связь машины с инфраструктурой (V2I) для приложений, извещающих о нарушении правил автомобильного движения, предотвращающих столкновения на перекрестках и обеспечивающих оплату проезда.

Все эти приложения и услуги используют сети датчиков и исполнительных

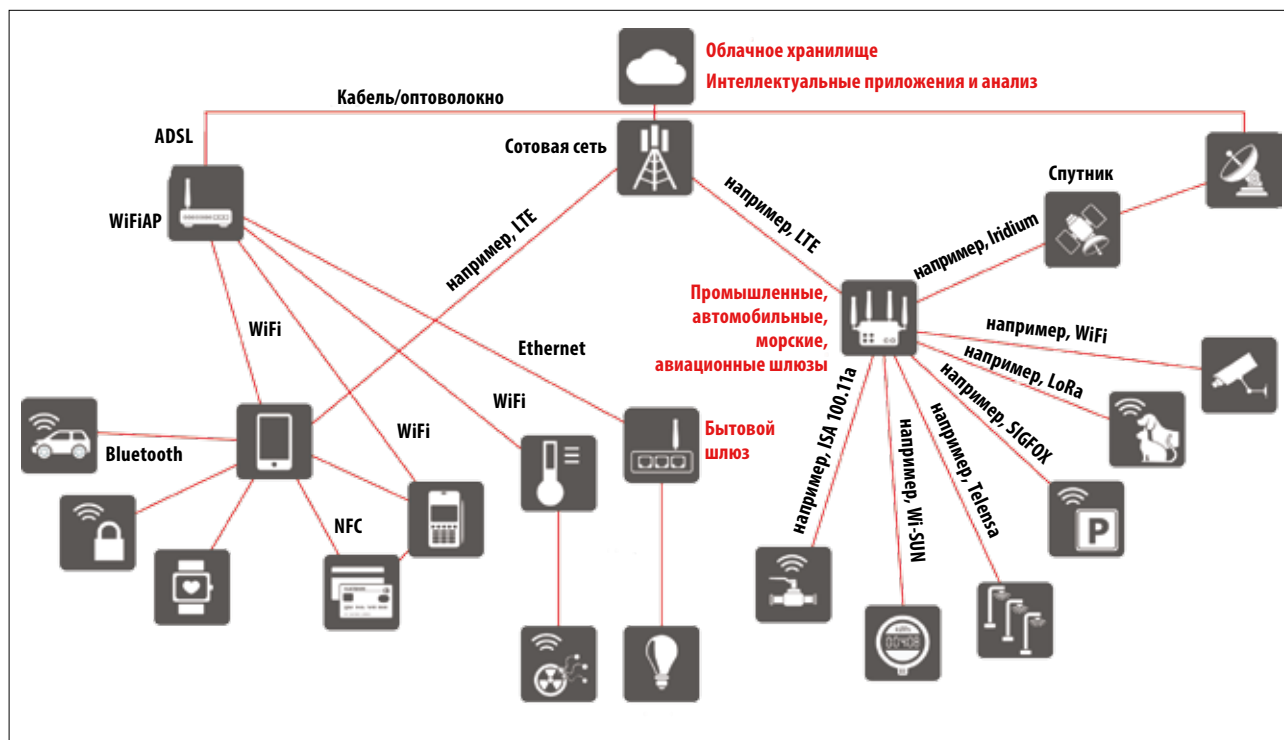


Рис. 1. Существует множество маршрутов и шлюзов, которые используются для доступа к облаку

устройств, которые зачастую взаимодействуют по радиоканалу. Охват столь широкого ряда приложений, работающих в разных средах и отвечающих разным требованиям, означает, что ни одна технология радиосвязи не в состоянии в одиночку эффективно решить проблемы развивающейся отрасли IoT.

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Если наблюдаемые ныне тенденции сохранятся, то проводные подключения – USB, Ethernet, оптоволокно – будут использоваться лишь ограниченным числом устройств, а большая часть устройств IoT станет работать с помощью беспроводных технологий. Эти технологии отвечают широкому ряду стандартов, начиная с ближней радиосвязи (NFC) для мобильных платежей и заканчивая связью с геостационарными спутниками для необслуживаемых метеостанций. К этим технологиям относятся и Bluetooth, беспроводные сети (WLAN), ZigBee, радиосвязь типа «точка-точка», сотовая связь и многое другое.

Указанные сети должны поддерживать все типы уникальных устройств с разными коммуникационными требованиями. С одной стороны, в радиосетях будут использоваться простые беспроводные устройства – датчики и исполнительные устройства с автономным питанием, которые передают

очень малые объемы данных, работая по несколько лет в необслуживаемом режиме. С другой стороны, сети обеспечивают работу критически важных служб и устройств, требующих постоянных, надежных и высокозащищенных соединений.

Идентификация каждого такого устройства осуществляется по уникальному IP-адресу. Поскольку адресное пространство IPv4 слишком ограничено и в настоящее время требует применения концентраторов (т.е. маршрутизаторов и шлюзов), основным фактором, который делает возможным применение устройств IoT, является широкое распространение адресации в соответствии с протоколом IPv6. Благодаря практически неограниченному адресному пространству IPv6 этот протокол позволяет получить уникальные адреса миллиардам устройств.

Основу большинства бизнес-моделей IoT составляет анализ большого объема данных, хранящихся на серверах и в облачных системах, а также машинное обучение. Устройства IoT в конечных узлах подключаются к облаку или серверу для исследования и анализа. Некоторые из них непосредственно, но чаще всего – через шлюзы (см. рис. 1).

Шлюзы объединяют трафик малых сетей в локальные и глобальные сети большей производительности. Обычно

они используют более мощные источники питания и вычислительные ресурсы, чем конечные узлы («вещи»). Работающие в шлюзах периферийные приложения снижают вычислительную нагрузку не только на облако, но и на конечные узлы. Конечные узлы, как правило, проектируются так, чтобы работать от батарей продолжительное время, что требует повышения энергоэффективности встроенных процессоров и радиопередатчиков. Интеллектуальные пороговые триггеры в шлюзовых приложениях повышают эффективность трафика, пропуская в центральные облачные серверы только полезную информацию.

Шлюзы взаимодействуют с облаком и конечными узлами через разнородные беспроводные технологии – сотовые и несотовые. Радиоинтерфейсы удовлетворяют меняющиеся потребности приложений в зависимости от зоны покрытия, задержки, пропускной способности, КПД и стоимости.

Например, некоторые приложения бытовой автоматизации могут использовать в качестве шлюзов смартфоны. Практически повсеместная доступность Wi-Fi делает эту технологию первым кандидатом на применение многими приложениями IoT. Если же каналы Wi-Fi недоступны, то зачастую используются протоколы сотовой связи. В носимых приложениях часто применяется



Рис. 2. Предполагаемый радиус действия устройств IoT непосредственно влияет на выбор технологии подключения

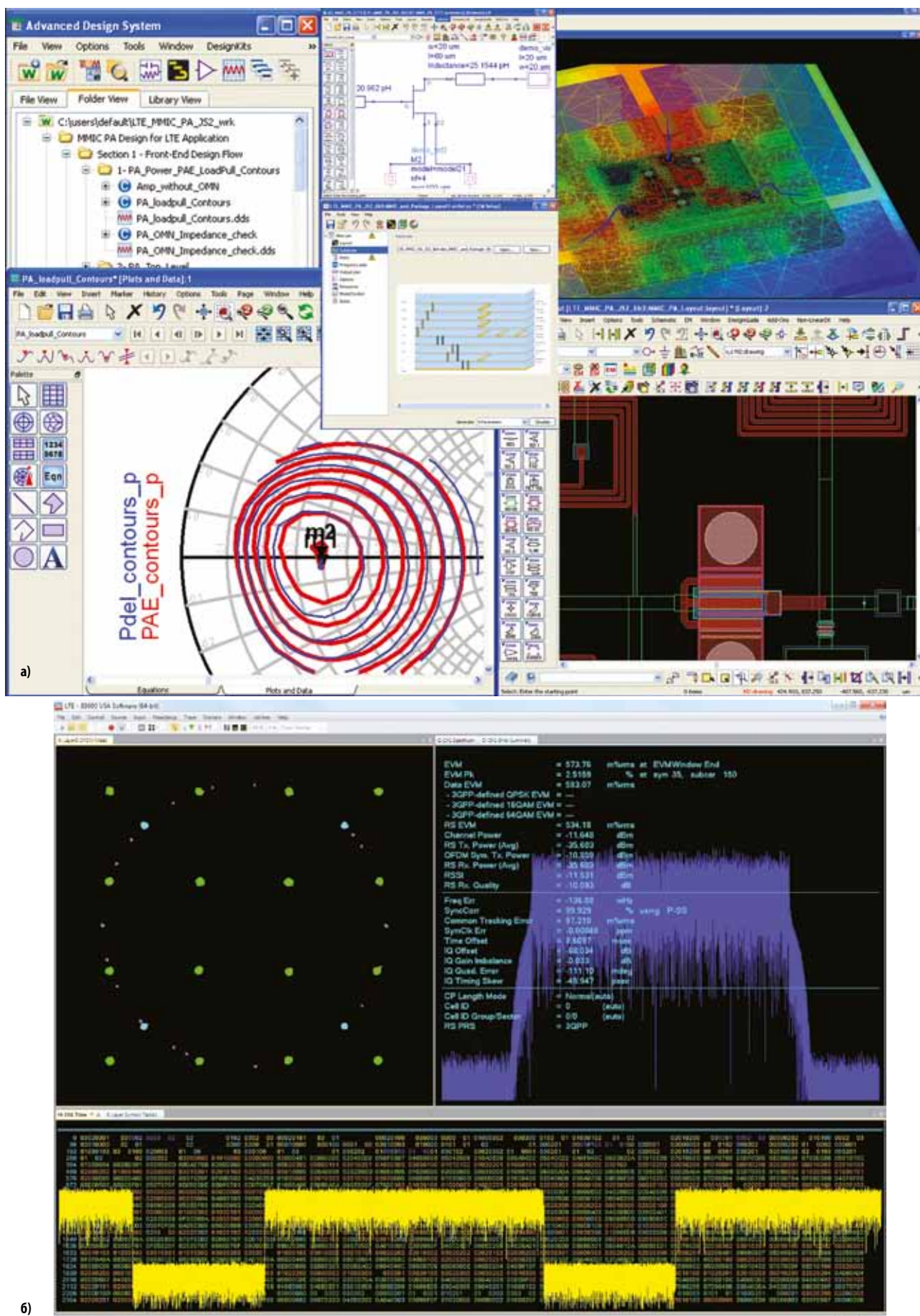


Рис. 3. САПР Advanced Design System (ADS) компании Keysight используют более двух третей разработчиков ВЧ/СВЧ-систем всего мира: а) эта САПР помогает решать проблемы проектирования приложений IoT; б) программное обеспечение Keysight 89600 VSA, позволяющее эффективно работать со сложными сигналами современных коммуникационных систем, поддерживает большинство форматов беспроводной связи, используемых в устройствах IoT: сотовые форматы 2G/3G/4G, WLAN, ZigBee, Bluetooth и Wi-SUN

Bluetooth. NFC является естественным выбором, если для обеспечения безопасности требуется ограниченный радиус связи. ZigBee, Z-Wave и Thread позволяют создать надежную маломощную сеть с ячеистой топологией для некоторых автоматических и интеллектуальных устройств в коммунальном хозяйстве.

На рисунке 2 схематически показаны технологии IoT, сгруппированные по радиусу действия. Для ближних соединений между устройствами и шлюзами применяются многие форматы, но в настоящее время быстро разрабатываются и внедряются стандарты, поддерживающие подключение новых устройств IoT. В приложениях M2M и IoT используется более 60 действующих и новых ВЧ-форматов. К наиболее популярным из них относятся Bluetooth, WLAN и сотовая связь, тогда как другие, например ZigBee и Thread, появились лишь недавно и предназначены для специфических сегментов рынка.

Много нового появилось и в глобальных маломощных сетях (LPWA). Сети LPWA используются для приложений с малыми скоростями передачи данных и большой скважностью, за счет чего продлевается срок службы батарей, снижаются затраты и достигается улучшенный энергетический баланс канала по сравнению с используемыми в настоящее время сотовыми форматами. В некоторых странах системы LPWA, такие как LoRa и SIGFOX, внедряются в национальном масштабе в нелицензируемых или упрощенно лицензируемых участках спектра. Учитывая стремительный рост маломощных приложений M2M, рабочие группы сетей радиодоступа (RAN) 3GPP разрабатывают протоколы сотовой связи, поддерживающие LPWA в лицензируемом спектре.

В версии 3GPP Rel-12 представлена новая категория устройств малой сложности (Cat-0) для межмашинной связи (MTC) на основе LTE. Cat-0 повышает эффективность для приложений с низкими скоростями передачи данных, открывая путь к новым существенным улучшениям. 3GPP Rel-13 включает:

- Enhanced-MTC (eMTC) Cat-M1 – оптимизацию LTE в полосе 1,4 МГц;
- GPRS с расширенным покрытием (EC-GPRS) использует ретрансляцию и другие новые протоколы для улучшения энергетического баланса канала;
- узкополосный IoT (NB-IoT), известный также как Cat-M2 является новым радиоформатом, оптимизированным для приложений LPWA.

Некоторые компании для ускорения выхода на рынок стали на путь разра-

ботки собственных решений. Впрочем, такой подход, скорее всего, утратит привлекательность, поскольку глобализация рынков выводит взаимодействие устройств из области собственных разработок в сторону стандартизованных решений.

ИЗУЧЕНИЕ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ IoT

Важную роль играют не только ключевые технологии, но и решения для проектирования и тестирования устройств IoT. Обеспечение совместимости в пределах всей экосистемы – устройств, инфраструктуры, облака, удаленных приложений, систем последующей обработки, служб – начинается с возможности создания лучших проектов, использования более реалистичных моделей и выполнения легко интерпретируемых и недорогих испытаний. Эта задача весьма непростая, если принять во внимание все проблемы, с которыми приходится сталкиваться разработчикам систем IoT.

Например, по мере распространения технологий IoT разработчикам придется прилагать больше усилий для повышения КПД, уменьшения потерь и противодействия сильному электромагнитному взаимодействию, возникающему в результате миниатюризации устройств. К дополнительным трудностям следует отнести оценку и выбор наилучшей комбинации технологий (например, GaAs, GaN, SiGe/Si/SOI, CMOS), а также интеграцию подсистем и проверку соответствия параметров промышленным стандартам.

С усложнением конструкций моделирование схем затрудняется. Для решения этой проблемы требуется САПР для разработки и моделирования новых устройств IoT, решающая специфические проблемы коммуникационных систем (см. рис. 3а). Идеальное решение должно обеспечивать моделирование новых устройств на ранних этапах проектирования и позволять инженерам-системотехникам и разработчикам алгоритмов осуществлять инновационные идеи на физическом уровне беспроводных коммуникационных систем. Кроме того, в состав этой системы должны входить средства виртуальных измерений, которые подключаются к узлам модели и контролируют прогнозируемые характеристики.

По мере реализации модели в нее можно вводить реальные модули, заменяя виртуальные средства измерения реальными, чтобы сравнивать расчетные характеристики с реальными.

После проектирования и симуляции приступают к измерениям и анализу. При выборе контрольно-измерительного оборудования для этой цели типовые критерии выбора должны включать технические характеристики, скорость измерений, габариты, масштабируемость конфигурации и затраты (будущие и текущие). Ни одно решение не сможет идеально удовлетворить всем этим требованиям.

В системах IoT будут использоваться простые датчики и исполнительные устройства с автономным питанием, которые передают очень малые объемы данных в течение нескольких лет. Проектирование такого типа устройств требует инструментов для измерения тока, потребляемого от батарей, в трех основных режимах: сон, ожидание, передача данных. Для генерации и анализа сигналов на этапе проектирования может оказаться предпочтительным применение настольных приборов с отличными характеристиками и универсальными возможностями (например, со свипирующим анализом спектра и широким набором функций для анализа и диагностики сигналов). На последующих этапах жизненного цикла изделий, когда большое значение приобретают скорость тестирования, гибкость и размер, лучшими кандидатами на роль измерительных средств станут модульные и универсальные тестеры. Что касается программного обеспечения для создания и анализа сигналов, то предпочтительнее использовать ПО, которое создает и анализирует специальные и стандартные испытательные сигналы для беспроводных коммуникационных форматов, включая сотовые форматы, разновидности IEEE 802.11, Bluetooth, ZigBee и Wi-SUN (см. рис. 3б). Лучшие в своих областях решения должны интегрироваться, чтобы обеспечить сопровождение изделия на протяжении всего жизненного цикла.

ВЫВОДЫ

С увеличением числа устройств IoT все большую важность приобретает обеспечение их надежного подключения. И хотя многие современные ключевые технологии будут играть немаловажную роль в поддержке экосистемы IoT по мере ее расширения, именно средства проектирования и тестирования должны гарантировать, что IoT-устройства с самого начала создаются с учетом надежности подключения. Эти ключевые технологии, средства проектирования и тестирования совместно позволяют создавать реально работающий интернет вещей – в настоящее время и в будущем. ■