



ИЗМЕНЕНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВАХ ТРЕБУЮТ НОВОГО ПОДХОДА К ТЕСТИРОВАНИЮ

ДЭВИД ХОЛЛ (DAVID HALL)

Современный мобильный телефон может за секунды загрузить видео высокого разрешения и обеспечить скорость обмена данными выше, чем у вашего первого ноутбука. Однако прогресс беспроводных устройств следующих поколений обещает быть гораздо более масштабными, нежели простое увеличение скорости загрузки.

В течение десятилетия количество общающихся между собой устройств превысит количество контактирующих между собой людей в соотношении 10:1. В результате в будущем беспроводные стандарты будут включать в себя возможности соединения не только людей, но и автоматических систем и устройств. Это требует не только новых беспроводных технологий, но также нового аппаратного обеспечения и более низкой себестоимости.

Так, тестирование характеристик устройств беспроводной связи, от микросхем физического уровня внутри модемов и радиоуправляемых игрушек до адаптивных радио-

интерфейсов сложных устройств нового поколения, включая широкополосные мобильные телефоны и базовые станции, требует проведения измерений и их анализа на всех этапах разработки и производства, от первых экспериментов в исследовательской лаборатории для подтверждения жизнеспособности идеи до выходного контроля технических параметров при массовом производстве. Традиционные подходы оказываются неэффективными при таком числе технологий, объединяемых в одном устройстве, и при таком объеме производства, какие нам готовит ближайшее будущее.

Так как перспективные устройства потребуют иного подхода к тестированию беспроводных интерфейсов, НИ продолжает внедрять платформу PXI, отвечая на вызовы тестирования завтрашнего дня.

БУДУЩЕЕ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Прогноз Международного телекоммуникационного союза (ITU) в 2020 г. демонстрирует весьма четкие требования к ряду сценариев использования беспроводных устройств будущего. Этот прогноз, построенный как шаблон для обозначения технических требований 5G, выделяет три отдельных сценария (рис. 1).

И хотя эти сценарии, в основном, определяют требования к стандартам будущих мобильных средств связи, они отражают и меняющиеся требования к таким технологиям, как 802.11ad, 802.11ax, Bluetooth 5.0, NFC и др.

Первый сценарий использования беспроводных устройств — расширенное мобильное вещание (Enhanced Mobile Broadband, eMBB) — определяет эволюцию в емкости и пиковых скоростях сети, ожидаемых от будущих технологий. Он предусматривает скорость передачи на прием до 10 Гбит/с, что в 100 раз больше одночастотного LTE. Второй сценарий — массовое машинное взаимодействие (Massive Machine-Type Communication, mMTC) — предполагает беспроводной доступ к большому числу устройств, в большем числе мест и по более низкой цене. Последний, третий сценарий — это сверхнадежное машинное взаимодействие (Ultra-reliable Machine-Type Communication, uMTC). Он устанавливает новые требования к снижению задержек и частоты ошибок передачи пакетов.

Эти требования беспроводных технологий будущего не только определяют стандарты, такие как NB-IoT, 5G и 802.11ax, но также изменяют подходы, с которыми инженеры проектируют и тестируют мобильные устройства. Например, широкие полосы стандартов наподобие 5G требуют более широкополосных измерительных СВЧ-приборов. Многоантенные технологии MIMO и цифрового лучеформирования нуждаются в модульных и гибких приборах, которые смогут масштабироваться от тестирования одноканальных устройств до конфигураций MIMO 8×8 и более. Наконец, снижение цен на устройства требует более экономных подходов к тестированию. При ожидаемой стоимости приемопередатчика в 20% от нынешней цены новое оборудование для тестирования должно быть способным к более быстрым и параллельным подходам к тестированию.

VST — ЭВОЛЮЦИЯ ВЕКТОРНОГО ТРАНСИВЕРА

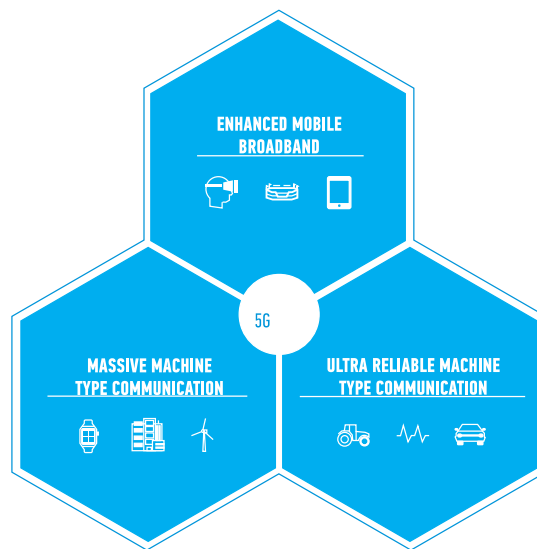
В 2012 г. NI представила революционно новый прибор — векторный трансивер (Vector Signal Transceiver, VST). VST стал уникальным прибором, объединившим векторный

генератор до 6 ГГц, векторный анализатор до 6 ГГц и программируемую пользователем ПЛИС в одном модуле PXI. Превосходные радиочастотные характеристики устройства позволяют использовать его в приложениях от ранних стадий проектирования до тестирования на производственной линии, а его открытая пользователю ПЛИС предоставляет возможности от ускорения измерений до аппаратной имитации радиоканала. Однако эволюция беспроводных технологий требует развития новых подходов к разработке и тестированию радиосредств. Как результат, NI представила второе поколение VST, предлагающее более широкую полосу, расширенный частотный диапазон и большую ПЛИС, — при этом в меньшем форм-факторе.

МГНОВЕННАЯ ШИРИНА ПОЛОСЫ ЧАСТОТ

За последние десять лет развитие беспроводных технологий привело к использованию значительно более широкополосных сигналов для повышения скоростей передачи данных. Например, с 2003 г. Wi-Fi эволюционировал от 20 к 40 МГц, а затем и к 160 МГц в современном 802.11ax. Каналы сотовой связи расширились от 200 кГц GSM до 100 МГц LTE-Advanced. Технологии LTE-Advanced Pro и 5G обещают продолжить этот тренд.

Мгновенная ширина полосы частот становится особенно важным фактором при тестировании современных полупроводниковых приборов, где требования к полосе измерительного прибора превышают полосу сигнала. Так, например, для тестирования радиочастотных

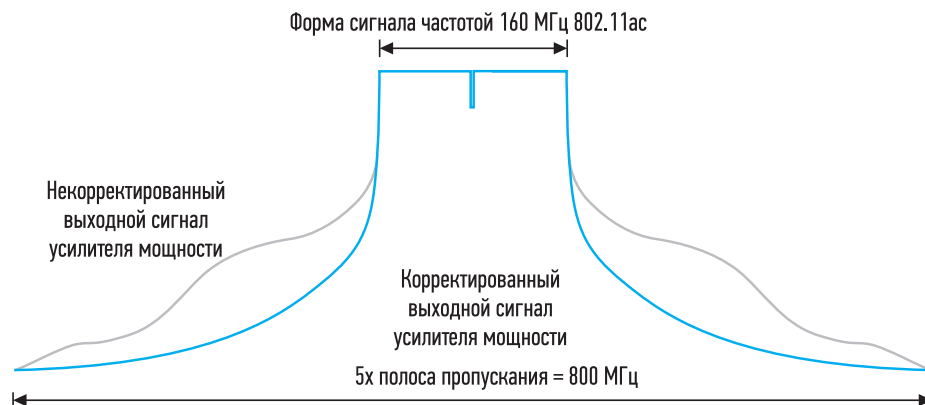


усилителей мощности с функцией цифрового предсказания (DPD) тестовое оборудование должно извлечь параметры модели усилителя, исправить нелинейный отклик и затем сформировать исправленный сигнал. Продвинутое алгоритмы DPD требуют полосы, более чем в пять раз превышающей полосу сигнала (рис. 2). В результате для LTE-Advanced (сигнал 100 МГц) нужны приборы с полосой до 500 МГц, а для 802.11ac/ax (сигнал 160 МГц) — до 800 МГц полосы.

Одно из наиболее значимых улучшений в VST второго поколения — это более широкая мгновенная полоса частот (1 ГГц), благодаря которой специалисты могут использовать этот прибор для решения задач, которые невозможно эффективно решить с обычными измерительными приборами.

РИС. 1. ▲ Три сценария использования 5G

РИС. 2. ▼ Алгоритм DPD с использованием 5× полосы пропускания



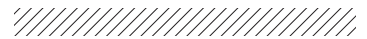


РИС. 3. ▲
Типичная (8×8) система MIMO из восьми векторных трансиверов

МОДУЛЬНЫЙ И ЛЕГКО СИНХРОНИЗИРУЕМЫЙ

Современные стандарты связи от Wi-Fi до мобильных сетей используют сложные многоантенные технологии. В этих системах конфигурации MIMO (рис. 3) обеспечивают более высокие скорости с помощью пространственного разделения или лучеформирования. Благодаря преимуществам, которые дают технологии MIMO, новые поколения стандартов 802.11ax, LTE-Advanced Pro и 5G будут использовать более сложные схемы — до 128 антенн в одном устройстве.

Неудивительно, что использование MIMO добавляет сложности в проектирование и тестирование. Это не только увеличивает число портов на устройстве, но и приносит новые требования к синхронизации каналов. Для тестирования устройства MIMO измерительное оборудование должно быть способно прецизионно синхронизировать СВЧ-генераторы и анализаторы, поэтому форм-фактор и возможности синхронизации являются критически важными.

К счастью, VST второго поколения достаточно компактные, и инженеры могут помещать до восьми таких приборов в одно 18-слотовое шасси PXI.

ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПРИБОРЫ

Финальным требованием к системе тестирования нового поколения является его программная гибкость. Сложные приложения по тестированию требуют от инженеров возможности модифицировать работу измерительных приборов и даже их прошивку. С помощью этих приложений инженеры могут значительно ускорить работу приборов за счет переноса циклов управления, измерений и обработки сигналов в реальном времени внутрь самого измерительного прибора.

Одна из задач, в которых программно-определяемые приборы могут предложить уникальное решение, — это прототипирование радарных систем. Пользователи могут использовать ПЛИС в качестве имитатора цели. Радиолокаци-

онные системы обнаруживают такие «цели», будь то автомобиль, самолет или иной объект, излучая зондирующий сигнал и принимая отклик (рис. 4). Параметры отраженного сигнала, такие как задержка и смещение частоты, показывают дальность до цели и ее скорость. Комбинация широкой полосы VST и открытой ПЛИС делают его оптимальным выбором для имитации целей. Кроме того, инженеры могут легко модифицировать прошивку ПЛИС, внося параметры нужных им целей.

ЧАСТЬ ПЛАТФОРМЫ

Одна из важнейших особенностей VST — то, что он является частью программно-аппаратной платформы. Оборудование для тестирования претерпело серьезные изменения, пройдя путь от дискретных приборов до высоко интегрированных автоматических систем. Чтобы отвечать требованиям современных измерений, таким как отслеживание огибающей для усилителей мощности и прототипирование радиолокационных систем, измерительная платформа должна включать возможности синхронизации и простой программной модификации и управления.

Грядущая волна беспроводных технологий, от 5G до 802.11ax, поставит перед разработчиками ряд непростых задач. Второе поколение NI VST создано специально для их решения. С более широкой полосой и более компактным форм-фактором, отличными радиочастотными характеристиками и программной гибкостью, VST призван разрешить сложности современного и будущего тестирования. ●

РИС. 4. ▼
Блок-диаграмма радарной системы с миллиметровым излучателем

