

Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies

Часть 3

Александр Чумадин, Keysight Technologies

В статье представлен обзор испытательного оборудования компании Keysight Technologies для формирования и анализа сверхширокополосных сигналов. В третьей части статьи даются оценка и анализ сигналов РЛС.

Проверка правильности и анализ радиолокационных сигналов

Анализ радиолокационного импульса является сложной задачей, поскольку при этом используется метод компрессии для улучшения разрешающей способности и повышения дальности при снижении неопределённости. При таком подходе средства анализа должны обеспечивать более широкие полосы частот, давать возможность анализа модуляции и представление сигнала в нескольких областях. Кроме того, разработчики внедряют программно-определяемые архитектуры РЛС, где стабильность и гибкость цифровых реализаций заменяют традиционную аналоговую обработку на ПЧ и в полосе частот модуляции. Это также создаёт особые проблемы для испытаний, поскольку формат сигналов и доступ к ним кардинально меняется при переходе от полосы частот модуляции к ВЧ. С целью решения этих сложных задач компания Keysight создала целый ряд приборов для анализа, которые обладают характеристиками и гибкостью, позволяющими просматривать практически все радиолокационные сигналы с учётом широкого разнообразия форматов.

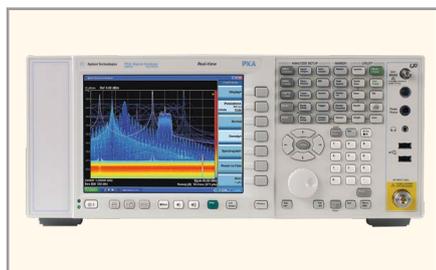


Рис. 9. Анализатор PXA с опцией анализа в реальном времени

Средства анализа компании Keysight

Для удовлетворения требований в широком диапазоне соотношений цена/производительность, компания Keysight предлагает семейство настольных анализаторов сигналов серии X и две линейки портативных анализаторов. Портативные модели – это ручные анализаторы спектра (HSA) и семейство анализаторов серии FieldFox. Модели ручных анализаторов спектра позволяют проводить базовые измерения анализа спектра в диапазоне частот до 20 ГГц в полевых условиях и хорошо подходят для решения задач инсталляции и обслуживания оборудования. Ручной анализатор FieldFox можно сконфигурировать как анализатор кабелей и антенн, анализатор спектра, векторный анализатор цепей или комбинированный анализатор с диапазоном частот до 26,5 ГГц. Серия X включает четыре модели, две из которых лучше всего подходят для радиолокационных приложений: анализатор сигналов высшего класса PXA, который обеспечивает полосу анализа 160 МГц, и универсальный анализатор сигналов MXA, обеспечивающий баланс между быстродействием, рабочими характеристиками и эффективностью затрат. В результате последней модернизации для анализаторов сигналов PXA стала доступна опция анализа спектра в реальном времени (RTSA). Эта опция обеспечивает полосу анализа в режиме реального времени до 160 МГц, и может быть использована для модернизации не только новых, но и уже существующих анализаторов сигналов PXA. Добавление опции RTSA создаёт экономичное техническое решение, которое обеспечивает анализ в реальном времени и тра-

диционные измерения спектра в одном приборе (см. рис. 9). PXA с опцией RTSA обеспечивает следующие возможности:

- обнаружение сигналов со 100-процентной вероятностью захвата длительностью от 3,57 мкс;
- средний уровень собственных шумов: –157 дБм на частоте 10 ГГц (без предусилителя);
- динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих, равный 75 дБ;
- запуск по частотной маске (FMT) с различными возможностями задания условий.

Для всестороннего анализа сложных сигналов программное обеспечение 89600 может использоваться с анализаторами сигналов серии X или даже исполняться внутри этих приборов. В дополнение к возможностям анализа во временной и частотной областях 89600 VSA позволяет проводить измерения сжатых импульсов РЛС в модуляционной области. Кроме того, программное обеспечение VSA совместимо с возможностями RTSA, включая запуск по частотной маске, и поддерживает захват и воспроизведение паразитных сигналов. Для сверхширокополосных приложений компания Keysight также предлагает дигитайзеры и осциллографы с высокими характеристиками (см. рис. 10). Например, M9703A, представляющий собой 8-канальный дигитайзер с разрешением 12 бит в формате AXIe, способен захватывать сигналы с полосой частот от 0 до 2 ГГц. Он обеспечивает частоту дискретизации до 3,2 Гвыб/с при использовании четырёх каналов, и до 1,6 Гвыб/с при использовании восьми каналов. Дигитайзер M9703A поддерживает возможность длительного захвата данных, обладая внутренней памятью объёмом 4 Гбайт на канал.

Осциллографы серий 90000X и 90000Q семейства Infiniium представляют собой альтернативный вариант: они обеспечивают полосы пропускания до 63 ГГц, частоты дискретизации до 160 Гвыб/с и глубину памяти

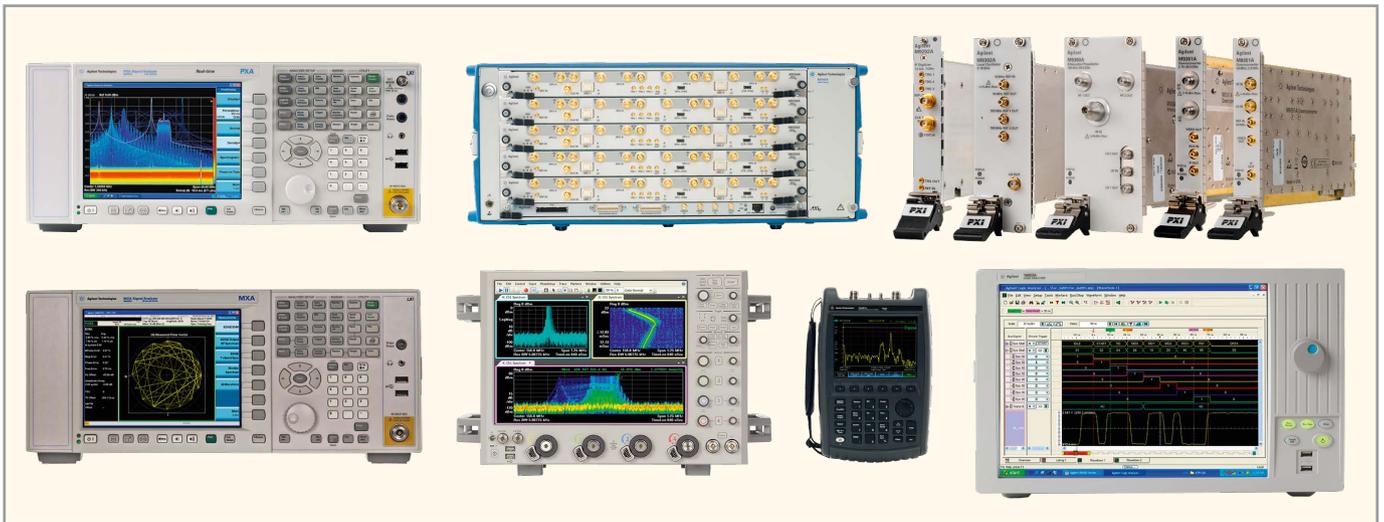


Рис. 10. Семейство анализаторов сигналов Keysight

до 2 Гвыб. Для обеспечения возможности углубленного анализа дигитайзер M9703A и осциллографы серий 90000X и 90000Q совместимы с программным обеспечением 89600 VSA. Для иллюстрации возможностей инструментов анализа компании Keysight будет полезно рассмотреть несколько примеров измерений. Этот обзор начинается с основных измерений, таких как измерение параметров импульсов, затем следуют сложные измерения качества сигналов. В заключительной части статьи рассматриваются возможности измерения сигналов РЛС с программно-определяемой архитектурой.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСОВ

Тестирование систем РЛС, РЭБ и РТР требует проведения разнообразных измерений. Как уже было отмечено, измерения длительности импульса, частоты или периода повторения дают важную информацию о разрешающей способности и дальности действия РЛС, а также могут раскрыть потенциально важные сведения разведывательного характера. Автоматизация измерений этих параметров может значительно ускорить диагностику РЛС и позволит извлечь массу информации для систем РЭБ.

Для автоматизации этих измерений можно использовать два программных приложения. Анализаторы сигналов PXA и MXA могут быть сконфигурированы с приложением для измерения параметров импульсов N9051A, а осциллографы, такие как Infiniium 90000, могут быть снабжены программным приложением для осциллографического анализа сигналов (OSA) W2650A. Анализатор сигналов серии X с приложением

N9051A является лучшим выбором, когда требуются широкий динамический диапазон, полоса модуляции импульса менее 160 МГц, а также измерения параметров спектра и паразитных составляющих. Несколько видов представления результатов измерений позволяют проводить одновременный анализ зависимости уровня мощности от времени, частоты от времени, фазы от времени или уровня мощности от частоты. Базовые возможности включают измерение периода повторения импульсов (PRI), частоты повторения импульсов (PRF), а также параметров импульса, таких как длительность импульса, коэффициент заполнения, время нарастания и спада, спад вершины импульса, выброс на фронте импульса и пульсации. Опция расширенного анализа позволяет проводить статистический анализ параметров (используется до 200 000 импульсов) с помощью графиков анализа тренда или гистограмм (см. рис. 11 и 12).

Осциллограф с приложением W2650A может работать с полосами частот выше 160 МГц и является лучшим выбором, когда динамический диапазон менее важен, чем полоса частот. Осциллограф также имеет режим сегментированной памяти, который упрощает анализ длинных последовательностей импульсов. Основные возможности анализа импульсов:

- измерение периода повторения импульсов (PRI),
- частота повторения импульсов (PRF),
- частотные характеристики модуляции импульса (среднее значение, минимальное значение, максимальное значение, девиация, размах),
- вид модуляции импульса (ЛЧМ, код Баркера) и многое другое.

W2650A также поддерживает измерения непрерывных и модулированных сигналов, в том числе измерения структуры и продолжительности сигналов со скачкообразной перестройкой частоты.

Многоформатный анализ модуляции с помощью 89600 VSA

Программно-определяемая архитектура РЛС ставит перед испытателями уникальные проблемы, поскольку формат сигнала меняется от хорошо известных аналоговых коаксиальных микроволновых линий передачи к цифровым шинам, часто глубоко скрытым внутри ПЛИС (FPGA). Такие конструкции со смешанными аналоговыми и цифровыми сигналами требуют передовых методов анализа модулированных импульсов, обеспечивающих непротиворечивые результаты измерений при самых разнообразных форматах модуляции.

Программное обеспечение 89600 VSA взаимодействует с различными измерительными приборами компании Keysight: анализаторами сигналов, осциллографами, логическими анализаторами и многими другими. Эти приборы могут служить в качестве внешних аналоговых или цифровых подсистем первичного сбора данных. Кроме того, программное обеспечение 89600 VSA совместимо с САПР ADS компании Keysight. Это не только упрощает изучение процесса измерений с использованием приборов, но и гарантирует непротиворечивость результатов измерений, поскольку, независимо от формата измеряемого сигнала (цифрового или аналогово-

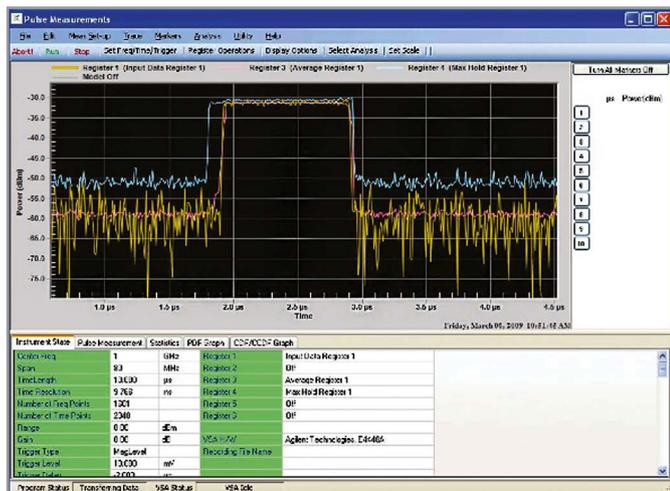


Рис. 11. Программное обеспечение для измерения параметров импульсов N9051A

го), используются одни и те же алгоритмы 89600 VSA.

Применение логического анализатора серии 16800 в качестве внешней подсистемы первичного сбора данных для 89600 VSA позволяет использовать ядро проектирования ПЛИС ATC2 компании Keysight. Ядро проектирования ATC2 обеспечивает прямой доступ к внутренним шинам данных, поддерживаемых ПЛИС компаний Xilinx и Altera, позволяя выполнять в реальном времени сложный векторный анализ сигналов непосредственно внутри схемы, реализованной в ПЛИС.

Выводы

Последние поколения систем РЛС и РЭБ работают в различных полосах частот, используя широкополосные или сверхширокополосные сигналы, которые поддерживают очень сложные схемы модуляции. Эти системы также используют передовые методы цифровой обработки сигналов, что позволяет замаскировать или скрыть их работу и, таким образом, избежать воздействия преднамеренных помех.

Эволюция таких систем будет развиваться, чтобы они соответствовали характеристикам и возможностям технических решений, необходимых для генерации испытательных сигналов, создания искусственных испытательных полигонов с несколькими источниками излучения, а также для оценки и анализа сигналов РЛС и систем. Взаимосвязь и взаимодействие измерительных приборов и программных средств создаёт гибкую основу для широкого круга полезных технических решений:

- прецизионный широкополосный генератор сигналов произвольной формы M8190A и мощная программа Signal Studio для создания импульсов позволяют получать высокорезультативные сценарии сигналов;
- анализатор сигналов PXA обеспечивает необходимую полосу анализа и динамический диапазон, а также предлагает опцию анализатора спектра в реальном времени;
- программное обеспечение 89600 VSA добавляет возможности анализа во временной, частотной и моду-

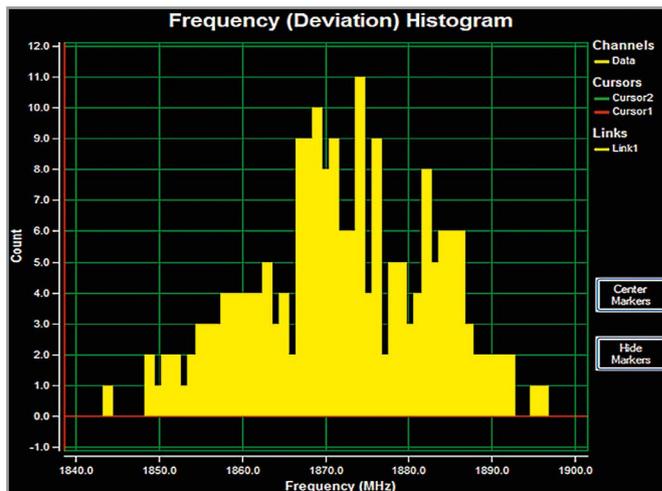


Рис. 12. Гистограмма для определения статистических характеристик импульсов с использованием ПО W2650A

ляционной областях в диапазонах микроволновых частот для анализаторов сигналов серии X;

- осциллографы Infiniium – для анализа сверхширокополосных сигналов;
- логические анализаторы серии 16800 – для анализа цифровых сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по применению Signal Source Solutions for Coherent and Phase-Stable Multi-Channel Systems (Источники сигналов для когерентных и фазостабильных многоканальных систем). Номер публикации 5990-5442EN/5990-5442RURU.
2. Описание библиотеки W1905A на сайте www.keysight.com/find/SystemVue.
3. Рекомендации по применению Creating Multi-Emitter Signal Scenarios with COTS Software and Instrumentation (Создание сценариев, включающих сигналы нескольких источников излучения, с помощью имеющихся в продаже программных средств и измерительных приборов). Номер публикации компании Keysight 5991-1288EN.



Новости мира News of the World Новости мира

IoT в здравоохранении

Интернет вещей (IoT) оказывает всё более заметное влияние на повседневную жизнь потребителей в сфере здравоохранения, открывая огромные преимущества во всём спектре предоставления услуг: от лечения в условиях стационара до медобслуживания и социального обслуживания на местах и ухода за собой.

IDC полагает, что IoT станет значительной частью новой волны ИТ в здраво-

охранении, и технологии Третьей Платформы – облако, «большие данные», мобильные решения и социальные сети – будут играть центральную роль в этой трансформации. Сенсоры вкупе с аналитикой данных, облаком и мобильными устройствами и приложениями предоставляют возможность радикально изменить подход к диагностике болезней, лечению и предупреждению заболеваний, делая реальностью профилактический подход, в центре которого находится сам пациент.

Потенциал IoT безграничен на всех уровнях здравоохранения, но самые большие возможности видятся в профилактике заболеваний, и в этом направлении большое развитие получают технологии носимых устройств.

По прогнозам IDC оборот рынка персональных устройств для профилактики и поддержания здоровья к концу 2018 года вырастет более чем в два раза, демонстрируя среднегодовой темп роста (CAGR) 16,5%.

IDC