

Технические решения

Использование программного обеспечения SystemVue компании Agilent для создания реалистичных сценариев испытания систем РЛС и РЭБ

Рекомендации по применению

Серия: “Измерение параметров РЛС”

Обзор

Развёрнутые радиолокационные системы (РЛС) и системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ) сталкиваются с непредсказуемой средой, наполненной известными и неизвестными сигналами, которые могут содержать отражения от цели, мешающие эхо-сигналы, активные сигналы радиоэлектронного подавления, радиопомехи различного происхождения и электромагнитные шумы. В процессе конструирования и разработки бывает трудно и дорого имитировать реалистичные сценарии, которые могли бы досконально протестировать характеристики системы до её ввода в эксплуатацию.

Сегодня сочетание промышленных, готовых к применению программных средств и измерительных приборов от компании Agilent облегчает создание реалистичных сигнальных сценариев, имитирующих эхо-сигналы от множества целей в сложной электромагнитной обстановке. Для этого компания Agilent предлагает программное обеспечение SystemVue с библиотекой моделей РЛС (Radar Model Library W1905). Ключевыми приборами для него являются генераторы сигналов произвольной формы и векторные генераторы сигналов.

SystemVue позволяет создавать сложные модулирующие сигналы или последовательности и загружать их в память генераторов сигналов произвольной формы компании Agilent, таких как генераторы серий MXG, PSG или ESG, которые могут генерировать модулированную несущую на частоте до 6 ГГц с полосой модуляции до 100 МГц. SystemVue также позволяет загружать сигналы в широкополосные генераторы сигналов произвольной формы, такие как M8190A, 81180A, M8241A и M9330A компании Agilent. Сигнал широкополосного генератора сигналов произвольной формы подаётся на широкополосные модуляционные I/Q-входы векторного генератора сигналов, такого как E8267D серии PSG компании Agilent для создания широкополосного или сверхширокополосного (UWB) сценария. В результате генерируется модулированная несущая с частотой до 44 ГГц с полосой модуляции до 6 ГГц.

Сочетание аппаратных и программных средств образует платформу, которая может быть использована как для испытания компонентов, так и для моделирования сценария испытания системы в целом. Добавление анализатора сигналов или широкополосного осциллографа, которые могут работать с программным обеспечением векторного анализа сигналов 89600 VSA, обеспечивает возможности измерения и анализа, полезные при разработке передатчиков, приёмников, усилителей и других подсистем.

Проблема

Самые последние поколения систем РЛС и РЭБ работают в различных частотных диапазонах и используют широкополосные и сверхширокополосные сигналы с очень сложными видами модуляции. Эти системы используют также прогрессивные методы цифровой обработки сигналов (ЦОС), чтобы замаскировать или скрыть их работу и тем самым избежать действия помех радиоэлектронного подавления.

Сложность рабочей среды может быть обусловлена наличием многих целей, отражениями от поверхности земли или моря, активными помехами радиоэлектронного противодействия, сигналами беспроводных систем связи и другими видами электромагнитных помех. При попытке точно имитировать эту сложную среду приходится дополнительно решать сложные задачи, связанные с многомерной обработкой сигнала, обеспечивающей управление формированием луча, адаптивную пространственно-временную обработку и многое другое. В зависимости от типа систем РЛС или РЭБ, испытательная платформа должна быть способна создавать множество сигналов: импульсно-доплеровские, широкополосные, сверхширокополосные и многое сверх того.

Имеются также организационные препятствия. Например, разработка таких сложных систем обычно требует привлечения большого числа специалистов, работающих в коллективах, которые могут быть физически или географически разобщены. Интеграция системы может быть особенно трудной без согласованного, совместно используемого набора инструментальных средств для моделирования и испытания.



Agilent Technologies

Решения и результаты

Используя на новом уровне программное обеспечение SystemVue, библиотеку модели РЛС и разнообразие приборов компании Agilent, специалисты разработали два технических решения: генератор цели РЛС и платформу для испытаний систем РЛС и РЭБ. Эта комбинация программных и аппаратных средств даёт возможность создавать динамические и реалистичные сценарии для испытания компонентов и моделировать сценарии для испытания системы.

Использование SystemVue

Среда SystemVue может использоваться для моделирования, имитации, контроля и испытания в процессе разработки и реализации систем РЛС и РЭБ. Это программное обеспечение обладает также достаточной гибкостью, чтобы объединять модели, созданные с использованием других программных средств, таких как C++, MATLAB и HDL.

Ориентированное на разработку РЛС, SystemVue обладает четырьмя ключевыми возможностями: генерация специальных форм сигналов, поддержка расширенных измерений, управление аппаратными и программными средствами приборов и эмуляция идеальных передатчиков, детекторов и приёмников.

Будь то генератор цели для РЛС или платформа для испытания системы, желаемая РЛС конструируется в среде SystemVue. При моделировании многих типов систем это программное обеспечение позволяет задавать технические требования для индивидуальных компонентов структурных схем.

- Источники сигнала: линейная ЧМ (LFM), нелинейная ЧМ (NLFM), кодирование по Баркеру/Франку, сверхширокая полоса (UWB), частотно-модулированная непрерывная несущая (FMCW), импульсный сигнал
- Модули передатчика и приёмника: ЦАП (DAC), АЦП (ADC), цифровой повышающий преобразователь (DUC), цифровой понижающий преобразователь (DDC), прямой цифровой синтез (DDS), малощумящий усилитель (LNA), цифровые элементы
- Антенны: модели, антенные решётки, распространение волн
- ВЧ/ПЧ модули: передатчики, приёмники, фильтры, усилители мощности, генераторы, частотные синтезаторы
- Радиолокационная среда: цель, эффективная площадь рассеяния (ЭПР), мешающие эхо-сигналы (1-D и 2-D), станции активного радиоэлектронного подавления, радиопомехи, отражения от морской поверхности

- Обработка сигнала: цифровое сжатие импульса, селекция движущихся целей (МТИ), обнаружение движущихся целей (МТД), постоянная вероятность ложной тревоги (CFAR), цифровое формирование луча, STAP, радар с синтезированной апертурой (SAR), калмановская фильтрация
- Измерения: форма сигнала, спектр, чувствительность, избирательность, динамический диапазон, скорость обнаружения, частота ложных тревог, уравнение для максимальной дальности действия РЛС

Чтобы получить ясную картину радиолокационной среды, параметры моделирования цели включают эффективную площадь рассеяния (ЭПР), доплеровские эффекты, задержку и ослабление сигнала. Модели ЭПР могут включать виды флукутирования и пять видов моделей цели Сверлинга (0, I, II, III, IV).

SystemVue имеет также встроенные блоки связи, позволяющие загружать смоделированные формы сигналов в ГСПФ компании Agilent, которые затем могут воспроизводить эти сигналы для испытания передатчиков и приёмников.

Генератор радиолокационной цели и результаты его реализации

Главными атрибутами генератора радиолокационной цели являются параметры ВЧ сигнала, такие как несущая частота и полоса модуляции, а также параметры сценария: число эхо-сигналов от цели и их длительность, дальность, скорость цели, азимут, эффективная площадь отражения, типы мешающих сигналов, активные сигналы радиоэлектронного подавления, радиопомехи и другие. В программное обеспечение SystemVue эти параметры вводятся как элементы описанной в предыдущем подразделе модели системы.

Техническое решение, разработанное специалистами компании Agilent, показано на рисунке 1. Три первых элемента слева предназначены для генерации сигналов, необходимых для испытания передатчика и приёмника. Анализатор сигналов используется для контроля испытательных сигналов.



Рисунок 1 - Конфигурация системы генератора радиолокационной цели

Отправной точкой является схема моделирования в среде SystemVue, как показано на рисунке 2. В верхней левой части

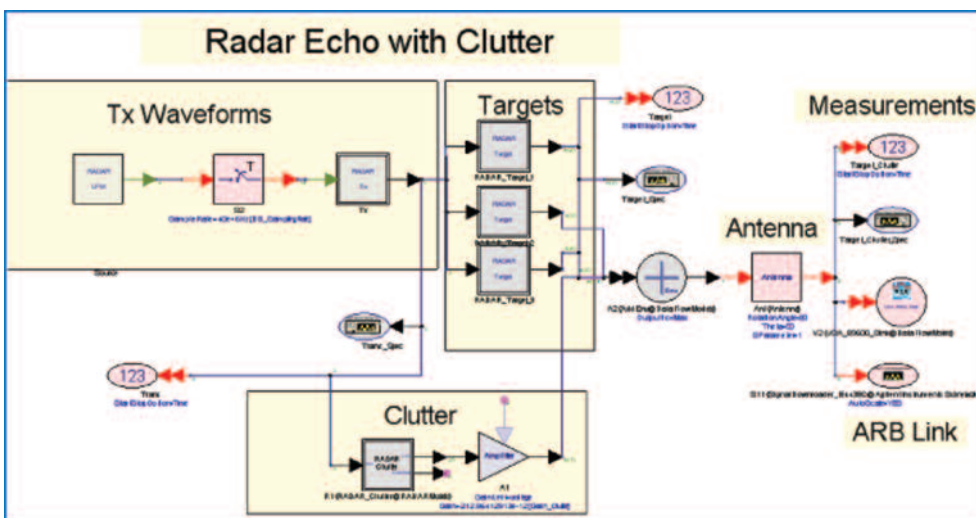


Рисунок 2 - Пример экрана SystemVue, отображающего схему генератора радиолокационной цели

изображён генератор сигнала передатчика ("Tx Waveforms"), формирующий сигнал модуляционной полосы, который затем модулируется. Затем создаются три сигнала цели, скомбинированные друг с другом, с мешающими сигналами и вводятся в модель антенны. Полученный в результате сигнал может быть проанализирован внутри SystemVue и, когда сценарий окончательно сформирован, загружен в генератор сигналов произвольной формы.

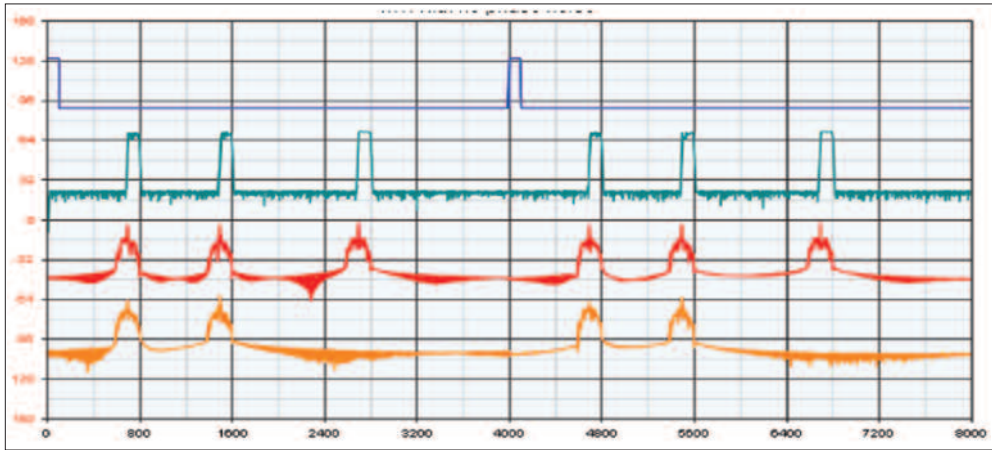


Рисунок 3 - Результаты моделирования передаваемого сигнала (синий), трёх принятых эхо-сигналов от цели (зелёный), принятых эхо-сигналов с помехами (красный) и эхо-сигнал после обработки МТП (селекция движущихся целей) (оранжевый).

На рисунке 3 показаны результаты моделирования трёх целей со своими значениями дальности 500, 1500 и 2500 метров и скоростями 100, 200 и 0 м/с. Как видно из рисунка, обработка с целью селекции движущихся целей (МТП) удалила неподвижную цель (со скоростью 0 м/с) из оранжевого графика.

На рисунке 4 показана имитация сигнала, созданного в среде SystemVue и затем загруженного в векторный генератор сигналов E4438C серии ESG компании Agilent, имеющий возможность генерации сигналов произвольной формы. Четыре графика представляют в различных формах испытательный ВЧ сигнал, который эмулирует эхо-сигналы от трёх целей.

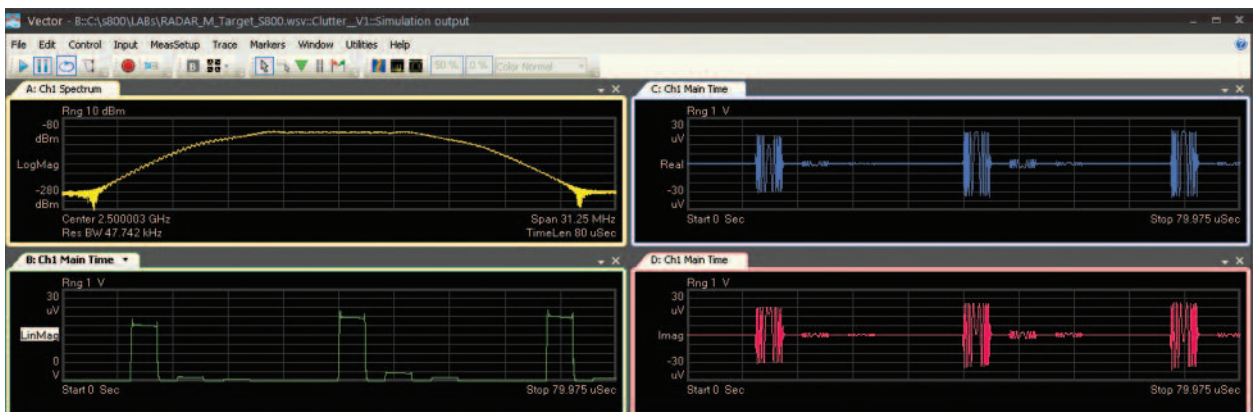


Рисунок 4 - Генерируемые сигналы испытания РЛС: спектр принятого сигнала (жёлтый); отражения от цели с помехами, представленные в виде амплитуды (зелёный), действительной части (синий) и мнимой части (красный)

Испытательная платформа для сверхширокополосной РЛС и её применение

Основные элементы сверхширокополосной испытательной системы (UWB) показаны на рисунке 5. Они образуют систему для испытания компонентов, в которой различные сверхширокополосные сигналы, генерируемые в среде SystemVue, загружаются в широкополосный генератор

сигналов произвольной формы (ГСПФ), преобразуются в более высокочастотный диапазон векторным генератором сигналов и используются в качестве испытательных сигналов для аппаратных компонентов. Осциллограф, имеющий режим реального времени сбора данных, обеспечивает анализ формы сигнала собственными средствами и поддерживает анализ сигналов с помощью программного обеспечения 89600B VSA, работающего на ПК.

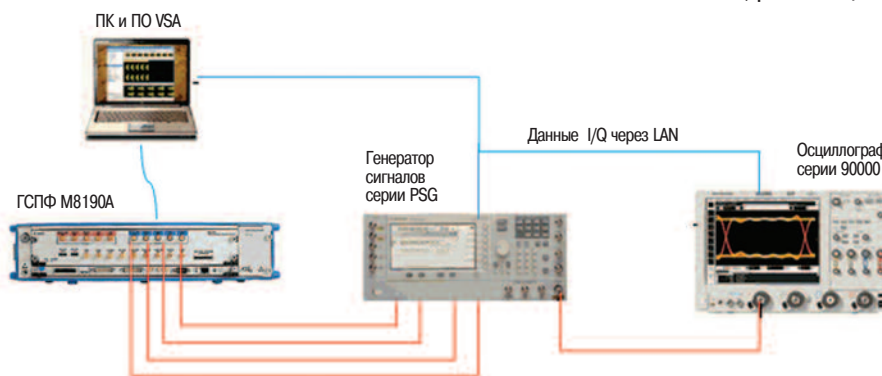


Рисунок 5 - Конфигурация системы для испытательной платформы сверхширокополосной РЛС

Эта система была использована для создания сигнала сверхширокополосной РЛС с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), показанного на рисунке 6. Сигнал был создан в среде SystemVue и загружен в генератор сигналов произвольной формы M8190A компании Agilent. Выходной сигнал этого генератора подавался на модуляционные I/Q входы векторного генератора сигналов. Результирующий сигнал имел полосу 1 ГГц и период повторения импульсов 1 мкс.

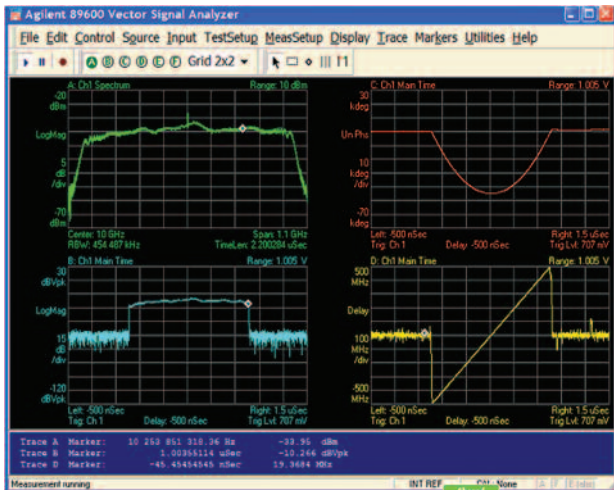


Рисунок 6 - Спектр, временная область, фаза и групповое время запаздывания сигнала сверхширокополосной РЛС с ЛЧМ

Аналогичная конфигурация может быть использована для создания сверхширокополосных импульсных сигналов, как показано на рисунке 7. Как показывают измерения, сделанные с помощью векторного анализатора сигналов M9392A в формате PXI компании Agilent, в приведённом примере полоса частот сигнала 250 МГц и период повторения импульсов 1 мкс.

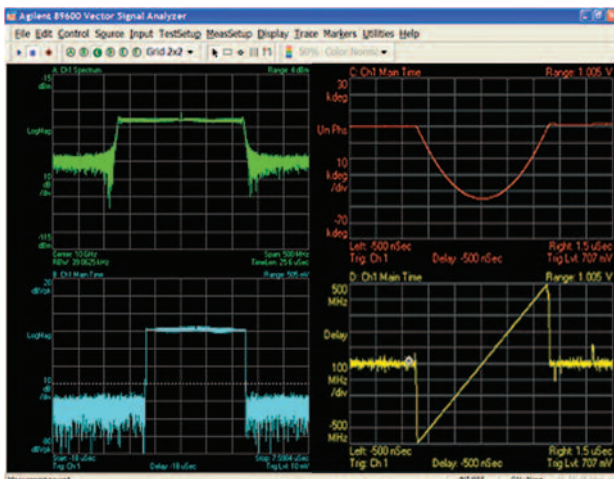


Рисунок 7 - Спектр, временная область, фаза и групповое время запаздывания сигнала импульсной сверхширокополосной РЛС

Заключение

В реальных условиях РЛС приходится работать в сложной сигнальной среде: много целей, мешающие отражения от земной или морской поверхности, преднамеренные активные помехи, радиопомехи, сигналы беспроводных систем связи и другие виды электромагнитных помех. Как показано в этих заметках, комбинация SystemVue и его библиотеки Radar Model Library составляет мощное ядро моделирования при создании сложных и реалистичных радиолокационных сценариев, имитирующих до трёх эхо-сигналов от целей. Система, включающая SystemVue и генератор сигналов произвольной формы компании Agilent, представляет универсальное решение для испытания передатчиков, приёмников, подсистем и компонентов РЛС. Этот подход может использоваться для широкого круга существующих и будущих РЛС: импульсно-доплеровских, РЛС, использующих антенную решётку с цифровым сканированием, широкополосных, сверхширокополосных (UWB), с частотно-модулированной непрерывной несущей (FMCW), РЛС с синтезированной апертурой (SAR) и других.

Сопутствующая литература

- Agilent SystemVue ESL design software (программное обеспечение для проектирования на системном уровне SystemVue компании Agilent), брошюра, номер публикации 5990-4731EN
- Agilent SystemVue W1905 Radar Model Library (библиотека W1905 моделей РЛС в составе SystemVue), брошюра, номер публикации 5990-6347EN
- Agilent M8190A 12 GSa/s arbitrary waveform generator (генератор сигналов произвольной формы Agilent M8190A с частотой дискретизации 12 Гвыб/с), технические данные, номер публикации 5990-7516EN
- Agilent 81180A 4.2 GSa/s arbitrary waveform generator (генератор сигналов произвольной формы Agilent 81180A с частотой дискретизации 4,2 Гвыб/с), технические данные, номер публикации 5990-5697EN
- Agilent E8267D PSG vector signal generator (векторный генератор сигналов Agilent E8267D PSG), технические данные, номер публикации 5989-0697EN
- Agilent 89600B vector signal analysis software (программное обеспечение векторного анализа сигналов 89600B компании Agilent), брошюра, номер публикации 5990-6553EN
- Сведения о MATLAB: www.mathworks.com/products/matlab и www.agilent.com/find/matlab

www.agilent.com

www.agilent.com/find/ad

Для получения дополнительной информации по продуктам компании Agilent Technologies, предназначенным для измерений и испытаний, а также по их применению и обслуживанию, пожалуйста, обращайтесь в Российское представительство компании Agilent Technologies по адресу:

**Россия, 113054, Москва,
Космодамианская набережная, д. 52, стр. 3**

Тел: (495) 797 3963, 797 3900

Факс: (495) 797 3902, 797 3901

E-mail: tmo_russia@agilent.com

или посетите нашу страницу в сети Internet по адресу: www.agilent.ru

Технические характеристики и описания изделий, содержащиеся в данном документе, могут быть изменены без предварительного уведомления.

© Авторское право Agilent Technologies, Inc. 2012

Отпечатано в России в апреле 2012 года

Номер публикации 5990-7533RURU