

R&S SMW200A – ИЗЯЩНОЕ ИСКУССТВО ГЕНЕРАЦИИ СИГНАЛОВ

Н.Елисеев

26 апреля компания Rohde & Schwarz (R&S) – ведущий производитель контрольно-измерительной аппаратуры – представила новый векторный генератор сигналов SMW200A. Этому событию была посвящена пресс-конференция "Изящное искусство генерации сигналов" (The fine art of signal generation), которая прошла в офисе R&S в Мюнхене. На ней было подробно рассказано об особенностях и возможностях нового прибора – флагманской модели в линейке векторных генераторов сигналов R&S. По окончании презентации участники пресс-конференции беседовали со специалистами компании Rohde & Schwarz и знакомились с работой нового генератора. Материалы пресс-конференции легли в основу предлагаемой статьи.

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ

Разрабатывая новую модель генератора, специалисты R&S ориентировались на требования, выдвигаемые современными приложениями, в первую очередь в области телекоммуникаций. Вот некоторые из них [1].

Сегодня все более и более широко применяются различные мобильные устройства (смартфоны, планшеты и др.) и быстро увеличиваются объемы передаваемой на них информации (содержимое web-сайтов, карты, изображения, фильмы, телепередачи). Поэтому современные телекоммуникационные системы должны обеспечивать все большие скорости передачи данных. Один из путей решения этой задачи – расширение полосы частот, используемой для передачи сигналов. Так, в стандарте WLAN

IEEE 802.11ac она достигает 160 МГц. А в случае агрегации несущих частот (carrier aggregation), применяемой в LTE-Advanced, ширина полосы может достигать до 100 МГц (при использовании пяти несущих). Соответственно, необходимы генераторы сигналов, обеспечивающие такие полосы.

Часто на одной и той же территории работают несколько систем сотовой связи. Например, в Германии используются одновременно сети стандартов GSM, UMTS, CDMA2000 и LTE с пересекающимися частотными диапазонами, и их сигналы могут влиять друг на друга. Поэтому при разработке телефонов и приемопередающих устройств базовых станций нужны генераторы сигналов, способные имитировать взаимодействие сигналов от различных источников.

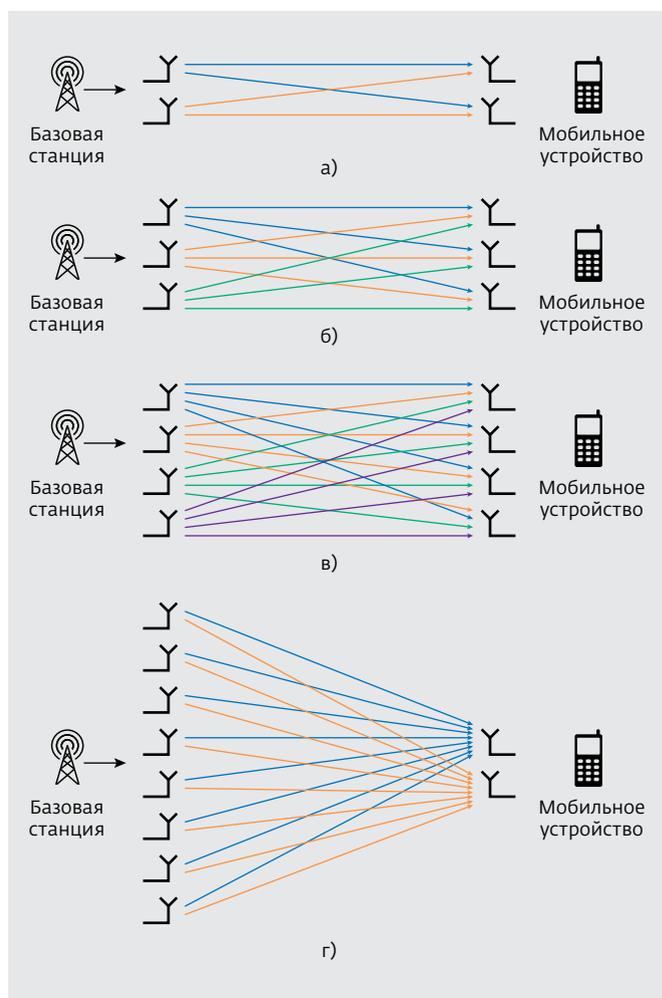


Рис.1. Различные варианты MIMO-систем: а – 2x2 (напр. UMTS HSPA+); б – 3x3 (напр. WLAN); в – 4x4 (напр. LTE FDD); г – 8x2 (напр. TD-LTE)

Схожие проблемы возникают и при использовании компонентов базовых станций мультимедийных сетей.

Еще одна группа требований связана с применением систем MIMO (Multiple Input Multiple Output), в которых имеется по несколько антенн со стороны приемного и передающего устройств. Есть различные конфигурации MIMO-систем, используемые в тех или иных телекоммуникационных стандартах (рис.1). Современные генераторы сигналов призваны обеспечивать имитацию всех вариантов MIMO.

В реальных условиях сигналы редко распространяются по прямой линии между передающим и приемным (в том числе движущимся) устройствами без помех. На своем пути они претерпевают многочисленные отражения, затухания, фазовые и доплеровские

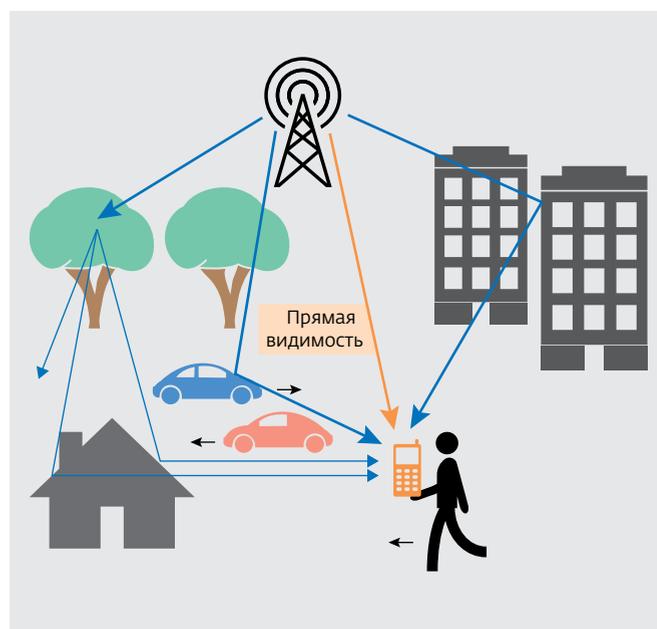


Рис.2. Схема распространения сигнала в реальных условиях

сдвиги и др. (рис.2) [2]. В результате сигналы ослабевают, искажаются и приходят к приемнику по нескольким путям. Это может нарушить работу телекоммуникационных систем. Поэтому для отладки таких систем нужны устройства, позволяющие имитировать искажения сигналов. Особенно удобно это делать с помощью одного прибора – генератора сигналов.

SMW200A – ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Векторный генератор сигналов SMW200A (рис.3) – это универсальный инструмент, сочетающий функции нескольких приборов [3-5]. Он может быть оснащен (в зависимости от комплектации) генераторами модулирующих сигналов с полосой до 160 МГц (в РЧ-области) (до двух модулей), I/Q-модулятором, ВЧ-генераторами



Рис.3. Векторный генератор сигналов SMW200A

Вольфганг Кернчен (Wolfgang Kernchen),

директор подразделения генераторов сигналов, аудиоанализаторов и измерителей мощности компании R&S

Наши генераторы сигналов должны быть всегда лучше, чем тестируемое с их помощью оборудование. Чтобы удовлетворить этому требованию, нужны компоненты с соответствующими характеристиками. К сожалению, у сторонних производителей их купить невозможно. Те, что есть, хороши, например, для базовых станций сотовой связи, но не годятся для приборов, с помощью которых эти станции тестируются. Поэтому несколько лет назад мы стали разрабатывать собственные микросхемы. Мы уже приобрели большой опыт в этом деле и продолжаем его накапливать, постоянно ищем квалифицированных специалистов в данной области. Большинство ключевых компонентов для генераторов сигналов разрабатываем сами. Эта работа ведется как в Германии, так и в R&D-центре компании R&S в США, где работают

несколько очень хороших специалистов по проектированию микросхем.

Но, разумеется, важны не только комплектующие и достигнутые с их помощью спецификации приборов. Большую роль играют творческие подходы, идеи, заложенные в разработку генераторов сигналов. В первую очередь те, что обеспечивают удобство их использования, продуманный пользовательский интерфейс, а также меньшее число кабелей и внешних приборов, отсутствие дополнительных калибровок. Все это реализовано в генераторе SMW200A. И если сравнить, например, процесс разработки или тестирования базовых станций с использованием различных генераторов сигналов, то окажется, что с помощью SMW200A сделать это можно проще и быстрее, чем с другими приборами с аналогичными спецификациями.

с диапазоном частот от 100 кГц до 3 или 6 ГГц (до двух модулей), имитаторами замираний сигналов (до четырех модулей). Встроенные генераторы обеспечивают до восьми источников модулирующих сигналов. В SMW200A заложены также функции имитации шума в каналах распространения сигналов (AWGN - Additive white Gaussian noise). При необходимости к SMW200A можно подключать внешние генераторы модулирующих (I/Q) сигналов (до двух, через входы на передней панели) - тогда полосу модуляции можно расширить до 2 ГГц. Можно также подсоединить до двух отдельных РЧ-генераторов R&S SCS100A, на которые подаются модулирующие сигналы с SMW200A. Благодаря таким возможностям SMW200A позволяет реализовывать различные схемы формирования сигналов (от простых одноканальных до сложных многоканальных), а также обеспечивает имитацию ослабления сигналов при распространении в реальных условиях.

В генераторе SMW200A предусмотрена встроенная программная поддержка всех важных цифровых стандартов: LTE/LTE-Advanced, 3GPP FDD/HSPA/HSPA+, GSM/EDGE/EDGE Evolution, TD-SCDMA и WLAN IEEE 802.11a/b/g/n/ac и др. В отличие от многих других предложений, при-

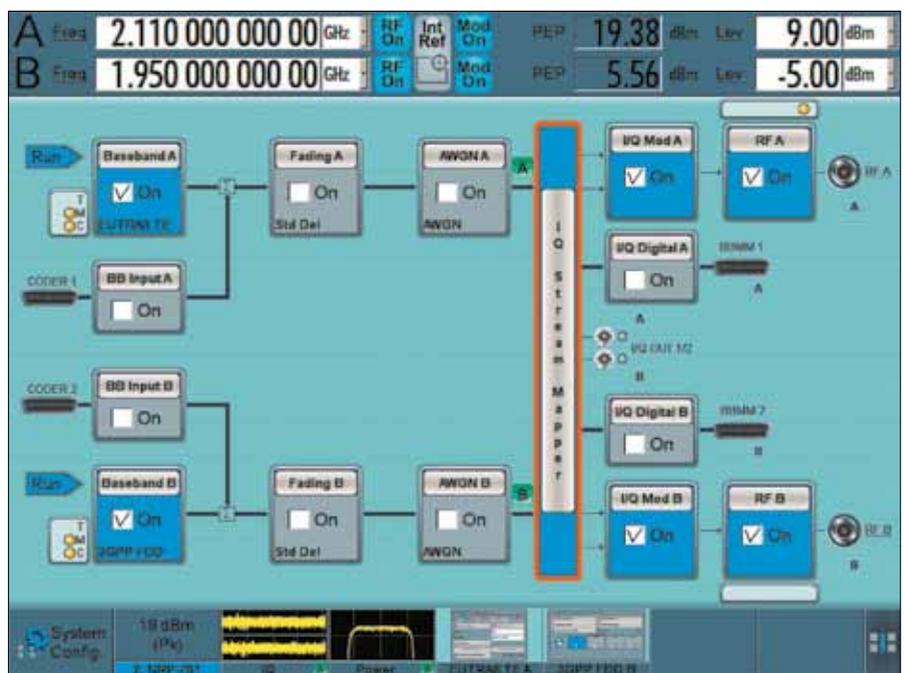


Рис.4. Экран генератора SMW200A

существующих на рынке, сигналы этих стандартов можно конфигурировать и генерировать непосредственно в SMW200A, без привлечения дополнительного программного обеспечения на внешнем компьютере. В генераторе также предустановлены различные типовые сценарии затухания сигнала. Все это упрощает работу и значительно сокращает время тестирования.

Удобство и скорость работы с генератором SMW200A обеспечиваются также исключительно продуманным интерфейсом пользователя, которому разработчики уделяли особое внимание. SMW200A имеет большой сенсорный экран, на нем, как и в ряде других приборов R&S, отображается блок-схема его текущей конфигурации и пути прохождения сигналов, а также значения различных параметров (рис.4). Подключение и отключение нужного модуля выполняется простым нажатием на его пиктограмму, а конфигурирование канала - "перетаскиванием" соответствующих линий. Параметры сигналов настраиваются через всплывающие меню, в которых есть специальные закладки для быстрого доступа к различным опциям. Контекстная справочная система обеспечивает информацию о каждом используемом параметре. Такой интерфейс позволяет за считанные минуты, а иногда и секунды, выбрать и настроить необходимую конфигурацию.

В нижней части экрана выводятся различные диаграммы и таблицы сигналов: временные зависимости I- и Q-сигналов, спектры, констелляционные диаграммы и другие данные, отражающие состояние сигналов в реальном времени. Пользователь может выбрать типы отображаемой информации и точки прохождения сигнала, где проводятся измерения. Диаграммы можно увеличить и просмотреть

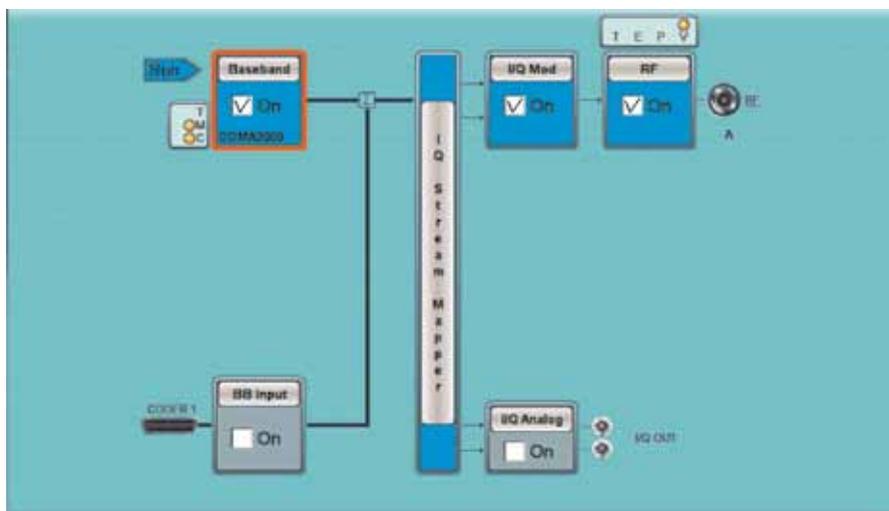


Рис.5. Пример одноканальной конфигурации SMW200A

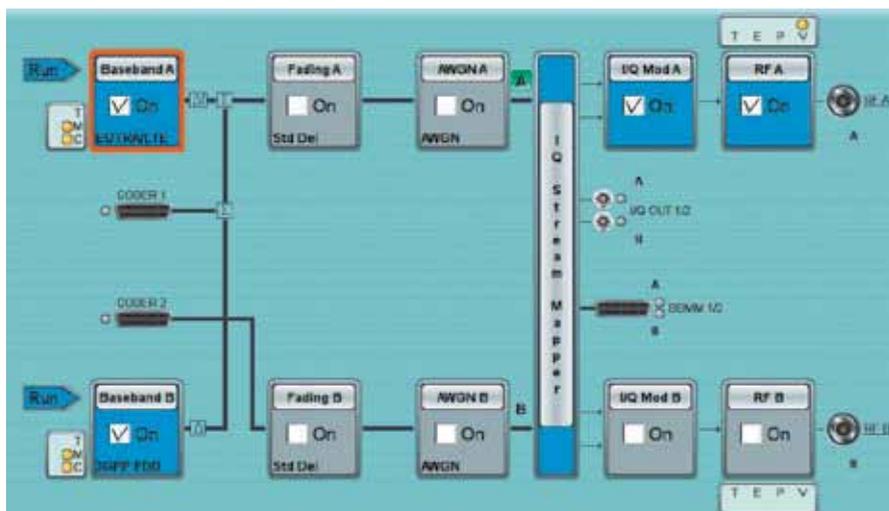


Рис.6. Пример двухканальной конфигурации SMW200A

в отдельных окнах. Таким образом, нет необходимости в дополнительных приборах для анализа генерируемых сигналов.

Генератор SMW200A отличается широкими возможностями модернизации. Пользователи могут приобрести генератор в минимальной комплектации и затем добавлять нужные опции по мере необходимости. Часть обновлений выполняется программным путем, причем для этого достаточно просто приобрести ключ активации. Так можно добавить поддержку различных телекоммуникационных стандартов, расширить полосу пропускания, нарастить память и реализовать еще ряд функций [5]. Другие обновления производятся аппаратным путем. SMW200A имеет модульную структуру, и в его корпус можно устанавливать дополнительные

платы. Таким способом можно добавить второй ВЧ-генератор, генераторы модулирующих частот, имитаторы замираний и др. Важно, что платы расширения легко устанавливаются со стороны задней панели без открывания корпуса и повторной калибровки генератора.

Еще одна отличительная особенность генератора SMW200A – очень высокое качество сигналов. Для тестирования современных высокопроизводительных телекоммуникационных устройств необходимы генераторы с намного лучшими радиочастотными характеристиками, чем у самого устройства. В противном случае результаты тестирования могут быть искажены самим генератором сигналов. SMW200A полностью отвечает этим требованиям и позволяет провести детальное исследование параметров тестируемых устройств во всех диапазонах их изменения.

16-разрядные ЦАП и РЧ-тракт с высокими характеристиками обеспечивают хорошие значения параметров I/Q-модуляции. Так, SMW200A генерирует сигналы стандарта WLAN IEEE 802.11ac в полосе частот 160 МГц с амплитудой вектора ошибок (EVM – error vector

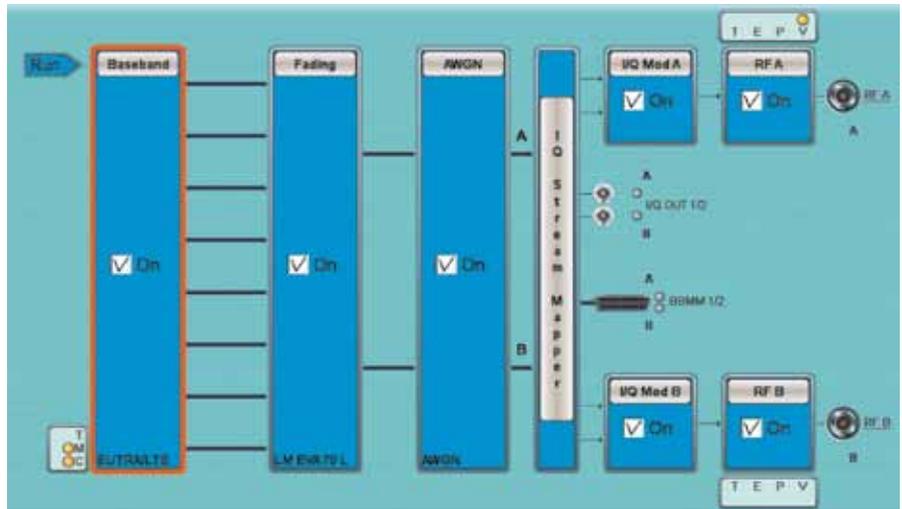


Рис.7. Реализация схемы MIMO 8x2

magnitude) равной -49 дБ (экспериментальное значение). Частотный отклик (frequency response) во всей полосе 160 МГц укладывается в диапазон 0,05 дБ.

Точность задания уровня сигнала у SMW200A не хуже 0,5 дБ (при частоте ≤3 ГГц) во всем диапазоне возможных уровней (от -128 до 18 дБм), причем в стандартном исполнении, без дополнительных опций. SMW200A характеризуется также очень коротким временем установления частоты и уровня сигналов (примерно 600 мкс) и малыми фазовыми шумами (-139 дБн при частоте 1 ГГц и отстройке 20 кГц).

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЙ

Рассмотрим, как применяется генератор SMW200A в различных приложениях. В относительно простой одноканальной конфигурации (рис.5) [3] его можно использовать для изменения параметров электронных компонентов мобильных устройств (например, фильтров) или базового тестирования приемников. Если добавить еще один генератор модулирующих сигналов, получится схема (рис.6), хорошо



Рис.8. Схема MIMO 4x4, реализованная с помощью генераторов сигналов SMW200A и SGS100A. А, В, С, D – ВЧ-каналы

Андреас Паули (Andreas Pauly),

руководитель направления разработки генераторов модулирующих сигналов компании R&S

Высокое качество приборов R&S обеспечивается во многом за счет того, что все производство – от изготовления печатных плат до сборки конечных продуктов – происходит на фабриках компании. Мы полностью контролируем качество всех комплектующих и отслеживаем весь производственный процесс. Это одна из составляющих. Другая составляющая того, как обеспечивается высокое качество продукции, заключается в том, что мы самостоятельно проектируем компоненты приборов. Например, набор микросхем для I/Q-модулятора, который используется в генераторе сигналов SMW200A, разработан в компании R&S.

подходящая для тестирования работы базовых станций. Здесь один и тот же генератор создает как полезный сигнал (в данном случае LTE), так и помеху (3GPP FDD). При этом можно задавать разные уровни сигнала и помехи.

Более сложные варианты применения - различные схемы MIMO. SMW200A позволяет реализовать самые разные сценарии: 2x2, 3x3, 4x4, 8x2, причем, с имитацией ослабления и шумов в каждом канале распространения сигнала (рис.7). Схемы 2x2 и 8x2 можно реализовать с помощью только SMW200A. Для схем с большим числом приемников нужны дополнительные ВЧ-каналы. Они обеспечиваются внешними генераторами сигналов SGS100A, которые подсоединяются к I/Q-выходам SMW200A (рис.8). Генераторы SGS100A автоматически появляются в соответствующих меню SMW200A и управляются с него. Такое решение для схем MIMO высокого порядка - самое компактное из доступных сегодня на рынке, потребляет мало энергии, сокращает число кабелей и упрощает синхронизацию приборов. Еще один пример - одновременная генерация сигналов различных стандартов, например, LTE и HSPA, с имитацией затухания (рис.9). Подобная схема может быть использована при тестировании базовых станций мультистандартных сетей.

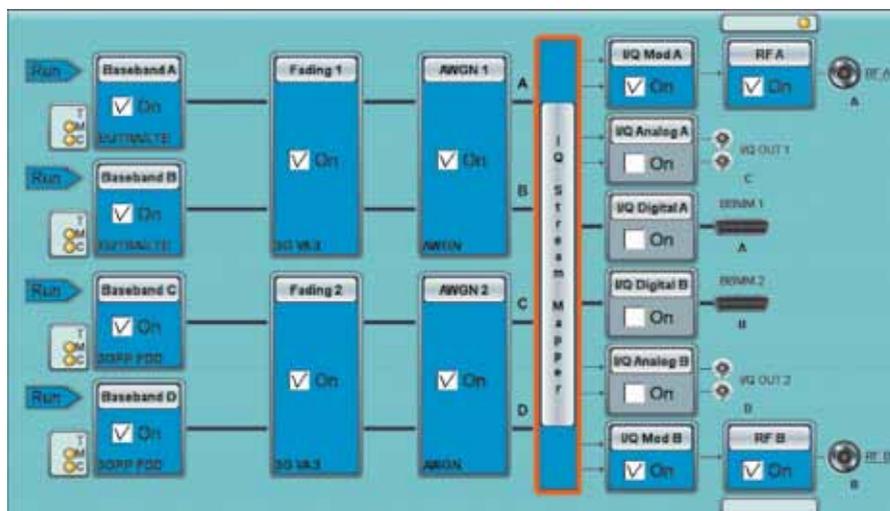


Рис.9. Одновременная генерация сигналов стандартов HSPA (с двумя несущими) и LTE (в конфигурации MIMO 2x2)

Таким образом, генератор сигналов SMW200A компании R&S - эффективный и удобный инструмент для анализа различных MIMO-систем и иных сложных приложений: LTE-Advanced (включая агрегацию частот несущих), мультистандартных сетей и др. А его большой красивый экран, на котором с помощью удобного пользовательского интерфейса можно формировать сценарии разнообразных приложений, открывает простор для творчества, и процесс генерации сигналов действительно становится чем-то похожим на изящное искусство.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Kernchen W.** The new R&S SMW200A. - Presentation on the Rohde & Schwarz press conference "The fine art of signal generation", April 26, 2012.
2. **Tröster-Schmid C.** Simulating Fading with R&S Vector Signal Generators. Application Note. - cdn.rohde-schwarz.com/dl_downloads/dl_application/application_notes/1gp99/1GP99_0E_Simulating_Fading_w_RS_SigGens.pdf
3. R&S SMW200A Vector Signal Generator. Product Brochure. - cdn.rohde-schwarz.com/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/SMW200A_bro_en_3606-8037-12_v0102.pdf
4. R&S SMW200A Vector Signal Generator. Datasheet. - cdn.rohde-schwarz.com/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/SMW200A_dat-sw_en.pdf
5. R&S SMW200A Vector Signal Generator. User manual. - cdn.rohde-schwarz.com/dl_downloads/dl_common_library/dl_manuals/gb_1/smw200a_1/SMW200A_UserManual.pdf

Андреас Паули

По мере того как телекоммуникационные стандарты становятся все более сложными, наши клиенты хотят сфокусироваться на своей работе, а не на том, как пользоваться генератором сигналов. Поэтому очень важно предложить им простое в эксплуатации контрольно-измерительное оборудование, чтобы они могли эффективно решать свои задачи, и не тратить слишком много времени на изучение приборов. Именно удобный пользовательский интерфейс и хорошая эргономика являются тем, что отличает тот или иной прибор от конкурентов.