

Полная
ГОТОВНОСТЬ К
СВЧ-измерениям

 **ROHDE & SCHWARZ**



Выдающиеся возможности измерения в диапазоне до 500 ГГц

Начиная с первых СВЧ-приложений для радиолокации, преимущество увеличенной полосы пропускания стало определяющим фактором для перехода технологий связи на СВЧ. Все началось с передачи сигналов по спутниковой связи и продолжилось обменом данными посредством кабельного телевидения и локальных беспроводных сетей, таких как Wi-Fi, и современных стандартов цифровой сотовой связи, таких как LTE. Новые приложения в автомобильной и аэрокосмической промышленности, а также в областях испытаний материалов и технологий видеосвязи также поддержали тенденцию по переходу электронных технологий на еще более высокие частоты.

Польза инноваций

Компания Rohde & Schwarz с самого начала продвигала инновационные решения в области ВЧ-технологий, начиная с первого частотомера, разработанного в 1933 году. Мы сыграли ключевую роль в развитии методов тестирования технологий связи, что стало возможным благодаря таким разработкам, как анализаторы спектра и сигналов с полосой анализа до 500 МГц и исключительно низким уровнем шума даже в гигагерцовом диапазоне частот. Уникальные многопортовые анализаторы цепей, инновационные генераторы сигналов с двумя сигнальными трактами, объединенными одним прибором, и измерители мощности с поддержкой технологии R&S® Smart Sensor Technology – дополнительные примеры ведущих решений компании Rohde & Schwarz. Кроме того, мы предлагаем полную линейку продуктов для проведения испытаний на ЭМС – от автономных устройств до полностью готовых тестовых камер. Широкий спектр ВЧ- и СВЧ-принадлежностей для калибровки и измерения дополняют линейку наших инновационных решений. Контрольно-измерительные системы Rohde & Schwarz обеспечивают исключительную гибкость аппаратного и программного обеспечения, что позволяет оперативно адаптировать решения к изменяющимся требованиям.

Непревзойденное качество продукции

Требования к контрольно-измерительному оборудованию в области СВЧ являются даже более строгими, чем к самим СВЧ-устройствам. Компания Rohde & Schwarz формирует практически всю корпоративную цепочку создания добавленной стоимости. Наши основные области специализации включают разработку и изготовление СВЧ модулей, а также высокоуровневую интеграцию контрольно-измерительных компонентов и средств связи. Наличие собственных производственных мощностей позволяет нам осуществлять строгий контроль качества, что может быть достигнуто только совместными усилиями специалистов в областях разработки и производства.

Полная готовность к СВЧ-измерениям

Контрольно-измерительное оборудование компании Rohde & Schwarz востребовано во всем мире и используется при формировании или анализе сигналов в лабораториях, на этапах изготовления или при проведении полевых испытаний, начиная с диапазона звуковых сигналов и заканчивая диапазоном СВЧ. Изготовители бытовой электроники, средств связи, аэрокосмической, оборонной и автомобильной техники, а также компании, специализирующиеся во многих других областях, используют продукцию Rohde & Schwarz для оперативного вывода своих инновационных решений на рынок в соответствии с техническими требованиями.

Многочисленные филиалы и представительства компании Rohde & Schwarz не только гарантируют оперативную и надежную поддержку в любой точке мира, но и обеспечивают защиту инвестиций наших клиентов благодаря предоставлению услуг комплексного сервисного обслуживания и технической поддержки. Наши решения обеспечивают поддержку на всех этапах производственного цикла – от научных исследований и разработки до сертификации, изготовления и эксплуатации.



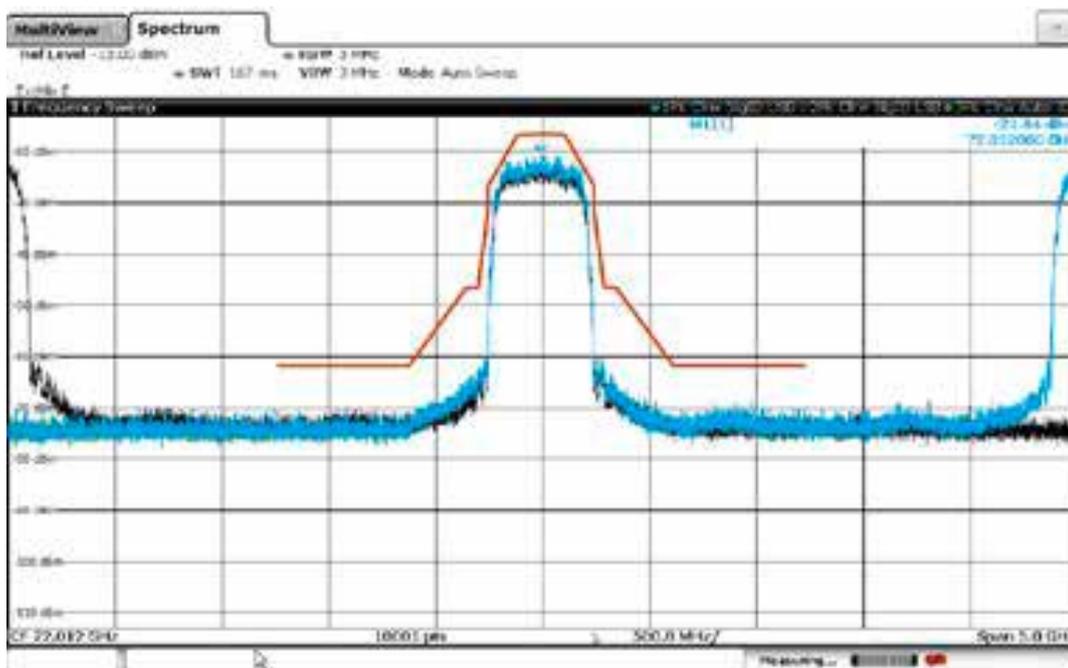
Измерения в широкой полосе частот

Новые правила распределения частот в диапазоне E для линий СВЧ-связи сделали возможным внедрение линий с высокой скоростью передачи информации, использующих технологию широкополосной модуляции. Переход к высоким частотам и широкой полосе ставит новые задачи контроля и измерений спектра или выходной мощности передатчиков и определения соответствия требованиям по маске спектральной плотности, установленным соответствующими стандартами. Кроме того, для обеспечения соответствия требованиям к коэффициенту битовых ошибок (BER) необходимо проведение анализа широкополосной модуляции.

Измерения спектра в диапазоне E с использованием смесителей на гармониках

Для проведения измерений спектра в диапазоне E необходимо совместное использование анализаторов спектра и внешних смесителей на гармониках. В смесителях выполняется умножение сигнала гетеродина анализатора спектра и используется соответствующая гармоника для понижающего преобразования измеряемого сигнала миллиметрового диапазона с переносом на промежуточную частоту анализатора. Множественные отклики и отклик по зеркальному каналу, возникающие в результате использования данной установки, могут быть устранены при использовании немодулированных сигналов. При использовании сигналов с широкополосной модуляцией эта задача усложняется.

Анализатор спектра и сигналов R&S®FSW обеспечивает возможность работы на промежуточной частоте 1,3 ГГц, позволяя избежать возникновения зеркальных каналов в диапазоне частот 2,6 ГГц. Таким образом, тестирование сигналов с широкополосной модуляцией на соответствие требованиям по EIRP-маске спектральной плотности может быть проведено без необходимости распознавания сигналов, даже если маска охватывает несколько гигагерц. Последнее поколение смесителей на гармониках компании Rohde & Schwarz, таких как R&S®FS-Z90 (от 60 до 90 ГГц), позволяет добиться действительно беспрецедентного динамического диапазона. Смеситель имеет стандартное значение потерь преобразования 23 дБ на частоте 80 ГГц, в результате чего средний уровень собственного шума (DANL) равен приблизительно -150 дБмВт (1 ГГц) для всей измерительной установки, включая анализатор R&S®FSW. Благодаря точке компрессии 1 дБ при номинальном значении -3 дБмВт динамический диапазон идеально подходит для проведения тестирования по маске спектральной плотности. Технические требования Европейского института телекоммуникационных стандартов (ETSI) определяют значение подавления 50 дБ для внеполосного излучения, что может быть с легкостью достигнуто с помощью данной установки при использовании сигнала диапазона E с полосой частот 500 МГц.



Измерение сигнала диапазона E с полосой частот 500 МГц с помощью анализатора спектра и сигналов R&S®FSW. Входной сигнал и сигнал зеркального канала разнесены на 2,6 ГГц, что значительно упрощает тестирование по маске спектральной плотности и анализ качества модуляции широкополосных сигналов.

Смеситель на гармониках R&S®FS-Z90 также оснащен устройством развязки по входу, что позволяет добиться низкого значения KCBH менее 1,4. Величина погрешностей измерения мощности, вызванных отражениями на входе вследствие рассогласования, как правило, снижена в 5 раз по сравнению со смесителями без устройств развязки. Использование устройств развязки позволяет значительно уменьшить погрешности измерения.

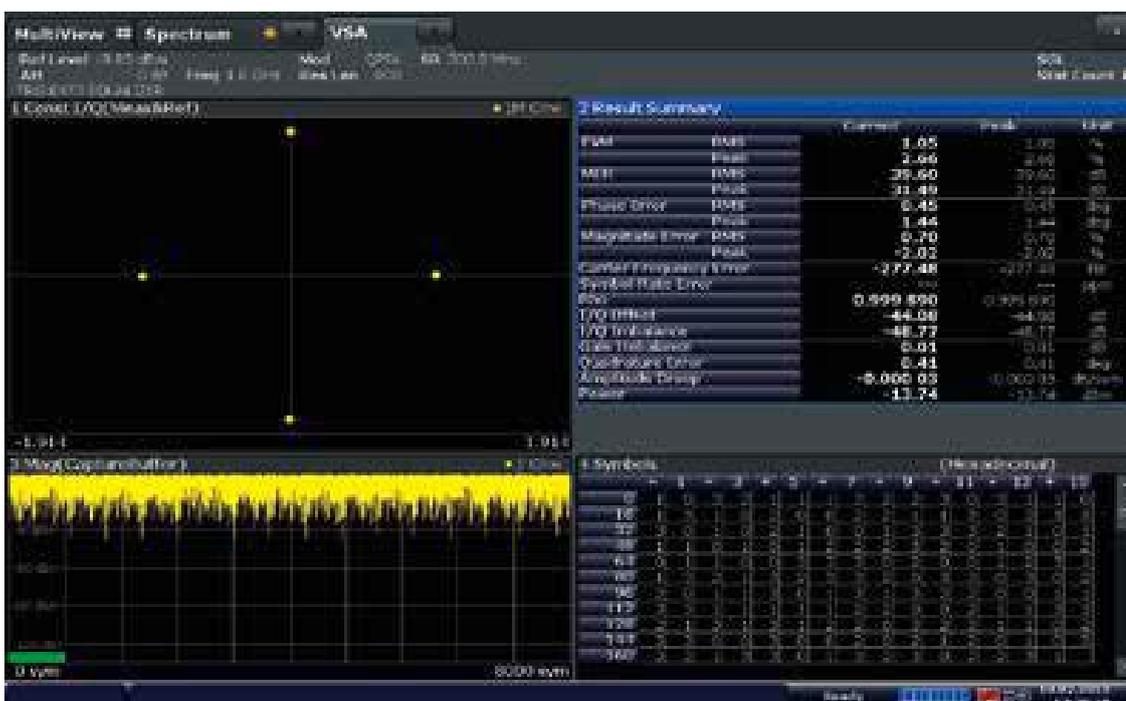
Анализ широкополосной модуляции

Помимо спектра прибор R&S®FSW также позволяет измерять качество модуляции. Благодаря широкой полосе анализа 500 МГц (опция R&S®FSW-B500) прибор R&S®FSW позволяет захватывать широкополосные сигналы, демодулировать их с помощью опции анализа векторных сигналов R&S®FSW-K70 и анализировать качество модуляции. Модуль вектора ошибки (EVM) как мера качества модуляции, а также ошибка по частоте, ошибка символьной скорости и ряд других параметров могут быть измерены и отображены в виде таблиц и графиков. Например, фаза и амплитуда отображаются на диаграмме сигнального созвездия, что позволяет пользователю оперативно оценить качество модуляции.

R&S®NRP-Z58: датчик мощности, работающий в непрерывном диапазоне от 0 до 110 ГГц

Измерения мощности широкополосных источников с 1 мм измерительными портами на частотах до 110 ГГц выполняются с помощью термодатчика мощности R&S®NRP-Z58. Поддержка непрерывного частотного диапазона от 0 до 110 ГГц с диапазоном измерения мощности от 0,3 мВт (-35 дБмВт) до 100 мВт (+20 дБмВт) устраняет необходимость в использовании нескольких датчиков и сложных установок.

Датчики мощности R&S®NRP-Zxx сразу же готовы к эксплуатации. В отличие от обычных датчиков мощности отсутствует необходимость в выполнении калибровки перед проведением измерения, поскольку характеристики датчиков полностью определены по частоте, уровню и температуре и обладают долговременной стабильностью. Все калибровочные данные сохраняются в датчике. Датчики R&S®NRP-Z58 разработаны для широкополосных приложений, использующих технически сложные 1 мм разъемы, и могут быть подключены к интерфейсам волноводного тракта с помощью соответствующего адаптера. Функция коррекции S-параметров датчика обеспечивает возможность переноса опорной плоскости непосредственно к испытываемому устройству путем учета S-параметров адаптера. Этот же подход может быть применен при возникновении необходимости в использовании дополнительного аттенюатора в установке. Совместное сохранение в датчике калибровочных данных датчика и S-параметров адаптера упрощает измерительную установку и позволяет добиться более высокой точности измерения выходной мощности на прямом передатчике сигналов СВЧ-связи.



Модуляционный анализ QPSK-сигнала с полосой частот 300 МГц с помощью прибора R&S®FSW. Графические отображения, такие как диаграмма сигнального созвездия или зависимость входного сигнала от времени, а также значения, отображаемые в табличном виде, предоставляют краткую информацию о качестве модуляции.

Тестирование СВЧ-усилителей

Усилители мощности в современных системах связи должны соответствовать жестким требованиям. Для обеспечения такого соответствия требуется проведение испытаний ряда параметров, включая максимальное усиление, уровень гармоник, точку пересечения третьего порядка (TOI, IP3) и коэффициент шума. Измерение максимальной выходной мощности усилителя или увеличения уровня гармоник, вызванного усилителем, требует наличия "идеального" источника сигнала, т.е. источника, который обеспечивает высокую выходную мощность и низкий уровень гармоник.



Сравнительный анализ гармоник усилителя (основная гармоника, первая и вторая гармоники), выполняемый с помощью прибора R&S®FSW. При включении внутреннего фильтра низших гармоник прибора R&S®SMB100A (желтый цвет) точность измерения может быть увеличена приблизительно на 25 дБ.

Однотональные измерения

Аналоговый генератор сигналов R&S®SMB100A используется для проведения измерений однотональных сигналов. Прибор R&S®SMB100A обеспечивает высокий запас по выходной мощности и эффективно подавляет гармоники. Требуемый внутренний фильтр низших гармоник может быть включен при необходимости. Измерение гармоник СВЧ-усилителя на частоте 10 ГГц может быть выполнено при заданной выходной мощности до +19 дБмВт (как правило, это значение сильно превышено на 25 дБмВт). При включении фильтра низших гармоник последние могут быть подавлены в приборе R&S®SMB100A по меньшей мере на 50 дБн.

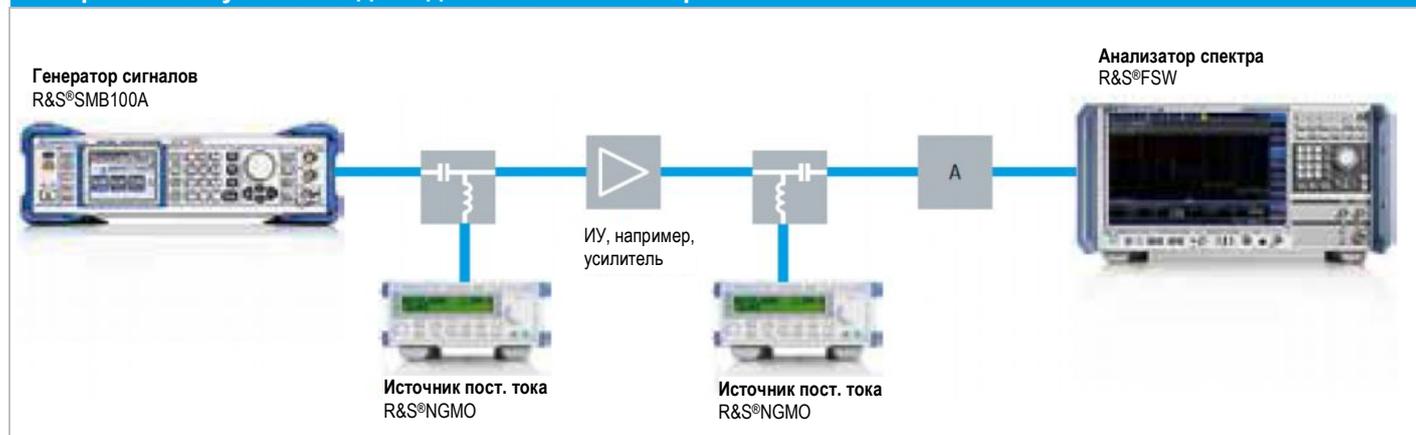
Для измерения гармоник усилителя, т.е. его реальных рабочих характеристик, а не характеристик генератора сигналов, следует включить внутренний фильтр низших гармоник прибора R&S®SMB100A. Использование внутреннего фильтра низших гармоник помогает увеличить точность измерения гармоник усилителя приблизительно на 25 дБ.

Благодаря ЖИГ-преселекции в диапазоне СВЧ анализаторы спектра и сигналов, такие как R&S®FSW, позволяют проводить измерения гармоник в очень широком динамическом диапазоне более 100 дБ. Использование дополнительных переключаемых фильтров позволяет расширить частотный диапазон, в котором возможно достижение динамического диапазона вплоть до нескольких сотен МГц. Функция измерения гармоник по нажатию кнопки определяет частоту основной гармоники и уровень, а также и автоматически измеряет гармоники вплоть до заданного порядка в нулевой полосе обзора.

Двухтональные измерения

Самым распространенным способом определения нелинейных характеристик компонентов является измерение точки IP3. Соответствующая измерительная установка состоит из двух генераторов сигналов для формирования двухтонального сигнала и анализатора спектра для измерения коэффициента интермодуляционных искажений. Эта установка позволяет добиться наиболее широкого диапазона измерения; передовые анализаторы, такие как R&S®FSW, обеспечивают свободный от нелинейных искажений динамический диапазон более 120 дБ.

Измерительная установка для однотональных измерений



Измерительная установка состоит из генератора сигналов R&S®SMB100A, анализатора спектра и сигналов R&S®FSW для отображения результатов измерения и двух источников постоянного тока R&S®NGMO для задания напряжений затвора и стока. Вследствие очень высокой выходной мощности требуется использование дополнительного аттенюатора (A) для защиты входного порта анализатора спектра.

Функция измерения прибора R&S®FSW автоматически определяет уровень двух несущих сигнала и интермодуляционных составляющих и вычисляет значение TOI.

Двухтональные измерения с помощью анализатора цепей

Другим способом проведения измерений нелинейных искажений усилителей является использование анализатора цепей, такого как R&S®ZVA. Анализатор цепей объединяет источники сигнала и приемники в одном приборе. Хотя достижимый динамический диапазон, в котором отсутствуют нелинейные искажения, будет меньше, чем в испытательной установке с отдельными приборами, анализаторы цепей позволяют измерять нелинейные искажения и определять S-параметры усилителя.

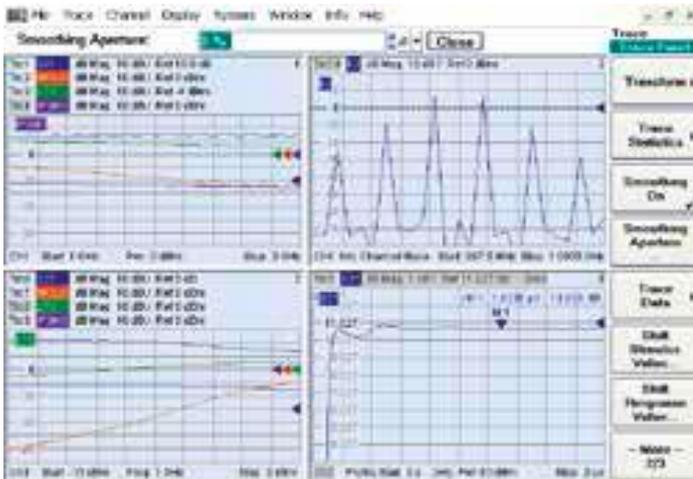
Два внутренних источника сигнала прибора R&S®ZVA формируют двухтональный сигнал, подаваемый на порт 1 и используемый в качестве тестового сигнала для усилителя. Если уровни выходной мощности превышают +27 дБмВт, необходимо включить аттенюатор (А) перед портом 2 для защиты последнего от повреждений. Внутренний ступенчатый аттенюатор прибора R&S®ZVA предотвращает возникновение сжатия динамического диапазона в приемнике. Напряжение питания может быть подведено к измерительным портам по входам постоянного смещения, расположенным на задней панели прибора R&S®ZVA.

Все настройки интермодуляционных измерений автоматически задаются с помощью программы-мастера прибора R&S®ZVA. Другие интермодуляционные составляющие, такие как IP3, IP5 и IP7, а также спектр могут быть отображены в виде кривых. Двухтональные сигналы могут быть просканированы по частоте или мощности. Кроме того, возможно проведение сканирования по частоте с изменяющимся расстоянием между тонами и измерения с использованием импульсных тестовых сигналов. Полноценный набор функций прибора R&S®ZVA упрощает задачу определения характеристик СВЧ-усилителей.

Установка для двухтональных измерений



Измерительная установка состоит из векторного анализатора цепей R&S®ZVA для формирования двухтонального сигнала на порте 1 и отображения результатов измерения и двух источников постоянного тока R&S®NGMO для задания напряжений затвора и стока посредством внутренних сепараторов питания R&S®ZVA.



Интермодуляционные измерения для усилителя в импульсном режиме.

Установка для однотоных измерений

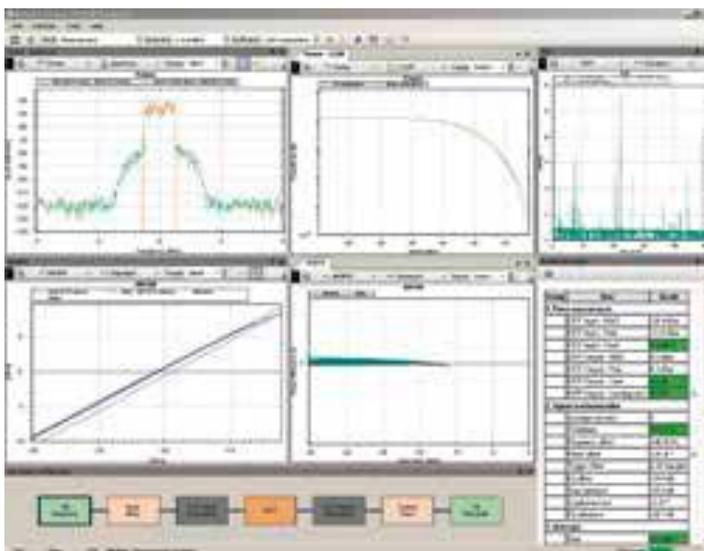


Измерительная установка состоит из двух генераторов сигналов R&S®SMB100A, анализатора спектра и сигналов R&S®FSW для отображения результатов измерения и двух источников постоянного тока R&S®NGMO для задания напряжения затвора и стока.

Определение параметров усилителя с помощью модулированных сигналов

Предыскажение – это метод, широко используемый для достижения более высокой выходной мощности без увеличения потребления электроэнергии. Расчет соответствующего предыскажения требует определения характеристик усилителя и моделирования характеристик искажения.

Графические результаты измерения с отображением наиболее важных параметров.



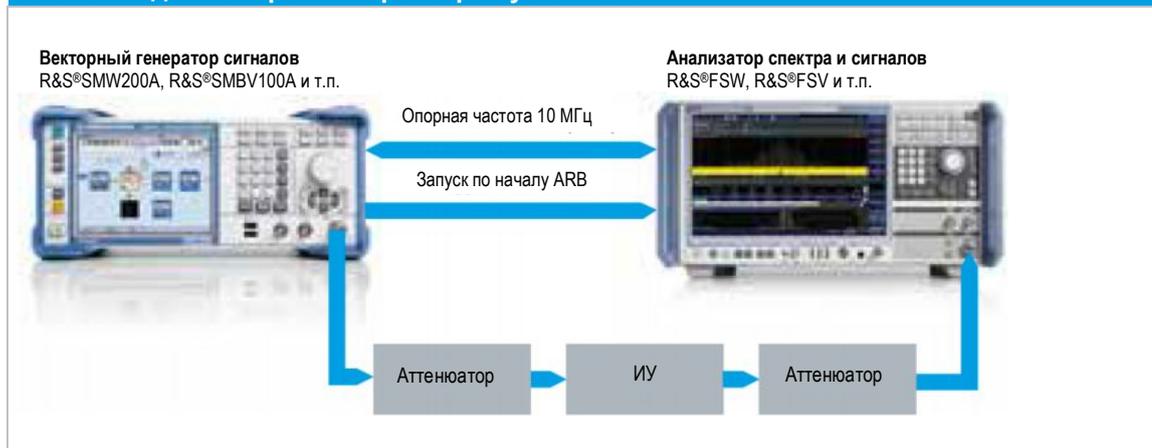
Измерения нелинейных искажений

ПО для анализа искажений R&S®FS-K130PC позволяет измерять и моделировать линейные и нелинейные искажения усилителей и смесителей. ПО выполняет сравнение известного модулированного опорного сигнала, который был сформирован внутренними или записан внешними средствами, с сигналом, измеренным на выходе усилителя, и определяет такие характеристики, как точка компрессии 1 дБ, TOI, преобразование AM/AM, преобразование AM/ФМ, коэффициент усиления и АЧХ. ПО также определяет модели усилителей и требуемое предыскажение для компенсации нелинейности усилителя.

Параметры усилителя определяются в реальных условиях работы, т.е. с использованием сигналов с соответствующей полосой частот и пик-фактором для целевого применения. ПО поддерживает модели различной сложности, включая полиномиальные, полиномиальные с памятью и модели Вольтерры. Измеренные данные, определенные характеристики усилителя и модели предыскажения могут быть экспортированы в виде файла формата .mat и использованы в MATLAB® для моделирования и реализации системы.

Проведение подробного моделирования требует использования анализатора сигналов для охвата всего частотного диапазона, ширина которого в 3-5 раз превышает полосу усиленного сигнала. Анализатор спектра и сигналов R&S®FSW с полосой анализа до 500 МГц обеспечивает возможность измерения даже усиленных сигналов с широкой полосой частот, например 160 МГц сигналов IEEE 802.11ac. В сочетании с ПО R&S®FS-K130PC анализатор позволяет упростить и ускорить процесс разработки таких линеаризованных компонентов, как усилители мощности.

Установка для измерений параметров усилителей



Определение параметров усилителей на полупроводниковой пластине

Определение характеристик транзисторов и усилителей на полупроводниковой пластине, как правило, требует использования других измерительных установок с многопроводными изменяемыми соединениями ИУ, что ухудшает сравнимость измерений.

Измерение всех параметров с помощью одной измерительной установки

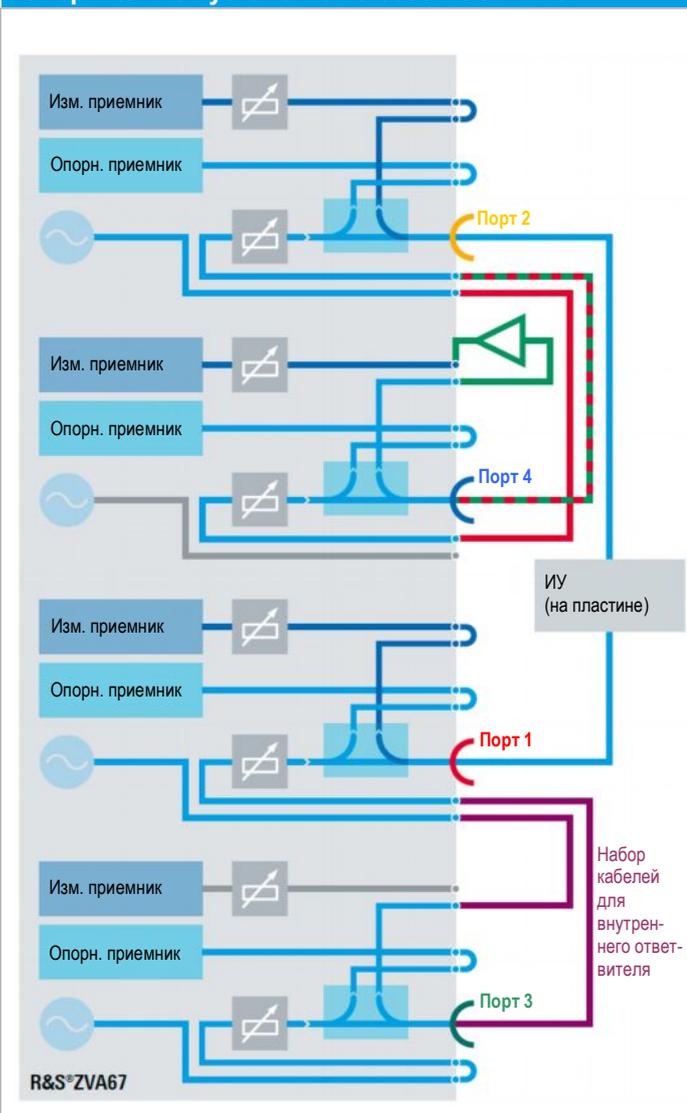
Благодаря своей аппаратной архитектуре векторный анализатор цепей R&S®ZVA позволяет проводить измерения всех важных параметров с помощью одной измерительной установки, включая S-параметры, компрессия, гармоники, нелинейные искажения и коэффициент шума.

Двухтональный сигнал для интермодуляционных измерений формируется на порте 1. Порт 2 используется в качестве порта приемника. Коэффициент шума измеряется на порте 4 с целью включения в контур предусилителя для ИУ с малым усилением. Во всех измерениях используются одни и те же контакты пробников, что обеспечивает сопоставимость результатов и ускоряет измерения.

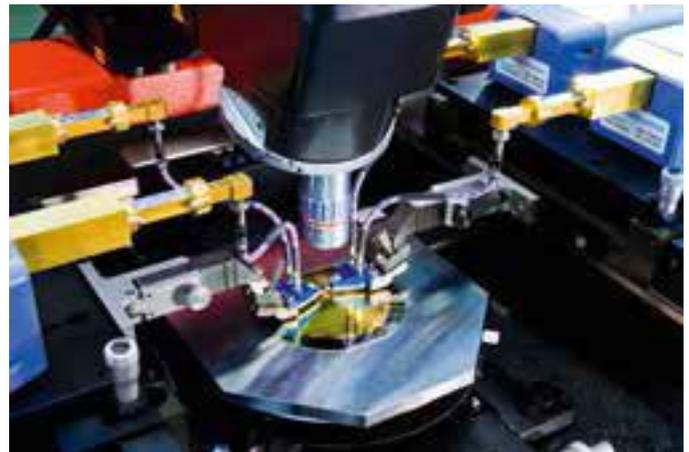
Измерения в миллиметровом диапазоне

Измерения на полупроводниковой пластине зачастую требуют широкого частотного диапазона от нескольких МГц до нескольких сотен ГГц. Прибор R&S®ZVA обеспечивает непрерывную развертку от 10 МГц до 110 ГГц, что упрощает процесс определения характеристик устройства. Для дополнительного расширения частотного диапазона до 500 ГГц могут быть использованы преобразователи. Для измерений на полупроводниковых пластинах преобразователи закрепляются на установке зондового контроля полупроводниковых платин, что позволяет управлять ими с помощью ПО WinCal XE от компании Cascade Microtech.

Измерительная установка на базе R&S®ZVA67



Измерение дифференциальным методом на частоте 110 ГГц.



Краткий обзор всех ключевых параметров усилителя.



Измерение группового времени задержки

Для определения качества тракта передачи необходимо определить фазовые искажения путем измерения группового времени задержки.

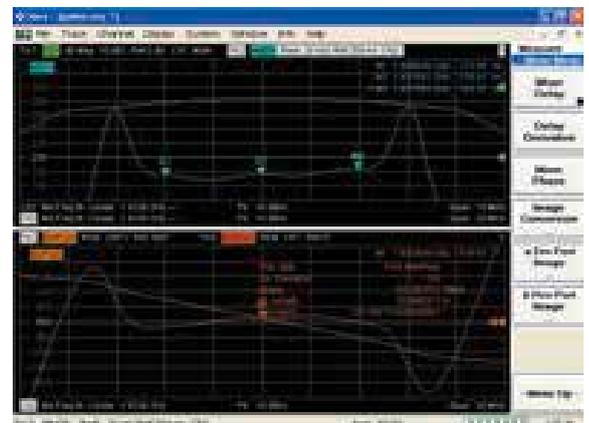
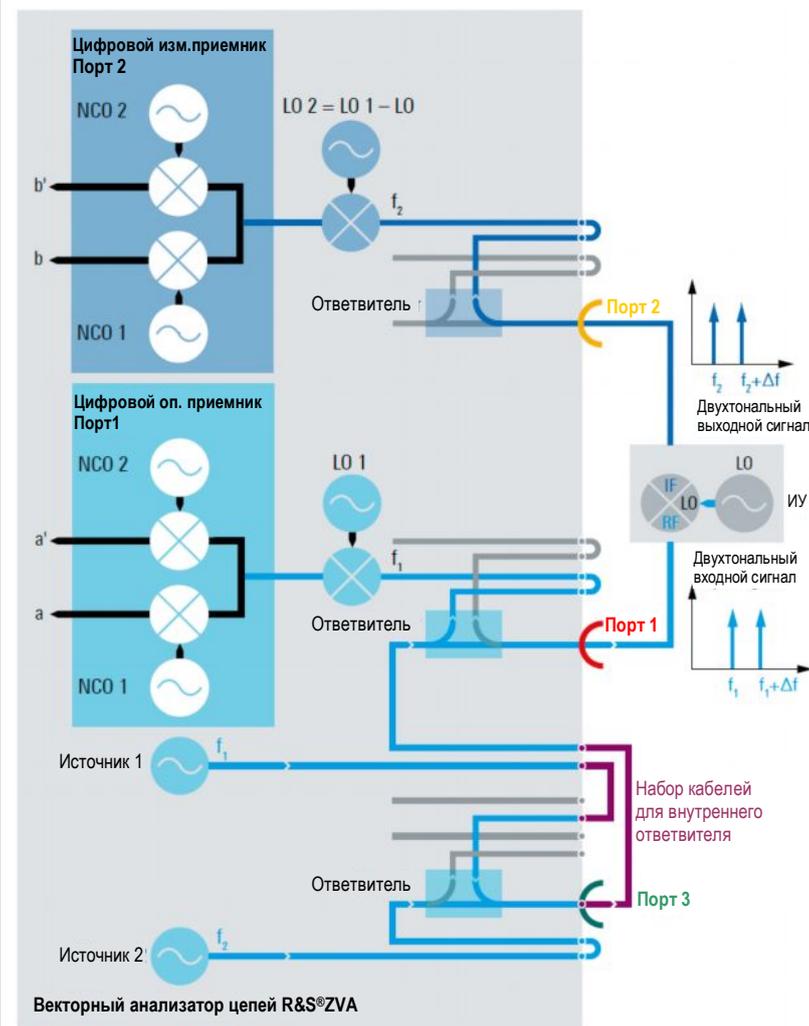
Измерение группового времени задержки без доступа к гетеродину

В ряде случаев проведение измерений группового времени задержки и относительной фазы на устройствах преобразования частоты без доступа к гетеродину (LO) было возможным, только если ИУ было оснащено высокостабильным внутренним гетеродином. Фазовые и частотные отклонения, вызванные дрейфом, фазовым шумом или частотной модуляцией, значительно ограничивали точность доступных методов. Инновационные методы компании Rohde & Schwarz с использованием двухтональных сигналов позволили преодолеть все эти ограничения.

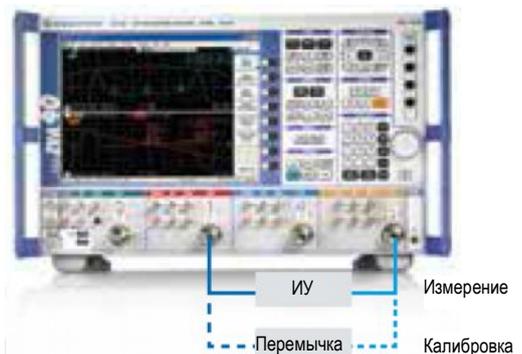
Используя двухтональный сигнал возбуждения, векторный анализатор цепей R&S® ZVA измеряет разность фаз между двумя сигналами – сначала на входе, а затем на выходе испытуемого устройства (ИУ). По сравнению с классическим методом определения S-параметров групповое время задержки рассчитывается на основании сдвига фаз и смещения частоты. Смещение частоты Δf между двумя сигналами представляет собой апертуру. Для измерения разности фаз между двумя сигналами с различными частотами компания Rohde & Schwarz разработала специальный входной каскад в составе прибора R&S® ZVA. Кроме того, гораздо более простая процедура калибровки, требующая лишь сквозного соединения (перемычки), позволила значительно упростить установку, используемую для проведения этого измерения.

Этот метод идеален для ИУ преобразования частоты с неизвестными или нестабильными параметрами гетеродинов, поскольку фазовые и частотные отклонения внутреннего гетеродина ИУ нивелируются при вычислении разности фаз несущих. В дополнение к групповому времени задержки прибор R&S® ZVA также выполняет расчет относительной фазы и отклонения от линейной фазы путем интегрирования группового времени задержки и вычисляет производную от группового времени задержки путем его дифференцирования.

Измерительная установка на базе анализатора цепей



Одновременное отображение результатов измерения:
 Потери преобразования (зеленый)
 Групповое время задержки (синий)
 Относительная фаза (оранжевый)
 Отклонение от линейной фазы (красный)



Измерение группового времени задержки с помощью метода нескольких несущих

Опция измерения группового времени задержки нескольких несущих R&S®FSW-K17 позволяет определить относительное и абсолютное групповое время задержки и оценить амплитудные искажения с помощью анализатора спектра и сигналов R&S®FSW. Векторный генератор сигналов, например, R&S®SMW200A, используется для формирования широкополосных сигналов с несколькими несущими. Эта установка обеспечивает возможность проведения непрерывного измерения группового времени задержки в полосе анализа до 160 МГц, выполняемого за один раз и всего за несколько миллисекунд.

Групповое время задержки определяется всего за два шага. В ходе стандартной калибровки, когда генератор непосредственно подключен к анализатору, определяются опорная фаза и значения амплитуды отдельных несущих. При подключении ИУ анализатор определяет относительное групповое время задержки во всем диапазоне несущих частот на основании разности фаз между опорным сигналом и сигналом с несколькими несущими, измеренной на выходе ИУ. Сравнивая опорный и измеренный сигналы, прибор R&S®FSW с высокой точностью определяет передаточную функцию как меру



Интуитивно понятное управление с помощью сенсорного экрана: пример опорного измерения и измерения ИУ с характеристикой полосы пропускания с помощью прибора R&S®FSW.

амплитудных искажений и групповое время задержки как меру фазовых искажений. Например, погрешность измерения относительного группового времени задержки для сигнала с разномом несущих 100 кГц и 601 несущей (полоса частот 60 МГц) составляет всего ± 300 пс.

Для определения абсолютного группового времени задержки вход запуска генератора подключен к прибору R&S®FSW для получения абсолютной опорной фазы. Путем усреднения значения группового времени задержки по последовательным измерениям можно получить погрешность измерения, равную всего ± 300 пс.

Прибор R&S®FSW в сочетании с таким генератором сигналов, как R&S®SMW200A или R&S®SMBV100A, является быстрым, высокоточным и простым в эксплуатации решением для измерения относительного и абсолютного группового времени задержки с помощью метода нескольких несущих. Более того, производительные и универсальные функции измерения делают это решение идеальным для определения качества используемых модулей и компонентов, например, в спутниковых и радиолокационных системах, а также в системах связи.

Решение на основе векторного анализатора цепей целесообразно использовать

- для измерения узкополосных сигналов (немодулированные сигналы);
- если преобладают приложения для анализа цепей;
- для достижения высокой точности и широкого динамического диапазона S_{xx} .

Установка с генератором сигналов и анализатором спектра обладает преимуществами

- если присутствует необходимость в цифровой демодуляции;
- для измерений группового времени задержки в дополнение к спектральным измерениям;
- если достаточно скалярного измерения цепей.

Измерительная установка на базе генератора сигналов и анализатора спектра

Генератор сигналов R&S®SMW200A

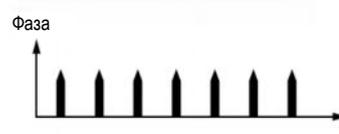


1 Стандартная калибровка

DUT

2 Измерение группового времени задержки

R&S®FSW с опцией R&S®FSW-K17



Тестирование передатчиков РЛС

Универсальные функции анализа импульсных сигналов, широкая полоса анализа, быстрое распознавание паразитного излучения и низкий уровень фазового шума – вот необходимые условия для проведения испытаний современных радиолокационных систем, использующих широкополосные сигналы, методы внутриимпульсной модуляции и возможности скачкообразной перестройки частоты.

Быстрый и комплексный анализ сигналов радиолокационных систем

Анализ импульсных сигналов радиолокационных систем выполняется с помощью анализатора спектра и сигналов R&S®FSW с опцией импульсных измерений R&S®FSW-K6. Анализатор позволяет измерить все ключевые параметры ВЧ-импульсов, такие как частота передачи и мощность, время нарастания и спада, длительность, период следования, девиация частоты и линейность изменения частоты. Кроме того, поддерживается возможность измерения фазы, частоты и разности амплитуд импульсов. В случае импульсных сигналов с внутриимпульсной линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) эта установка позволяет определить скорость изменения частоты, ошибку по частоте и ошибку по фазе как меру линейности системы. Благодаря полосе пропускания анализатора 500 МГц система обладает временем нарастания 2,2 нс, что гарантирует точность измерений кратковременных импульсов. Большая глубина памяти для хранения I/Q-данных и возможность захвата только требуемых участков в серии позволяют проводить анализ даже продолжительных последовательностей импульсов.

Для определения характеристик непрерывных ЧМ-сигналов (FMCW-сигналов), которые используются, например, в автомобильных датчиках РЛС, применяется опция R&S®FSW-K60/R&S®FSW-K60C для проведения анализа переходных процессов с возможностью изменения сигналов с внутриимпульсной ЛЧМ. Линейность изменения частоты FMCW-сигналов является важным параметром, влияющим на точность измерения доплеровской частоты датчика РЛС.



Импульсные измерения ЛЧМ-сигналов с помощью анализатора спектра и сигналов R&S®FSW.

Прибор R&S®FSW автоматически рассчитывает отклонение от идеальной внутриимпульсной ЛЧМ FMCW-сигналов и скорость изменения частоты для обеспечения эффективной оптимизации датчика РЛС.

Анализатор позволяет отобразить характер изменений и провести статистический анализ по всем параметрам импульса и внутриимпульсной ЛЧМ. Анализ характера изменений обеспечивает возможность быстрого распознавания эффектов, возникающих вследствие влияния напряжения питания (или соответствующих частот, таких как 50 Гц или 400 Гц), или оперативной верификации шаблонов скачкообразного изменения частоты и изменений периода повторения импульсов. Статистический анализ позволяет получить средние значения, а также максимальное, минимальное и СКО для всех выбранных параметров импульсов. Внутриимпульсная модуляция, являющаяся более сложной по сравнению с линейным изменением частоты или BPSK-модуляцией с использованием кодов Баркера, может быть проанализирована с помощью опции векторного анализатора цепей R&S®FSW-K70, которая позволяет проводить измерения сигналов с модуляцией высокого порядка (вплоть до 2048QAM), а также сложных пользовательских сигнальных созвездий.

Быстрое и надежное обнаружение паразитного излучения

Для обнаружения паразитного излучения сигналы очень низких уровней должны измеряться в широком частотном диапазоне. Крайне важно, чтобы анализатор обладал низким средним уровнем собственного шума и высоким динамическим диапазоном.

Прибор R&S®FSW удовлетворяет обоим требованиям: обеспечивает высокий динамический диапазон и низкий уровень собственных шумов. Благодаря дополнительному предусилителю прибор R&S®FSW, как правило, имеет уровень собственных шумов (DANL) -164 дБмВт (1 Гц) на частоте 40 ГГц, создавая идеальные условия для быстрых измерений слабых сигналов.

При измерении низких уровней паразитного излучения зачастую возникает необходимость в уменьшении полосы разрешения, что увеличивает время измерения. Прибор R&S®FSW обеспечивает высокую частоту повторения измерений даже при узкой полосе разрешения и широкой полосе обзора. В случае полосы обзора 26 ГГц и полосы разрешения 1 кГц прибор R&S®FSW позволяет снизить время измерения в восемь раз по сравнению с предыдущими моделями.

Непревзойденный уровень фазового шума R&S®FSW

Производительность радиолокационной системы в значительной мере зависит от способности минимизировать фазовый шум гетеродинов – вот почему это измерение имеет такую важность. Прибор R&S®FSW обеспечивает наилучшие результаты по сравнению с любым современным анализатором спектра. Уровень фазового шума при смещении на 10 кГц относительно частоты несущей 10 ГГц, как правило, равен -128 дБн (1 Гц).

Опция измерения фазового шума R&S®FSW-K40 позволяет упростить процесс измерения, позволяя проводить измерения однополосного фазового шума при выбираемом смещении от 1 Гц до 1 ГГц относительно несущей частоты. Кроме того, поддерживается возможность измерения остаточной ЧМ/ФМ и джиттера.

Измерение параметров приемопередающих модулей

Ультрасовременные радиолокаторы AESA содержат несколько тысяч приемопередающих модулей (TRM), что обеспечивает возможность активного электронного управления лучом. Все модули TRM содержат основные элементы входных каскадов радиолокатора и должны тестироваться по отдельности на этапе разработки и изготовления.

Настраиваемое решение для измерений на модулях TRM

Задача определения параметров модулей TRM для РЛС AESA накладывает жесткие требования на производительность и гибкость решений для проведения испытаний. Решение для проведения испытаний должно поддерживать множество тестовых сценариев. В ряде случаев оно должно позволять проводить измерения высоких уровней выходной мощности, одновременно обеспечивая очень низкие и стабильные уровни мощности возбуждения. Кроме того, требуется поддержка измерений нелинейных искажений в случае импульсных сигналов, таких как измерения коэффициентов шума и/или спектра. ИУ с разнесенными передающим и приемным трактами и антенным разъемом требуют проведения трехпортовых измерений и, как правило, наличия двух дополнительных гетеродинных сигналов.

Блок расширения R&S®ZVAX-TRM и векторный анализатор цепей R&S®ZVA, объединенные в одном компактном

и индивидуально конфигурируемом решении, обеспечивают поддержку всех указанных измерений. В зависимости от параметров измерения сигналы анализатора R&S®ZVA обрабатываются в блоке расширения R&S®ZVAX-TRM и либо возвращаются обратно в анализатор, либо выводятся на порты блока расширения R&S®ZVAX-TRM. Это производительное решение для проведения испытаний идеально подходит для проведения трудоемких измерений на модулях TRM на этапе разработки, а будучи встроенным в испытательную систему – и в ходе изготовления.

Автоматизированные измерения на модулях TRM

Из-за большого количества модулей TRM на каждую РЛС и, как правило, не менее 25 000 отдельных результатов измерения для определения всех характеристик модулей TRM скорость измерения является ключевым параметром. Для обеспечения возможности проведения большого количества различных измерений требуется высокая степень автоматизации испытаний.

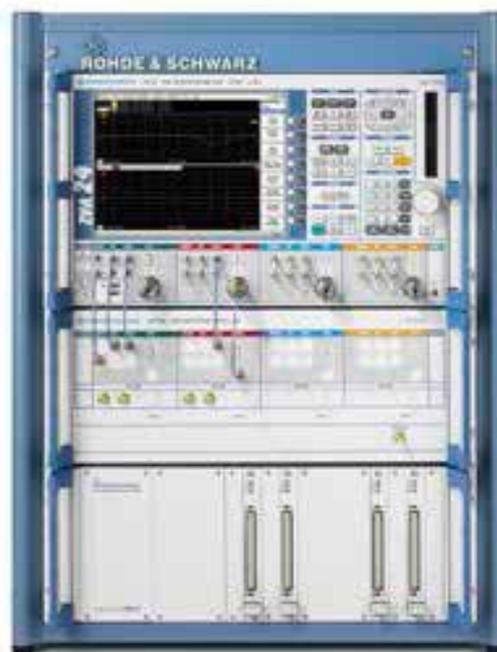
Система для испытания радиолокационных приемопередающих модулей R&S®TS6710 – это комплексное решение, объединяющее преимущества векторного анализатора цепей R&S®ZVA для измерений на TRM и полностью автоматизированного решения:

- гибкие возможности управления TRM и электропитание;
- оптимизированное ПО для проведения испытаний с открытым исходным кодом для всех тест-сценариев.

Программы тестирования оптимизированы для оперативного управления модулями и обеспечивают быстрый переход к измерению. Это позволяет добиться уменьшения времени измерения в 10-100 раз по сравнению с традиционными системами для проведения испытаний модулей TRM, не приводя к снижению точности измерения. Благодаря возможности определения параметров испытаний в генераторе тестовых последовательностей система R&S®TS6710 позволяет легко и быстро решать поставленные задачи измерения, обеспечивая определение всех характеристик модулей TRM на высокой скорости для повышения эффективности разработки и изготовления.



Решение для проведения испытаний, состоящее из R&S®ZVA и блока расширения R&S®ZVAX-TRM.



Система тестирования приемопередающих модулей РЛС R&S®TS6710.

Измерение ЭМС и паразитных излучений

Электромагнитная совместимость (ЭМС) – важный критерий качества продукции. Электрические устройства и системы должны исправно работать в условиях воздействия внешнего электромагнитного поля.

С ранних этапов разработки и до получения готового продукта модульные тестовые системы для измерения электромагнитных помех (ЭМП) и электромагнитной восприимчивости (ЭМВ) используются для обеспечения соответствия требованиям стандартов на ЭМС. Системы для испытаний на ЭМС компании Rohde & Schwarz – от автономных приборов до полностью готовых тестовых камер – поддерживают возможность настройки в соответствии с требованиями. Они удовлетворяют требованиям всех соответствующих промышленных и военных стандартов, стандартов для автомобильной и авиационно-космической техники, а также стандартов ETSI и FCC для паразитных излучений (RSE).

Измерение ЭМВ в СВЧ-диапазоне до 40 ГГц

Измерения ЭМВ выполняются, чтобы убедиться в невосприимчивости (помехоустойчивости) продукта к электромагнитным помехам. Тестовая система R&S®TS9982 предназначена для проведения измерений ЭМВ к кондуктивным и излучаемым помехам в соответствии с требованиями промышленных и военных стандартов, а также стандартов для беспроводной связи и автомобильной техники. Все необходимое оборудование (генераторы сигналов, усилители мощности и измерители мощности) включено в передвижную стойку для проведения измерений на частотах от 1 ГГц

Пример системы для измерений ЭМВ в диапазоне СВЧ.

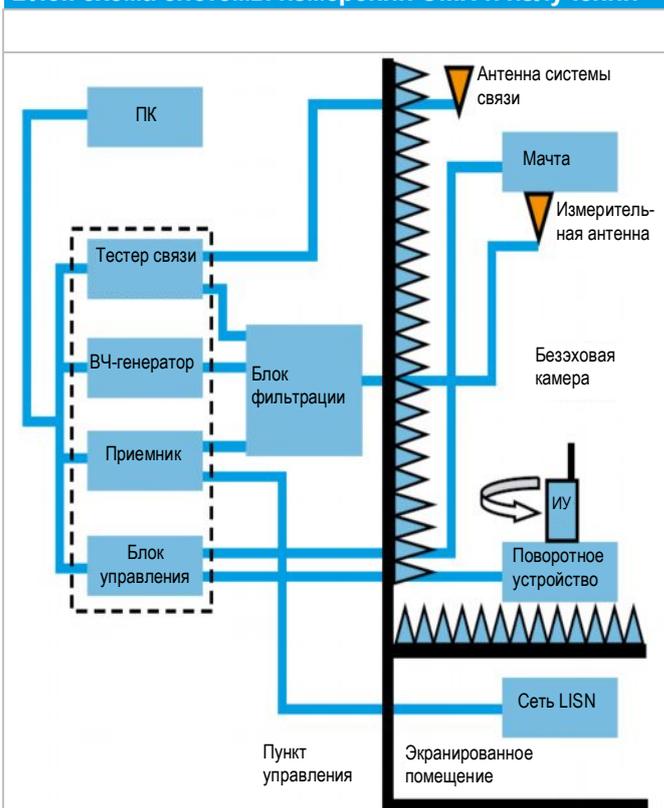


до 18 или 40 ГГц. Это предотвращает возникновение потерь в кабелях и позволяет добиться более высокого уровня мощности на выходе усилителя, которая может быть использована для создания поля. Система может быть настроена для различных измерительных уровней вплоть до 3000 В/м и более на тестовом расстоянии 1 м. Управление системой осуществляется вне тестовой камеры посредством ПО для испытаний на ЭМС с использованием волоконно-оптической линии связи. ПО для испытаний на ЭМС R&S®EMC32 – это удобный и надежный инструмент, обеспечивающий возможность оперативного и простого управления системой и обладающий высокой пропускной способностью. Расширенные возможности тестирования и настройки гарантируют высокий уровень воспроизводимости результатов.

Измерения ЭМП в СВЧ-диапазоне до 110 ГГц

Электрические устройства и системы порождают электромагнитные поля, которые могут оказывать влияние или создавать помехи для других систем. Базовая система R&S®TS9975 предназначена для проведения измерений кондуктивных и излучаемых ЭМП на частотах до 40 ГГц или даже до 110 ГГц при использовании смесителей на гармониках. Испытательная система может быть с легкостью адаптирована для решения поставленной задачи измерения – от измерений кондуктивных помех и небольших систем для проведения предварительных испытаний на соответствие, использующих компактные испытательные камеры, до аккредитованных тестовых систем для проведения всесторонних испытаний автотранспортных средств. Ядром этих систем является измерительный приемник ЭМП. Он позволяет рассчитывать и отображать излучаемые помехи согласно требованиям соответствующих стандартов. Испытательные системы управляются проверенным ПО для испытаний на ЭМС R&S®EMC32, которое обеспечивает высокий уровень надежности при сборе, расчете и протоколировании результатов измерения.

Блок-схема системы измерений ЭМП и излучений



Полная готовность к СВЧ-измерениям

В линейке продуктов компании Rohde & Schwarz найдутся подходящие приборы для проведения любых испытаний в области СВЧ.

Компания Rohde & Schwarz предлагает широкую линейку продуктов, включая генераторы сигналов, анализаторы спектра и сигналов, анализаторы цепей, измерители мощности, осциллографы и оборудование для проведения испытаний на ЭМС. Каким бы ни было ваше приложение и независимо от того, используются ли в нем импульсные сигналы, сигналы с качающейся частотой или модулированные сигналы, наши приборы позволяют формировать и анализировать сигналы с высочайшим уровнем точности и обеспечивают поддержку на всех этапах производственного цикла – от научных исследований и разработки до изготовления и эксплуатации.



Генерация сигналов

Генерация сигналов			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Векторный генератор сигналов R&S®SMW200A	100 кГц ... 3/6/12,75/20 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Поддержка всех стандартов беспроводной связи, включая MIMO, MSR, замирания Универсальная генерация радиолокационных сигналов Тестирование компонентов и модулей 	<ul style="list-style-type: none"> Один или два ВЧ-тракта для диапазона частот от 100 кГц до 3, 6, 12,75 или 20 ГГц I/Q-модулятор с полосой модуляции до 2 ГГц Полоса I/Q-модуляции (в области ВЧ) до 160 МГц встроенного блока цифровой модуляции Опционально встраиваемый имитатор замираний с полосой до 160 МГц Поддержка всех ключевых режимов MIMO, включая 3x3, 4x4 и 8x2
Генератор СВЧ-сигналов R&S®SMF100A	100 кГц ... 22/43,5 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Тестирование пассивных и активных компонентов Тестирование радиолокационных импульсных сигналов Скалярный анализ цепей с помощью спектрального анализатора 	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон частот до 170 ГГц с помощью R&S®SMZ Превосходный уровень фазового шума SSB: тип. -120 дБн (на частоте 10 ГГц; отстройка 10 кГц) Высокая выходная мощность: +25 дБмВт (тип.) Универсальный анализ мощности с помощью дополнительного датчика мощности R&S®NRP-Zxx Аналоговая нарастающая развертка Опция модулятора AM/ЧМ/сканирования Опциональная импульсная модуляция и генерация импульсов Уникальная генерация серий импульсов
Генератор ВЧ-и СВЧ-сигналов R&S®SMB100A	9 кГц ... 1,1/2,2/3,2/6 ГГц, 100 кГц ... 12,75/20/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Тестирование импульсных сигналов для радиолокационных систем и систем связи Тестирование пассивных и активных компонентов 	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон частот до 170 ГГц с помощью R&S®SMZ Превосходные характеристики сигнала с малым уровнем фазового шума SSB: -128 дБн (на частоте 1 ГГц; отстройка 20 кГц) Высокая выходная мощность до +27 дБмВт Поддержка всех основных аналоговых видов модуляции: AM, ЧМ/ФМ и импульсная Компактные размеры и малый вес
Умножитель частоты R&S®SMZ	50 ГГц ... 75 ГГц, 60 ГГц ... 90 ГГц, 75 ГГц ... 110 ГГц, 110 ГГц ... 170 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Для работы с гетеродином Сигналы с частотной и импульсной модуляцией в миллиметровом диапазоне 	<ul style="list-style-type: none"> Широкий диапазон частот Широкий динамический диапазон Очень прост в использовании Высокое качество сигнала
Источник ВЧ-сигналов R&S®SGS100A	1 МГц ... 6/12,75 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Для работы с гетеродином Сигналы с векторной модуляцией Приложения ATE 	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон частот до 20 ГГц с помощью повышающего преобразователя R&S®SGU100A Небольшой полностью интегрированный векторный генератор сигналов Высокое быстродействие за счет малого времени установки частоты и уровня: тип. 280 мкс Превосходные ВЧ-характеристики Максимальный выходной уровень до +22 дБмВт Контур АРУ для режимов CW и I/Q Износостойкий электронный аттенуатор



R&S®SMW200A.



R&S®SMB100A.



R&S®SGS100A.



R&S®SMZ.

Анализ электрических цепей

Анализ электрических цепей			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Векторный анализатор электрических цепей R&S®ZVA	300 кГц ... 8 ГГц, 10 МГц ... 24/40/50/67/ 110 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Измерение фильтров с высоким уровнем подавления в полосе задерживания Линейные и нелинейные измерения параметров усилителей и смесителей Измерение параметров нелинейных симметричных устройств с использованием реальных дифференциальных сигналов Измерение средних параметров импульса и параметров импульса в точке Измерение профиля импульса Измерение параметров антенн Определение параметров приемопередающих модулей 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий динамический диапазон до 140 дБ До 4 независимых когерентных источников 8 параллельных приемников Широкие полосы ПЧ (до 30 МГц) Широкий диапазон перестройки по мощности (до 60 дБ) Высокая скорость измерений До 60 000 точек на кривую Модульный блок расширения R&S®ZVAX-TRMxx для нелинейных приложений в диапазоне до 67 ГГц, содержащий импульсные модуляторы, сумматоры, усилители и ответвители высокой мощности
Векторный анализатор электрических цепей R&S®ZVT	300 кГц ... 8 ГГц, 10 МГц ... 20 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Линейные и нелинейные измерения параметров усилителей и смесителей Измерение параметров нелинейных симметричных устройств с использованием реальных дифференциальных сигналов Измерение профиля импульса Измерение параметров антенн Определение параметров приемопередающих модулей Измерение многопортовых устройств (до 8 портов) 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий динамический диапазон до 140 дБ До 4 независимых когерентных источников До 16 параллельных приемников Широкие полосы ПЧ (до 30 МГц) Широкий диапазон перестройки по мощности (до 60 дБ) Высокая скорость измерений До 60 000 точек на кривую Измерение с параллельным использованием до 8 портов
Преобразователи миллиметрового диапазона волн R&S®ZVA-Zxx	50 ГГц ... 75 ГГц, 60 ГГц ... 90 ГГц, 75 ГГц ... 110 ГГц, 90 ГГц ... 140 ГГц, 110 ГГц ... 170 ГГц, 140 ГГц ... 220 ГГц, 220 ГГц ... 325 ГГц, 325 ГГц ... 500 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Измерение параметров компонентов для РЛС предотвращения столкновений Измерение компонентов мм-диапазона для аэрокосмической и оборонной сферы Определение параметров устройств на пластине Применение в области визуализации Определение параметров материалов 	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон частот до 500 ГГц Высокий динамический диапазон 110 дБ Простота установки и настройки Высокая стабильность измерений
Векторный анализатор электрических цепей R&S®ZNB	9 кГц ... 4.5/8,5 ГГц, 100 кГц ... 20 ГГц, 10 МГц ... 40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Линейные и нелинейные измерения фильтров, усилителей и смесителей Измерение линейных симметричных устройств Многопортовые измерения с использованием матриц коммутации (до 48 портов) 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий динамический диапазон и скорость измерений Два встроенных источника для тестирования смесителей Превосходное качество исходных данных, обеспечивающее высокую базовую точность Высокий диапазон перестройки по мощности 98 дБ Работа на интуитивном уровне
Векторный анализатор электрических цепей R&S®ZVL	9 кГц ... 3/6/13,6 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Измерение параметров фильтров и малосигнальных усилителей Сервисное обслуживание и монтаж 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий динамический диапазон Измерение расстояния до повреждения Измерение коэффициента шума Полноценный анализ спектра и анализ сигналов Малый вес Автономная работа от батарей



R&S®ZVA.



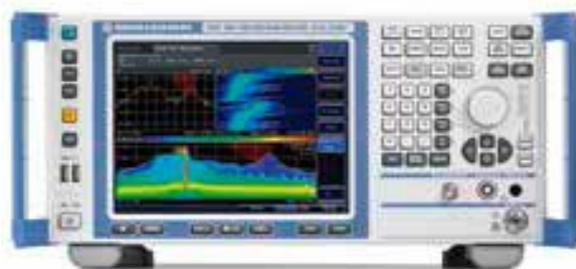
R&S®ZNB.

Анализ спектра и сигналов

Анализ спектра и сигналов			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Анализатор спектра и сигналов R&S®FSW	2 Гц ... 8/13,6/26,5/ 43,5/50/67 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Разработка и производство ■ Измерение паразитных излучений ■ Поиск и измерение паразитных излучений ■ Импульсные измерения (внутриимпульсные, межимпульсные, статистика) ■ Измерение коэффициента шума ■ Измерение фазового шума ■ Измерение мощности в канале и в соседнем канале, измерение отношения C/N ■ Измерение времени групповой задержки с помощью сигналов с несколькими несущими (опция R&S®FSW-K17) ■ Анализ модуляции для цифровых и аналоговых видов модуляции ■ Поточковая запись длительных ВЧ-сигналов в реальном масштабе времени ■ Детектирование и анализ помех от перемежающихся и спорадических событий 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Наилучшие характеристики по фазовому шуму: -137 дБн (1 Гц) ■ Широкий динамический диапазон и наилучшая чувствительность ■ Широкая полоса анализа до 500 МГц ■ Простота анализа интерференции сигналов с помощью функции MSRA ■ Индикация множества результатов и оценок с помощью функции MultiView ■ Большой сенсорный экран с оптимизированными пользовательскими инструкциями ■ Высокая скорость измерений ■ Анализ в реальном масштабе времени с полосой 160 МГц (опция R&S®FSW-K160R) ■ Анализ переходных процессов для сигналов со скачкообразной перестройкой частоты и ЛЧМ-сигналов (FMCW) (опция R&S®FSW-K60)
Анализатор спектра в реальном масштабе времени R&S®FSVR	10 Гц...7/13,6/30/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Детектирование и анализ помех от перемежающихся и спорадических событий ■ Неразрывное спектральное представление с помощью спектрограмм, спектра реального времени и спектра послесвечения ■ Определение частоты возникновения сигнала с помощью спектра послесвечения ■ Поточковая запись длительных ВЧ-сигналов в реальном масштабе времени 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Анализатор спектра в реальном масштабе времени с полосой до 40 МГц ■ Запуск по частотной маске в стандартной модели ■ Интуитивно-понятная установка запуска по частотной маске на сенсорном экране ■ Полнофункциональный анализатор спектра (см. R&S®FSV)
Анализатор спектра и сигналов R&S®FSV	10 Гц ... 3,6/7/13,6/30/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Разработка и производство ■ Измерение мощности в канале и в соседнем канале, измерение отношения C/N ■ Измерение паразитных излучений ■ Поиск и измерение паразитных излучений ■ Импульсные измерения ■ Поточковая запись длительных ВЧ-сигналов в реальном масштабе времени 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Уровень DANL -155 дБмВт (1 Гц) ■ Точка TOI 18 дБмВт (тип.) ■ Полоса анализа сигналов 28/40 МГц ■ Стандартные процедуры измерения параметров TOI, ACP, OBW, CCDF, APD, SEM и т.д. ■ Удобство работы с помощью сенсорного экрана, встроенная справка и функции отмены/возврата
Анализатор спектра и сигналов R&S®FPS	10 Гц...7/13,6/30/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Производство и применение в сферах с ограничением по габаритным размерам (в станциях спутникового мониторинга) ■ Измерение мощности в канале и в соседнем канале ■ Спектральная маска излучения ■ Измерение паразитных излучений ■ Измерение качества модуляции (EVM) ■ Анализ модуляции для цифровых и аналоговых видов модуляции 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Полоса анализа сигналов до 160 МГц ■ Погрешность измерения сигналов низкого уровня 0,4 дБ в диапазоне до 7 ГГц ■ Фазовый шум -110 дБн (1 Гц) ■ Точка TOI +15 дБмВт ■ Уровень DANL -155 дБмВт (1 Гц) ■ До 5 раз быстрее других анализаторов сигналов ■ Уменьшенный объем в стойке (высота 2 HU) ■ Пользовательские процедуры тестирования для применения на производстве



R&S®FSW.



R&S®FSVR.

Анализ спектра и сигналов

Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Смесители гармоник R&S®FS-Zxx	40 ГГц ... 60 ГГц, 50 ГГц ... 75 ГГц, 60 ГГц ... 90 ГГц, 75 ГГц ... 110 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Измерение мощности и паразитных излучений в миллиметровом диапазоне ■ Измерение линейности FMCW в широком диапазоне (опция R&S®FSW-K7) ■ Измерение EVM и качества модуляции сигналов в миллиметровом диапазоне волн (опция R&S®FSW-K70) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Широкий динамический диапазон ■ Высокие ПЧ для получения широкого однозначного диапазона частот ■ Высокие частоты гетеродина для получения небольшого числа гармоник и снижения множественных откликов
Анализатор спектра R&S®FSL	9 кГц ... 3/6/18 ГГц (в пределе до 20 ГГц)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Монтаж и техническое обслуживание ■ Обслуживание в полевых условиях ■ Измерение мощности в канале ■ Импульсные измерения ■ Измерение коэффициента шума 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Полоса I/Q демодуляции 28 МГц ■ Уровень DANL –152 дБмВт (1 Гц) ■ Малый вес: менее 8 кг ■ Опциональная встроенная аккумуляторная батарея с типичным временем работы 1 ч ■ Стандартные процедуры измерения параметров TOI, ACP, OBW, CCDF, APD и т.д. ■ Модели со встроенным следящим генератором
Портативный анализатор спектра R&S®FSH	9 кГц...3,6/8/13,6/20 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Монтаж и техническое обслуживание ■ Анализ спектра и векторный анализ цепей ■ Приемник и сканирование каналов ■ Анализ кабелей и антенн ■ Анализ и обнаружение помех ■ Измерения с изотропной антенной (ЭДС) ■ Измерение мощности 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Автономная работа от аккумуляторной батареи в течение 4,5 ч ■ Прочный, брызгозащищенный корпус для полевых применений ■ Встроенный предусилитель ■ Модели со встроенным следящим генератором и КСВН-мостом ■ Уровень DANL –163 дБмВт (полоса RBW 1 Гц)

Измерение параметров фазового шума

Измерение параметров фазового шума

Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Анализатор источников сигналов R&S®FSUP	1 МГц ... 8/26,5/50 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Измерение параметров фазового шума ■ Определение характеристик генераторов 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Анализатор спектра и анализатор сигналов в одном корпусе ■ Метод ФАПЧ для измерения параметров фазового шума с использованием внутренних и внешних опорных генераторов ■ Два сигнальных тракта для взаимной корреляции ■ Малошумящий источник постоянного тока



R&S®FSH.



R&S®FS-Z110.



R&S®FSUP.



R&S®FPS

Измерение мощности и системы тестирования

Измерение мощности			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Датчики мощности R&S®NRP-Zxx	<ul style="list-style-type: none"> ■ Универсальные датчики мощности: 10 МГц ... 8/18/33 ГГц; 50 МГц ... 40/50 ГГц ■ Широкополосные датчики мощности: 50 МГц ... 18/40/44 ГГц ■ Термодатчики мощности: 0 ... 18/33/40/44/50/67/110 ГГц ■ Датчики средней мощности: 9 кГц ... 6 ГГц ■ Датчики управления уровнем: 9 кГц ... 6 ГГц; 10 МГц ... 18 ГГц ■ Модули датчиков мощности: 0 ... 18/26,5 ГГц 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Измерение средней мощности в диапазоне частот до 110 ГГц ■ Измерение пиковой мощности в диапазоне частот до 44 ГГц ■ Широкополосные датчики мощности: анализ во временной области и автоматический импульсный анализ для радиолокационных приложений и универсального использования 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Трехканальные диодные датчики мощности: быстрые, точные, оснащенные функциями для немодулированных и модулированных сигналов ■ Термодатчики мощности: самые точные измерения мощности для опорных генераторов и использование в калибровочных лабораториях ■ Двухканальные диодные датчики мощности: экономичное измерение мощности для производства ■ Датчики средней мощности: точные измерения средней мощности для ЭМС-приложений ■ Датчики управления уровнем: высокоточная генерация уровней сигналов с помощью генератора сигналов ■ Модуль датчика мощности: калибровка уровня источников сигналов при совместном использовании с измерительным приемником R&S®FSMR ■ Универсальные измерительные функции ■ Расширенные автофильтры усреднения ■ Возможность подключения к базовым блокам, приборам Rohde & Schwarz, а также посредством USB к ПК/ноутбукам

Системы тестирования и их компоненты			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Система тестирования приемно-передающих модулей РЛС R&S®TS6710	1 ГГц ... 24/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Автоматическое определение параметров приемно-передающих модулей для РЛС AESA 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Быстрые и точные измерения ■ Компактная установка с небольшим числом системных компонентов ■ Возможность интегрированного мультиплексирования и параллельного тестирования ■ Открытый исходный код для тестовых сценариев
Генератор тестов РЛС R&S®TS6600	1 ГГц ... 6/12 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Генерация множества когерентных по фазе модулированных сигналов 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Быстрые вариации уровня и фазы ■ Очень высокая точность по уровню и фазе в широком динамическом диапазоне ■ Встроенная двухэтапная процедура калибровки для ускорения повторной калибровки без отсоединения испытуемого устройства
Платформа для управления и коммутации ВЧ сигналов R&S®OSP	0 ... 12,4/18/40 ГГц в зависимости от модуля	<ul style="list-style-type: none"> ■ Задачи коммутации и управления ВЧ-сигналами 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Модульная конструкция для оптимальной интеграции и конфигурирования системы ■ Различные модули коммутации и управления, специальные модули для ЭМС-приложений ■ Управление трактом для независимой коммутации различных коммутирующих трактов



R&S®NRP-Z58.



R&S®NRP-Z85/-Z86.



R&S®OSP.

Измерения ЭМС и калибровка

Измерения ЭМС и излучаемых ЭМП			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Измерительный приемник электромагнитных помех R&S®ESU	20 Гц ... 8/26,5/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Аттестационные и сертификационные испытания в соответствии со всеми гражданскими и военными измерениями ЭМП согласно стандартам CISPR, EN, FCC, ETS, VCCI, MIL-STD, VG, DEF STAN и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> Соответствие стандарту CISPR 16-1-1 ред. 3.1 Встроенный преселектор и предусилитель Быстрое сканирование во временной области на основе БПФ (опция) Автоматизированные измерительные процедуры Измерения во временной области (шум. щелчки) Распределение вероятностей амплитуды (APD) Встроенный генератор отчетов В том числе анализатор спектра высшего класса
Измерительный приемник электромагнитных помех R&S®ESR	10 Гц ... 3.6/7/26,5 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Аттестационные и сертификационные испытания в соответствии со всеми гражданскими и военными измерениями ЭМП согласно стандартам CISPR, EN, FCC, ETS, VCCI, MIL-STD, VG, DEF STAN и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> Соответствие стандарту CISPR 16-1-1 ред. 3.1 Сверхбыстрое сканирование во временной области (опция) или обычное пошаговое по частоте Анализ спектра в реальном времени с полосой обзора до 40 МГц (опция) Измерения во временной области (шум. щелчки) Распределение вероятностей амплитуды (APD) Автоматизированные измерительные процедуры Анализ на ПЧ (опция)
Система тестирования излучаемых ЭМП R&S®TS8996	30 МГц ... 18/40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Измерение ЭМП для мобильного радиокommunikационного оборудования Аттестационные испытания Измерение излучаемых ЭМП (RSE) от мобильного радиокommunikационного оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон частот до 110 ГГц со смесителями на гармониках R&S®FS-Zxx Соответствие последним стандартам ETSI <ul style="list-style-type: none"> EN 301489-X EN 301511, EN 301908-1 (3GPP) TS 151010-1: TS 12.2 и т.п. (GCF/PTCRB) Полностью автоматизированное тестирование с помощью измерительного ПО R&S®EMC32 Полностью автоматизированное переключение фильтров
Семейство систем испытания на помехоустойчивость R&S®TS9975	20 Гц ... 40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Измерение ЭМП в соответствии с автомобильными, гражданскими и военными стандартами Испытания на соответствие 	<ul style="list-style-type: none"> Диапазон частот до 110 ГГц со смесителями на гармониках R&S®FS-Zxx Соответствие стандарту CISPR 16-1-1 ред. 3.1 Быстрые и точные измерения Компактная установка с небольшим числом системных компонентов Полностью автоматизированное тестирование с помощью ПО R&S®EMC32
Семейство систем испытания на помехоустойчивость R&S®TS9982	9 кГц ... 40 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Измерение ЭМ восприимчивости в соответствии с автомобильными (ISO 11451, тест TC SAE J 551; ISO 11452, компоненты TC SAE J 1113), гражданскими, военными (MIL-STD-461F), аэрокосмическими (RTCA DO 160) и беспроводными (ETSI EN 301489-X) стандартами 	<ul style="list-style-type: none"> Соответствие стандарту IEC/EN 61000-4-3/-6 Полностью автоматизированный контроль ИУ Полностью автоматизированное тестирование с помощью ПО R&S®EMC32

Калибровка			
Продукция	Диапазоны частот	Области применения	Особенности
Измерительный приемник R&S®FSMR	20 Гц ... 3,6/26,5/43/50 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> Калибровка генераторов сигналов <ul style="list-style-type: none"> Абсолютная мощность Относительный уровень Аналоговая модуляция Калибровка аттенуаторов 	<ul style="list-style-type: none"> Универсальное решение, включающее настроенные измерения уровня, базовый блок измерителя мощности, измеритель аналоговой модуляции и аудиоанализатор Очень хорошая точность относительного уровня Высокая стабильность



R&S®ESR.



R&S®FSMR.

Тестирование передатчиков

Подходящее оборудование

	Генерация сигналов				Анализ электрических цепей				Анализ спектра и сигналов				Изм. фаз. шума	Изм. мощности	Системы тестирования			
	R&S® SMMW200A	R&S® SMF100A	R&S® SMB100A	R&S® SGS100A	R&S® ZVA	R&S® ZVT	R&S® ZNB	R&S® ZVL	R&S® FSW	R&S® FSVR	R&S® FSV	R&S® FPS	R&S® FSL	R&S® FSH	R&S® FSUP	R&S® NRP-Zxx	R&S® TS6710	R&S® TS6600
Мощность в соседнем канале (ACP)	•																	
AM/ФМ преобразование	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•							
Точка компрессии	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•					•	•	
КПД (PAE)	•	•	•	•	•	•										•	•	
Частота	•	•	•	•					•	•	•	•	•	•	•			
Установление частоты	•	•	•	•					•	•	•	•	•	•	•		•	
Коэффициент усиления	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•		•		
Общий анализ OFDM	•								•	•	•				•		•	
Коэффициент преобразования	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•		•	•	
Групповое время задержки					•	•	•		•								•	
Гармонические искажения		•	•		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•		•	
Параметр S ₂₂ в рабочем режиме					•	•											•	
Интермодуляционные искажения	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•		•	
S-параметры в смешанном режиме					•	•	•											
Коэффициент шума					•	•			•	•	•		•		•			
Занимаемая полоса частот (OBW)									•	•	•	•	•	•	•			
Фазовая когерентность	•				•	•			•	•	•							
Фазовая линейность					•	•	•	•										
Фазовый шум									•	•	•	•			•			
Мощность (средняя)	•	•	•		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Мощность (пиковая)	•	•	•		•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Предыскажения	•								•	•	•							
Импульсные параметры																		
Код Баркера									•	○	○	○	○		○			
ЛЧМ									•	○	○	○	○		○			
Спад		•			•	•			•	○	○	○	○		○	•	•	
Выброс/обратный выброс		•			•	•			•	○	○	○	○		○	•	•	
Частота повторения PRF (PRI/PRP); длительность; коэффициент заполнения		•			•	•			•	○	○	○	○		○	•	•	
Профиль		•			•	•			•	○	○	○	○		○	•	•	
Время нарастания/спада		•			•	•			•	○	○	○	○		○	•	•	
S-параметры (моментные, импульсные)					•	•											•	
ВЧ-спектр							•		•	•	•	•	•	•	•		•	•
S-параметры					•	•	•	•						•			•	
Паразитные излучения									•	•	•	•	•	•	•		•	
Скорость коммутации (быстрая перестройка)									•	•	•	•	•		•			
Анализ во временной области (TDR)					•	•	•	•						•				
Установление ГУН									•	•	•	•	•		•			
КСВН					•	•	•	•						•		•	•	
Векторный анализ сигналов																		
Виды модуляции QPSK, QAM, BPSK	•								•	•	•	•			•			
Модуль вектора ошибки (EVM)	•								•	•	•	•			•			
Демодулированные биты	•								•	•	•	•			•			
Искажения – I/Q	•								•	•	•	•			•			

Тестирование приемников

Подходящее оборудование

	Генерация сигналов				Анализ электрических цепей				Анализ спектра и сигналов				Изм. фаз. шума	Изм. мощности	Системы тестирования			
	R&S®SMW200A	R&S®SMF100A	R&S®SMB100A	R&S®SGS100A	R&S®ZVA	R&S®ZVT	R&S®ZNB	R&S®ZVL	R&S®FSW	R&S®FSVR	R&S®FSV	R&S®FPS	R&S®FSL	R&S®FSH	R&S®FSUP	R&S®NRP-Zxx	R&S®TS6710	R&S®TS6600
AFC (автоподстройка частоты)	●	●	●	●														
Характеристика АРУ	●	●	●	●	●	●												
Ширина полосы частот	●	●	●	●	●	●	●										●	
Подавление местных помех	●	●	●	●														
Точность измерения доплеровской частоты	●																	
Динамический диапазон	●	●	●	●	●	●	●	●										
Компрессия усиления (точки 1 дБ и 3 дБ)	●	●	●	●	●	●	●								●		●	
Коэффициент усиления от частоты	●	●	●	●	●	●	●	●							●		●	
Гармонические искажения		●	●		●	●	●		●	●	●	●	●		●		●	
Дисбаланс усиления I/Q	●				●	●			●	●	●			●				
Вносимые потери	●	●	●	●	●	●	●	●						●			●	
Точка пересечения	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●		●	
Интермодуляционные искажения	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●		●	
Минимально обнаружимый сигнал	●	●	●	●	●	●	●											
S-параметры смешанного режима					●	●	●											
Подавление зеркальной частоты смесителя	●	●	●	●	●	●	●											
Модулированные сигналы	●	●	●	●														●
Коэффициент шума					●	●			●	●	●	●	●		●		●	
Зависимость фазы от частоты	●	●	●	●	●	●	●	●									●	
Вероятность обнаружения	●	●	●	●														
Вероятность ложной тревоги	●	●	●	●														
Квадратурная ошибка	●								●	●	●	●			●			
Погрешность квантования (АЦП)	●	●	●	●														
S-параметры					●	●	●	●						●			●	
Насыщение	●	●	●	●	●	●	●									●	●	
Чувствительность	●	●	●	●	●	●	●											
Эмуляция сигналов																		
Скачкообразная перестройка частоты	●	●	●	●	●	●												●
Сигналы ЛЧМ (LFM, NLFM)	●	●																●
Засветка	●	●	●	●														
Доплеровский сдвиг	●																	●
Преднамеренные помехи	●	●	●	●														
Движущиеся цели	●																	●
Множественные цели	●																	
Шум	●	●																
Паразитные излучения									●	●	●	●	●	●			●	
Фазовая когерентность	●			●	●	●												●
Анализ во временной области (TDR)					●	●	●	●						●				

- Измерение.
- Оценка вручную.

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

www.rohde-schwarz.com

Контакты в регионах

- Европа, Африка, Ближний Восток | +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- Северная Америка | 1-888-TEST-RSA (1-888-837-8772)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- Латинская Америка | +1-410-910-7988
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- Азия/Тихоокеанский регион | +65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- Китай | +86 800 810 8228/+86 400 650 5896
customersupport.asia@rohde-schwarz.com

Представительство в Москве:

115093 Москва, ул. Павловская, 7, стр.1, этаж 5,
тел. +7 (495) 981 35 60, факс +7 (495) 981 35 65
info.russia@rohde-schwarz.com
www.rohde-schwarz.ru

R&S® является зарегистрированным торговым знаком
компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Фирменные названия являются торговыми знаками их
владельцев

PD 5213.5568.62 | Версия 06.00 | Сентябрь 2014

Полная готовность к СВЧ-измерениям

© 2005 - 2014 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

81671 München, Germany | Допустимы изменения



5213556862