

Векторный анализатор цепей R&S® ZNA

Решение самых сложных измерительных задач





Содержание

Обзор

Векторный анализатор цепей R&S®ZNA

▷ страница 4

Самый современный пользовательский интерфейс

▷ страница 6

Разъемы на задней панели

▷ страница 8

Особенности

Уникальная концепция управления с помощью двух сенсорных экранов

▷ страница 10

Компоненты высшего класса

▷ страница 13

Аппаратные опции

▷ страница 14

Беспрецедентные ВЧ-характеристики

▷ страница 16

Подходящая калибровка для каждого тестового сценария

▷ страница 17

Области применения

Измерение точки компрессии

▷ страница 21

Интермодуляционные измерения усилителей и смесителей

▷ страница 22

Импульсные измерения – быстро и просто

▷ страница 24

Измерение параметров смесителя – проще, чем когда-либо

▷ страница 26

Анализ спектра с многоканальным отображением

▷ страница 28

Антенные измерения – идеальная совместимость

▷ страница 29

Измерения в миллиметровом диапазоне

▷ страница 30

Анализ во временной области и измерение целостности сигнала

▷ страница 32

Векторный анализатор цепей R&S®ZNA

Краткое описание

Выдающиеся радиотехнические характеристики и уникальная аппаратная архитектура векторного анализатора цепей высшего класса R&S®ZNA делает сложные измерения проще, чем когда-либо. Одной из рыночных новинок анализатора является концепция управления «от испытуемого устройства», которая позволяет быстро и удобно настраивать требуемую измерительную конфигурацию. Два независимых сенсорных экрана обеспечивают максимальную гибкость для хорошо организованной и эффективной работы.

Анализатор цепей R&S®ZNA отличается исключительной стабильностью характеристик, низким уровнем шума трасс и превосходными собственными («сырыми») параметрами, что делает его идеальным выбором для задач разработки и производства, требующих высокой точности, например, для разработки и производства электронных компонентов и модулей в авиакосмической и оборонной отраслях, а также спутниковых задач.

R&S®ZNA оснащается четырьмя внутренними фазокогерентными источниками, позволяющими осуществлять независимое управление частотой сигнала на каждом порту, а также выполнять фазовые измерения на смесителях. Прибор имеет два внутренних гетеродина (LO), настоящую многоканальную архитектуру приемной части, импульсные модуляторы и обеспечивает широкие возможности запуска и синхронизации. Такие аппаратные возможности превращают анализатор R&S®ZNA в универсальную компактную испытательную систему для измерения характеристик активных и пассивных устройств. Даже интермодуляционные измерения на смесителях и приемниках могут выполняться без использования внешних генераторов сигналов, что минимизирует время тестирования и упрощает настройку измерений.

Благодаря фазокогерентным цифровым источникам и приемникам для фазовых измерений смесителя не требуются эталонные смесители, а измерительные конфигурации настраиваются так же легко, как и для измерений S-параметров без преобразования частоты.

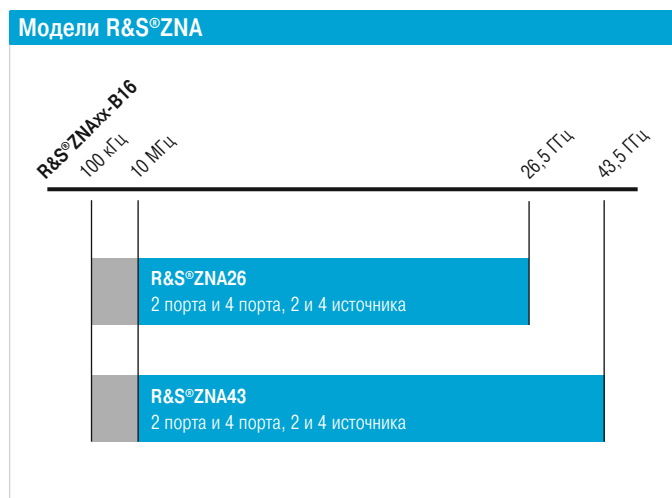
Пользователи могут управлять анализатором R&S®ZNA посредством двух независимых сенсорных экранов.



Примененная в анализаторе концепция управления «от испытуемого устройства (ИУ)» (с ориентацией на ИУ) позволяет конфигурировать прибор с непревзойденной скоростью. Пользователям больше не нужно с трудом продираться через джунгли меню. Вместо этого используется мастер, который шаг за шагом проводит их через все необходимые этапы настройки. Учитываются все необходимые параметры, и измерительные кривые создаются всего за несколько шагов.

Анализатор R&S®ZNA определяет характеристики маломощных усилителей (МШУ), приемников, ИУ с преобразованием частоты и модулей приема-передачи с высокой точностью и эффективностью; требуется лишь одно подключение ИУ.

Прибор содержит множество программных приложений, например, для интуитивно понятной настройки измерений группового времени задержки (ГВЗ) и спектра.



Ключевые факты и преимущества

Четыре внутренних фазокогерентных источника

- Компактные схемы измерений с несколькими источниками
- Удобство фазовых измерений на смесителях

Два внутренних гетеродина для приемников

- Быстрые измерения параметров смесителей
- Более точные фазовые измерения за счет одновременной дискретизации сигналов разных частот

Восемь действительно параллельных измерительных приемников

- Измерение параметров многоканальных ИУ и антенных решеток, использование анализатора в качестве мощного ядра в системах тестирования антенн

Четыре внутренних импульсных модулятора и генератора

- Двухтональные и двунаправленные измерения импульсных сигналов

Фазовые измерения смесителей без эталонных смесителей

- Простые измерения смесителей на компактной установке

Опция анализа спектра

- Определение характеристик ИУ и поиск паразитных составляющих сигнала без переподключения ИУ к анализатору спектра

Измерение ГВЗ преобразователей частоты со встроенными гетеродинами

- Надежные, прямые измерения спутниковых приемников

Высокий динамический диапазон: 139 дБ без опций (тип.), до 170 дБ (тип.) максимально

- Определение характеристик фильтров с высоким коэффициентом подавления
- Минимальное время измерения и низкий уровень шума трассы

Большой диапазон перестройки по мощности 100 дБ (тип.)

- Гибкие измерения параметров компрессии

Низкий шум трассы менее 0,001 дБ (при полосе ПЧ 1 кГц)

- Точные, хорошо воспроизводимые измерения

Концепция управления и настройки «от ИУ»

- Простой запуск, минимальное время настройки

Компактный прибор, тихая работа: акустический шум всего лишь 42 дБ(А)

- Небольшая занимаемая площадь, низкий уровень шума

Самый современный пользовательский интерфейс

Панель меню

Для работы с помощью мыши или пальцев

Контекстно-зависимая справка

Отмена/повтор

Отмена или повторение последних операций

Панель инструментов

Часто используемые функции: лупа, новая трасса, новый маркер, печать

Более 100 каналов и кривых

- Наглядное отображение сложных измерений
- Одновременное, независимое отображение нескольких измерительных конфигураций; отображение большого количества кривых; компоновка кривых, каналов и диаграмм в любом сочетании

Три порта USB на передней панели для подключения

- Запоминающих устройств
- Клавиатуры и мыши
- Модулей калибровки
- Датчиков мощности

Индикаторы состояния измерительных портов

- Индикация состояния приема/излучения
- Индикация активности входа



12,1-дюймовый сенсорный экран с самым современным GUI

Программные клавиши и панели

- Логически структурированные меню: все в поле зрения и без полосы прокрутки
- Все параметры измерительной конфигурации отражены в простых диалогах GUI
- Возможность перетаскивания и сброса измерительных кривых



Сенсорная панель

Управление прибором и отображение макросов

Клавиша прокрутки с функцией блокировки

Индикаторы состояния

Состояние калибровки, дистанционного управления и т. п.



Прямой доступ к источнику и приемникам

Разъемы на задней панели

Порты для монитора

- DisplayPort
- DVI-D

Оptionальная плата сигналов синхронизации

- Три дополнительных входа синхронизации
- Четыре выхода синхронизации
- Четыре разъема для управления импульсными модуляторами
- Готовность к запуску (выход)
- Сигнал занятости (выход)
- Управление блокировкой ВЧ (вход)

Порт GPIB

Стандартные разъемы управления и синхронизации

- Выход опорной частоты: 10 МГц, 100 МГц
- Вход опорной частоты:
1 МГц до 50 МГц, 100 МГц, 1 ГГц
- Вход запуска

Порт LAN

Съемный SSD-диск



Управление по USB

Для дистанционного управления через интерфейс USB

Модульная конструкция с простым обслуживанием

Управляющий ПК и источник питания

Четыре USB-порта (2.0/3.0) для подключения

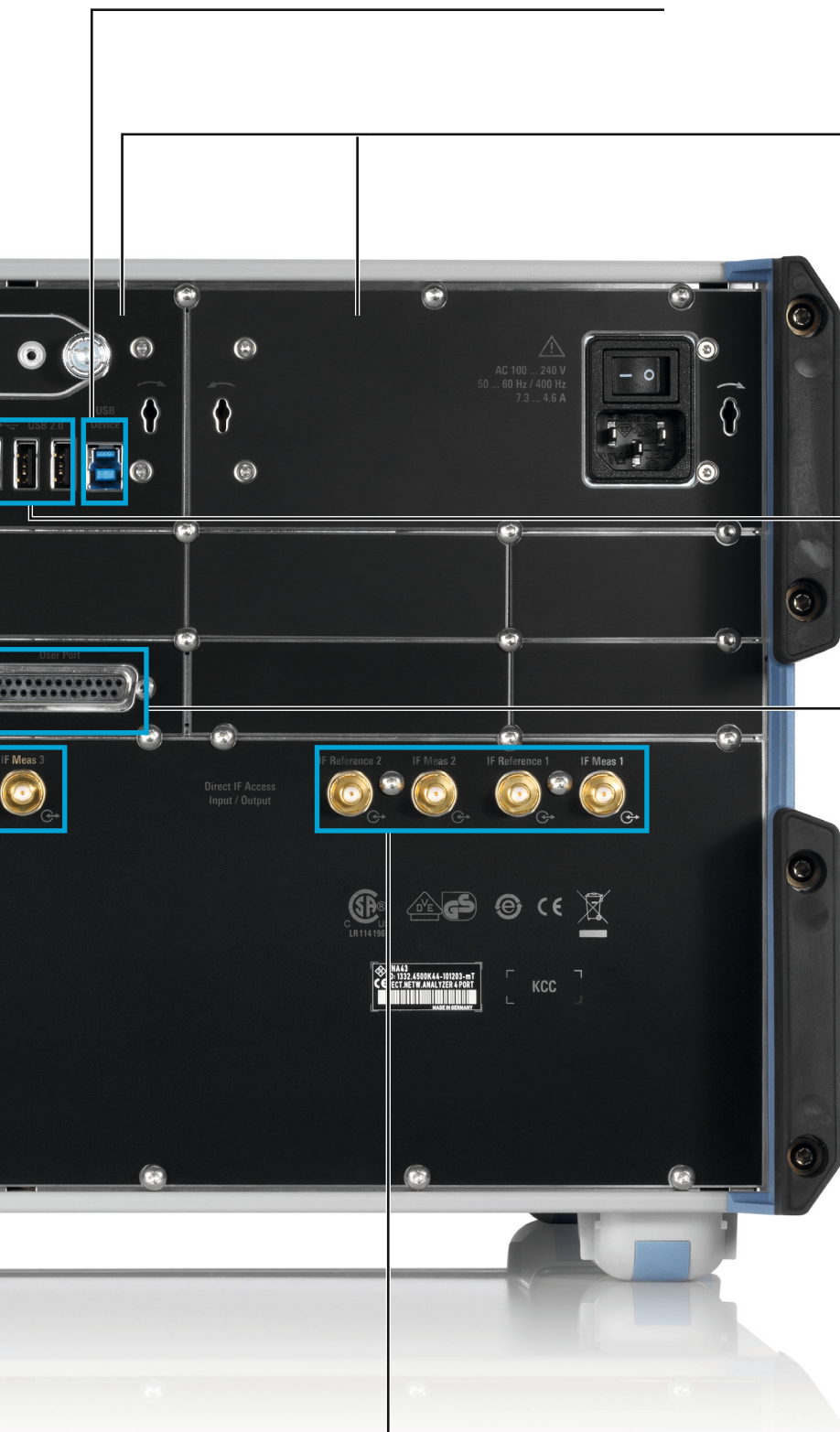
- ▮ Запоминающих устройств
- ▮ Клавиатуры и мыши
- ▮ Модулей калибровки
- ▮ Датчиков мощности

Порт пользователя

- ▮ Цифровые входы/выходы
- ▮ Источник питания

Прямой доступ к ПЧ

- ▮ Переключаемые входы/выходы, Полоса ПЧ 2 ГГц
- ▮ Доступ к измерительным и опорным приемникам каждого порта



Уникальная концепция управления с помощью двух сенсорных экранов

Управление с помощью жестов

Пользователи могут управлять анализатором R&S®ZNA с помощью двух независимых сенсорных экранов:

- Инновационная панель управления с правой стороны вместо механических клавиш, которые со временем изнашиваются
- На 12,1-дюймовом сенсорном экране с левой стороны отображаются измеренные кривые

Концепция работы с двумя экранами обеспечивает максимальную гибкость при настройке измерений. Жесты используются для масштабирования, перемещения кривых и добавления маркеров.

Кривые, каналы и диаграммы можно перетаскивать и сбрасывать, чтобы компоновать их в любом сочетании. Панель управления с правой стороны может, помимо прочего, использоваться для отображения макросов, команд дистанционного управления и вспомогательных инструментов.

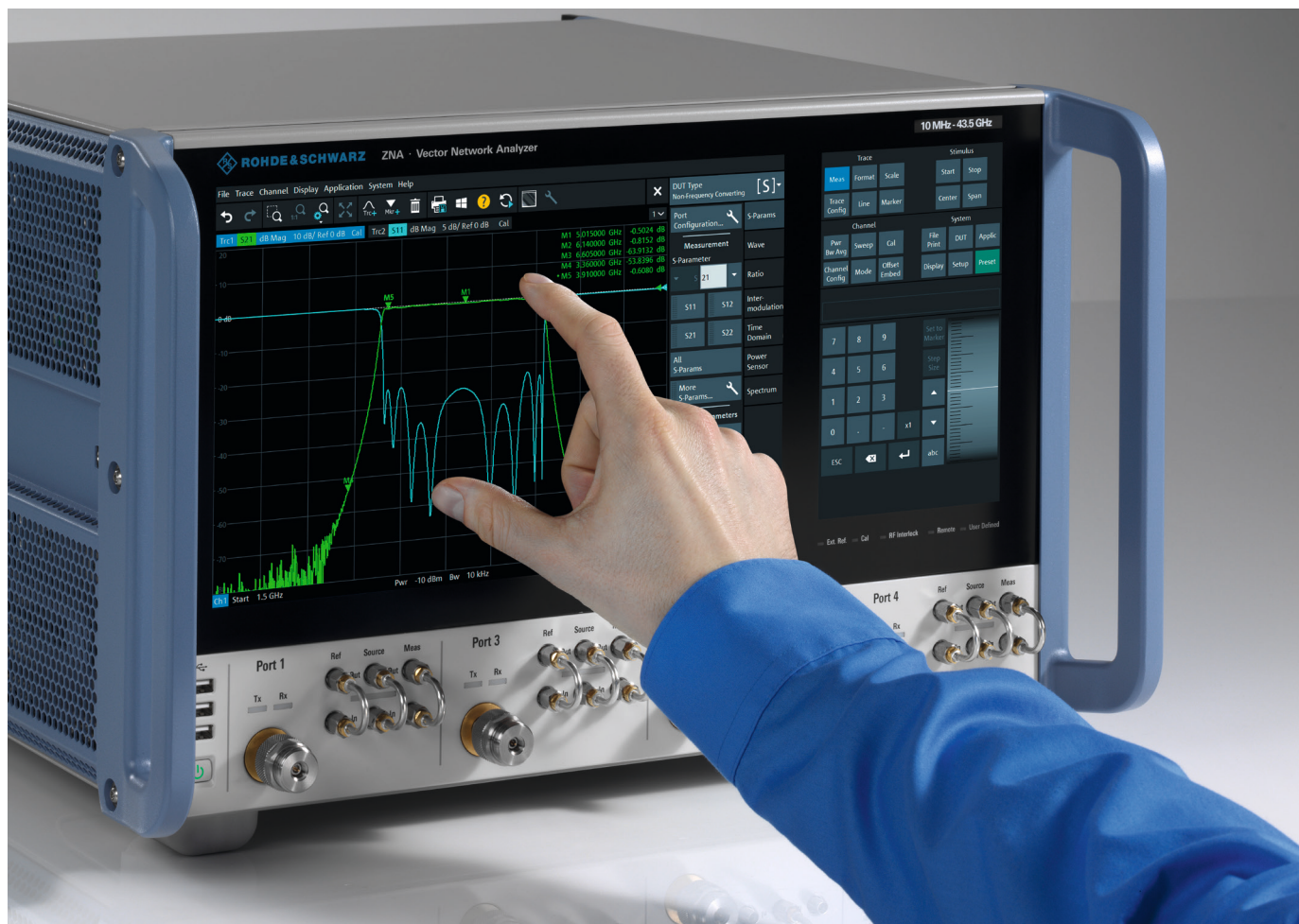
Управление анализатором интуитивно понятно, что значительно сокращает время обучения и очень быстро приносит результат.

Функции анализа кривых

Широкий спектр функций анализа кривых дает четкое представление о ключевых параметрах:

- Десять маркеров на кривую, включая функции анализа и преобразования в нужные единицы измерения
- Автоматическое измерение полосы пропускания фильтров
- Контроль пределов и пульсаций с помощью настраиваемой индикации «годен/не годен»
- Статистический анализ кривой, включая определение максимума, минимума, СКЗ, размаха и точки компрессии
- Редактор формул для сложных математических операций с кривыми

Пользователи могут с легкостью настраивать измерительные задачи с помощью жестов.



Функция увеличения



Пользователи могут изменять масштаб простым движением пальцев или перетаскиванием мыши.
Фоновый цвет экрана можно настроить требуемым образом.

Управление анализатором R&S®ZNA посредством сенсорной панели



Быстрое переключение между схемами настроек прибора

В памяти анализатора R&S®ZNA могут одновременно находиться несколько конфигураций, позволяя пользователю быстро переключаться между различными измерительными задачами. Эта функция особенно полезна при работе с ИУ, для которых получают множество результатов сложных измерений, поскольку она обеспечивает быстрый обзор результатов и упрощает работу с прибором.

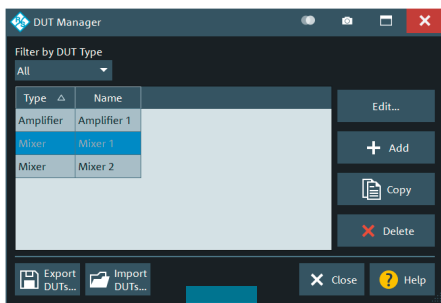
Удобство для пользователя за счет подхода «от ИУ»

В дополнение к классическому управлению, когда пользователь настраивает отдельные измеряемые величины, в анализаторе R&S®ZNA также поддерживается подход к настройке измерений с ориентацией на испытуемое устройство («от ИУ»).

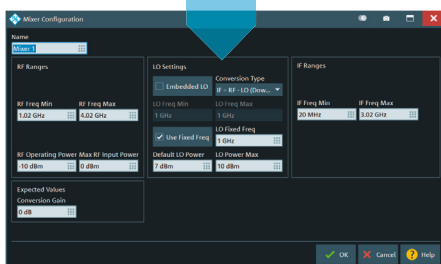
В режиме «от ИУ» пользователь сначала выбирает тип ИУ, например, усилитель или смеситель. Затем прибор в пошаговом режиме предложит пользователю выбрать и настроить требуемые измерения (такие как усиление, точка компрессии, точка пересечения, изоляция). Больше не потребуется проводить утомительный поиск среди разнообразных меню. По завершении настройки прибор создает необходимые каналы и измерительные кривые, после чего он готов к калибровке и выполнению требуемых измерений.

За счет простой структуры меню управление анализатором R&S®ZNA интуитивно понятно и для пользователей, которые не используют подход «от ИУ». Пользователи могут настроить измерения всего за несколько логических шагов, что в большинстве случаев получается в два раза быстрее, чем при использовании традиционных структур меню.

Настройка измерения с ориентацией на ИУ



Основываясь на типе ИУ, прибор в пошаговом режиме предложит пользователю выбрать и настроить требуемые измерения. Необходимые каналы и кривые, например, для измерения просачивания сигнала гетеродина, будут созданы автоматически.



Компоненты высшего класса

Анализатор R&S®ZNA поставляется с широким спектром аппаратных опций, позволяющих настраивать конфигурацию прибора для предполагаемого использования.

Четыре внутренних источника

В анализаторе R&S®ZNA доступно до четырех внутренних источников. Пользователь получает в свое распоряжение мощную и компактную систему, которая способна выполнять интермодуляционные измерения даже на смесителях и приемниках с двумя каскадами преобразования частоты. Фазокогерентные источники с воспроизводимой фазой и цифровым управлением позволяют выполнять фазовые измерения на смесителях и преобразователях без использования внешних эталонных смесителей.

Прямой доступ к ПЧ

Порты R&S®ZNA-B26, при их использовании в качестве входов, обеспечивают прямой доступ к внутренним трактам сигналов ПЧ (с возможностью выбора промежуточных частот), что позволяет использовать анализатор в системах тестирования антенн. При использовании в качестве выходов порты позволяют регистрировать и анализировать данные с использованием внешнего оборудования.

Возможности запуска и синхронизации

В анализаторе R&S®ZNA предусмотрен широкий спектр функций синхронизации и запуска, таких как различные входы и выходы запуска, например, для индикации состояния тестирования, определения критериев принятия логических решений, отключения ВЧ-мощности, гибкого управления тестовыми последовательностями при импульсных

измерениях, синхронизации внешних устройств и для управления синхронизацией при выполнении тестовых последовательностей на производстве.

Второй внутренний источник сигнала гетеродина

Второй внутренний источник сигнала гетеродина позволяет осуществлять прием сигналов на разных частотах по двум портам. Это означает возможность одновременного измерения двух частот, например, ВЧ- и ПЧ-сигнала смесителя, что позволяет вдвое уменьшить время измерения и снизить уровень шума трассы.

Четыре внутренних импульсных генератора и модулятора

Четыре импульсных генератора и модулятора позволяют формировать импульсные двухтональные сигналы и двунаправленные импульсные сигналы, например, для интермодуляционных измерений в модулях приема-передачи.

Конфигурация для измерения импульсных сигналов

В анализаторе R&S®ZNA содержится четыре внутренних генератора импульсов, которые доступны с любой из следующих опций: R&S®ZNAxx-B4n (внутренний импульсный модулятор для порта n) и R&S®ZNA-B91 (плата сигналов запуска). Это означает, что, например, одна плата сигналов запуска дает возможность использования внутренних генераторов импульсов для управления внешними импульсными модуляторами (например, для формирования импульсов длительностью менее 100 нс). Измерения в точке импульса обеспечиваются базовым прибором; измерения профиля импульса добавляются с помощью опции R&S®ZNA-K7.



Анализатор R&S®ZNA поставляется с широким спектром аппаратных опций, позволяющих настраивать конфигурацию прибора для предполагаемого использования.

Аппаратные опции

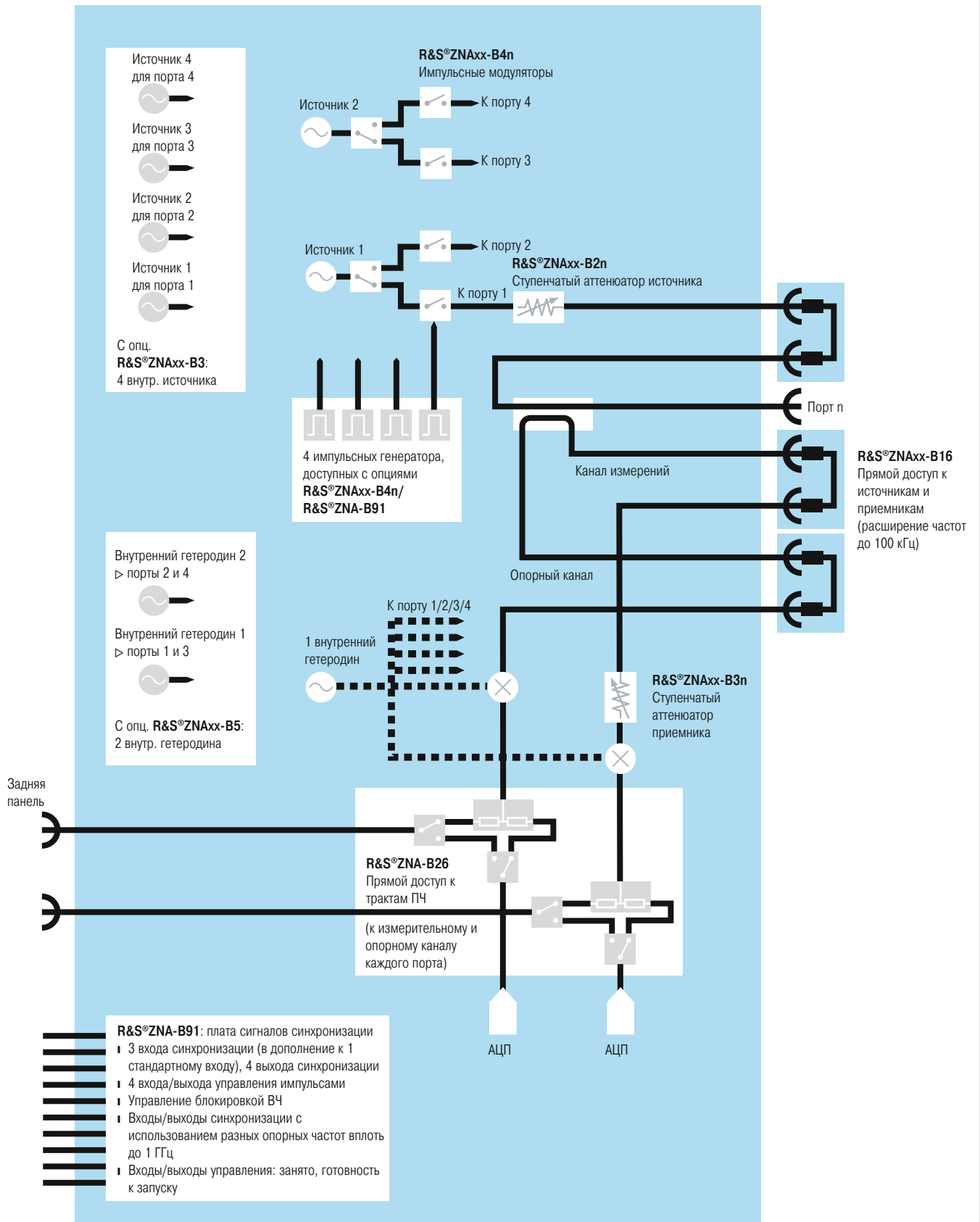
Подробное описание аппаратных опций		
Описание	Области применения и преимущества	Аппаратная опция
<p>Прямой доступ к источникам и приемникам ¹⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> С начальной частотой от 100 кГц Поддержка конфигурации с обратным включением ответвителя 	<ul style="list-style-type: none"> Упрощение внешних установок для измерения мощности в широком частотном диапазоне Конфигурация с обратным ответвителем повышает динамический диапазон и снижает коэффициент шума системы 	R&S®ZNAxx-B16 ²⁾
<p>Четырехпортовая модель анализатора R&S®ZNA, содержащая до четырех внутренних источников</p>	<ul style="list-style-type: none"> Малое время измерения Компактные измерительные установки с гибкой настройкой, например, для ИУ с двумя каскадами преобразования частоты 	R&S®ZNAxx-B3 ²⁾
<p>Второй внутренний источник сигнала гетеродина</p> <ul style="list-style-type: none"> Для одновременного измерения двух разных частот (например, ВЧ- и ПЧ-сигналов в смесителе) 	<ul style="list-style-type: none"> Быстрые измерения параметров смесителей и преобразователей Очень низкий уровень шума кривой при измерениях с преобразованием частоты 	R&S®ZNA-B5
<p>Четыре/восемь реальных приемников (без мультиплексирования)</p>	<p>Надежные многоканальные фазовые и антенные измерения</p>	Входит в состав прибора по умолчанию
<p>Прямой доступ к ПЧ, переключаемый вход/выход, аналоговая полоса ПЧ 2 ГГц</p>	<p>Расширенная гибкость и чувствительность, например, при использовании в системах измерения параметров антенн</p> <ul style="list-style-type: none"> Предоставление прямого доступа ко всем фазово-когерентным приемникам (четырем/восемью) 	R&S®ZNA-B26
<p>Четыре внутренних генератора импульсов и четыре внутренних импульсных модулятора</p>	<ul style="list-style-type: none"> Для измерений параметров в импульсном режиме и гибкой системной интеграции 	R&S®ZNA-K7 R&S®ZNAxx-B4n ^{2) 3)}
<p>Расширенные функции запуска и управления (три дополнительных входа запуска, четыре выхода запуска, четыре порта ввода/вывода управления импульсами, сигнал готовности к запуску, сигнал занятости, управление блокировкой ВЧ) ⁴⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> Универсальная адаптация к измерительным системам и простая системная интеграция Высокая опорная частота для обеспечения низкого фазового шума 	R&S®ZNA-B91
<p>Ступенчатые аттенюаторы источников, от 0 дБ до 70 дБ (с шагом 10 дБ)</p>	<p>Формирование маломощных задающих сигналов вплоть до уровня -110 дБм</p>	R&S®ZNAxx-B2n ^{2) 3)}
<p>Ступенчатые аттенюаторы приемников, от 0 дБ до 35 дБ (с шагом 5 дБ)</p>	<p>Измерения без компрессии со входной мощностью до верхнего предела +27 дБм</p>	R&S®ZNAxx-B3n ^{2) 3)}

¹⁾ В диапазоне от 100 кГц до 10 МГц, внутренний ответвитель может использоваться только в ограниченной степени. При этом потребуются внешние направленные компоненты и повторная калибровка.

²⁾ xx обозначает модель R&S®ZNA (R&S®ZNA26/R&S®ZNA43).

³⁾ n обозначает номер порта (1/2/3/4).

⁴⁾ Вход опорной частоты 1 ГГц имеется в стандартной версии прибора.



xx обозначает модель R&S®ZNA (R&S®ZNA26/R&S®ZNA43).
 n обозначает номер порта (1/2/3/4).

Беспрецедентные ВЧ-характеристики

Широкий динамический диапазон и диапазон перестройки по мощности

Очень высокий динамический диапазон анализатора R&S®ZNA позволяет определять характеристики фильтров с высоким коэффициентом подавления. Благодаря высокой выходной мощности и большому диапазону перестройки по мощности прибор способен анализировать параметры усилителей в режимах большого и малого сигналов за один цикл развертки:

- Динамический диапазон: 145 дБ (тип.)¹⁾, > 129 дБ (спец., без опций)
- Макс. достижимый динамический диапазон: 170 дБ (тип.)²⁾
- Диапазон перестройки по мощности с электронным управлением до 100 дБ (тип.), без прерываний до 40 дБ (тип.)

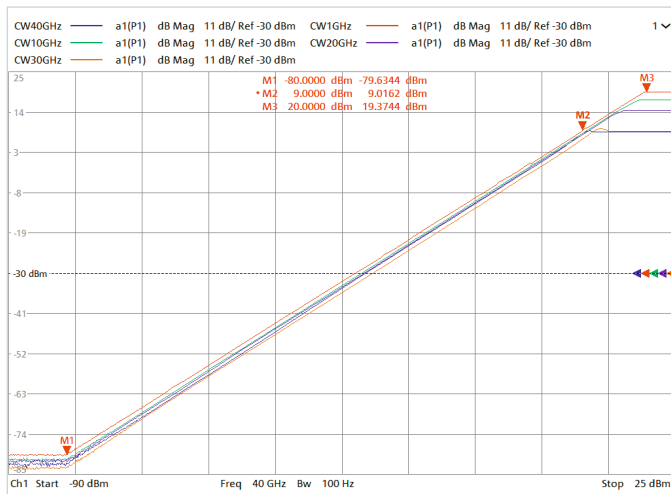
Высокая стабильность – надежные результаты

Испытательная и приемная части R&S®ZNA обладают отличной температурной и долговременной стабильностью. Дрейф амплитуды и фазы в приборе незначителен, эти значения находятся в пределах 0,01 дБ/К и 0,1°/К (тип.). Откалиброванный прибор R&S®ZNA обеспечивает выполнение точных измерений в течение нескольких дней без повторной калибровки:

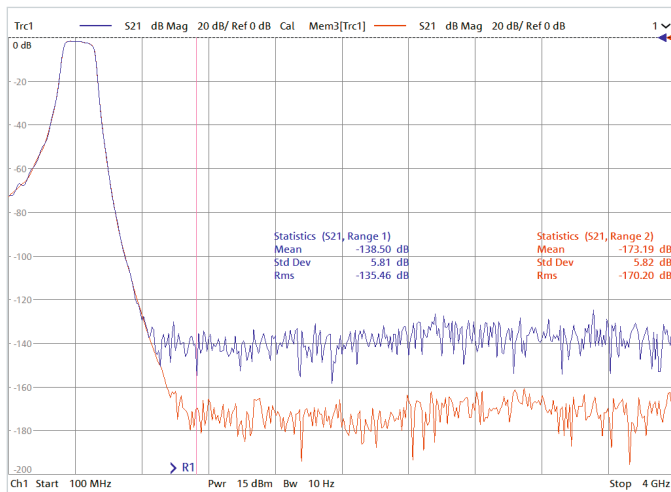
- Измерительный шум 0,001 дБ (СКЗ)
- Температурная стабильность 0,01 дБ/К и 0,1°/К
- Надежное измерение высоких уровней мощности благодаря компрессии приемника 0,1 дБ для уровня мощности 15 дБм на измерительном порту
- Большой динамический диапазон источников за счет ступенчатых аттенуаторов с ослаблением до 70 дБ и диапазона электронной перестройки по мощности до 100 дБ

¹⁾ С опцией R&S®ZNAxx-B3n.

²⁾ Требуются: максимальная выходная мощность, опция R&S®ZNAxx-B16, опция R&S®ZNAxx-B3n, конфигурация с обратным ответвителем на приемном порту, а также полоса ПЧ 1 Гц.



Максимальный диапазон перестройки по мощности до 100 дБ



Динамический диапазон:

- При максимальной указанной выходной мощности, без опций (синяя кривая: при полосе ПЧ 10 Гц)
- При максимальной указанной выходной мощности и ослаблением 0 дБ на ступенчатом аттенуаторе приемника (красная кривая: при полосе ПЧ 1 Гц)

Подходящая калибровка для каждого тестового сценария

В анализаторе R&S®ZNA поддерживается классическая калибровка TOSM (перемычка, XX, K3, CH), которая обеспечивает максимальную точность измерения S-параметров, особенно в коаксиальных средах передачи. R&S®ZNA также поддерживает методы калибровки для ИУ в других специфических средах передачи, например, в измерительных оснастках или на полупроводниковых пластинах, а также для ИУ, оснащенных разъемами разных типов на входе и выходе.

Полная калибровка всего с тремя калибровочными мерами – быстрее, проще, точнее

- Калибровка TRL/LRL (перемычка, отражение, линия/линия, отражение, линия) для измерений на пластинах, в волноводах и коаксиальных ИУ

- Калибровка TRM (перемычка, отражение, согласованная нагрузка) для измерений в измерительных оснастках и на пластинах
- Калибровка TSM (перемычка, K3, CH) и TOM (перемычка, XX, CH) в качестве альтернативы TOSM, для облегченной калибровки

Калибровка для ИУ со смешанными разъемами

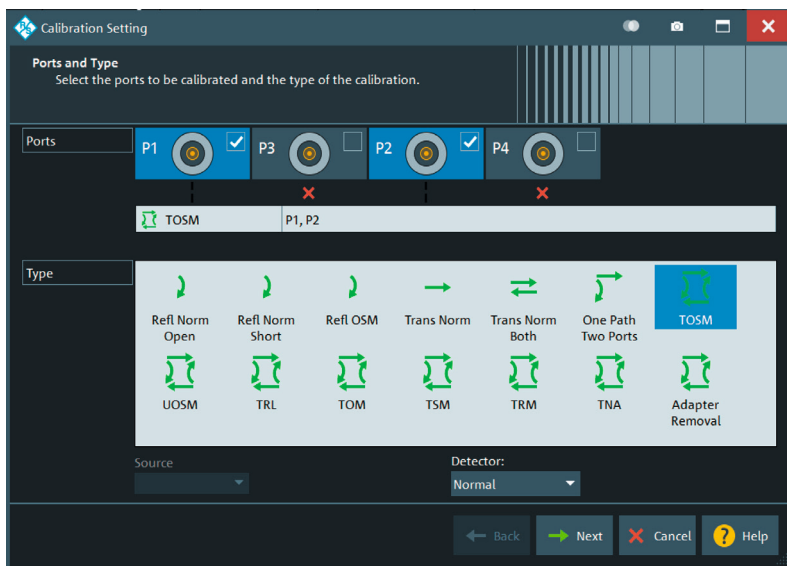
Классический метод калибровки TOSM не обеспечивает прямую калибровку измерительных установок для ИУ, оснащенных разъемами разных типов на входе и выходе. В анализаторе R&S®ZNA предусмотрены две альтернативы такой калибровке.

Калибровка UOSM

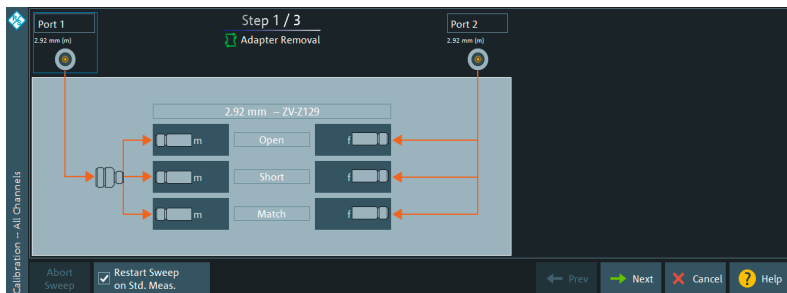
Калибровка UOSM (неизв. перемычка, XX, K3, CH) - это самый простой способ преодоления вышеуказанной проблемы. Потребуется затратить столько же усилий, что и при калибровке TOSM. Необходимо сквозное соединение (перемычка) с неизвестными параметрами, т. е. к примеру, взаимный (но в остальном более или менее произвольный) двухпортовый простой и недорогой адаптер.

Метод удаления адаптера

В качестве альтернативы анализатор R&S®ZNA поддерживает классическую калибровку с удалением адаптера. Этот метод очень надежен, но требует значительно большего количества этапов калибровки.



Выбор методов калибровки в анализаторе R&S®ZNA



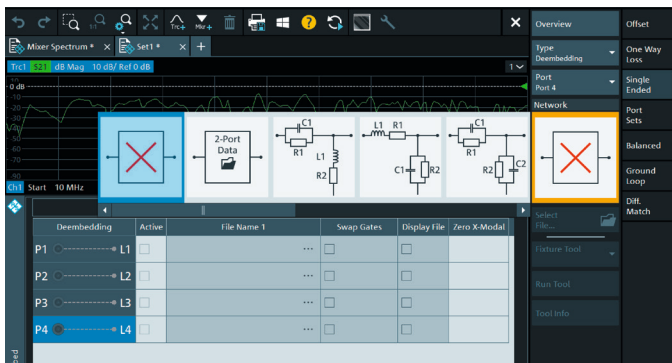
Понятные диалоговые окна помогают пользователю шаг за шагом пройти процесс калибровки с удалением адаптера для калибровки ИУ со смешанными разъемами на входе и выходе.

Быстрое встраивание/исключение ИУ для согласования импеданса с помощью виртуальных цепей

Характеристики коаксиальных и симметричных компонентов, таких как фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ-фильтры), используемые во входных каскадах мобильных телефонов, указываются с учетом цепей, которые согласуют их с импедансом примыкающей цепи. Анализатор R&S®ZNA способен встраивать ИУ в виртуальные цепи согласования для достижения реалистичных условий путем имитации ИУ, установленного в своей рабочей среде. В приборе R&S®ZNA доступен выбор predetermined топологий цепей согласования. При редактировании значений отдельных элементов цепи анализатор R&S®ZNA немедленно пересчитывает цепь и встраивает ИУ в новую цепь в реальном масштабе времени. В дополнение к predetermined топологиям прибор R&S®ZNA может считывать файлы .s2p, .s4p, .s6p и .s8p и использовать их для функции встраивания/исключения цепей.

Калибровка мощности источников и приемников

Чтобы определить характеристики активных ИУ и модулей, таких как смесители и усилители, необходимо откалибровать выходную мощность источника, а также приемники в анализаторе цепей для обеспечения максимальной точности измерения мощности. Параметры для калибровки мощности могут настраиваться в R&S®ZNA независимо друг от друга, позволяя достигать оптимальных результатов даже для сложных сценариев.



Цифровая система автоматической регулировки уровня (APU)

Конфигурируемая цифровая система APU¹⁾ приводит значение мощности источника к заданному значению, используя опорный сигнал, который может быть получен из любой точки измерительной установки. Флуктуации мощности, вызванные, например, дрейфом, устраняются. Тем самым, обеспечиваются стабильные воспроизводимые условия по мощности в течение длительных циклов испытаний.

Оборудование для калибровки

Индустриальные комплекты для калибровки R&S®ZV-Z1xx обеспечивают надежную работу в диапазоне до 40 ГГц. Калибровочные комплекты высшего класса R&S®ZV-Z2xx/R&S®ZN-Z2xx отвечают более серьезным требованиям, они содержат калибровочные меры с разъемами от N-типа до 1,0 мм (110 ГГц). Данные комплекты обеспечивают очень высокую точность калибровки благодаря точности изготовления и учету характеристик отдельных калибровочных мер на основе S-параметров.

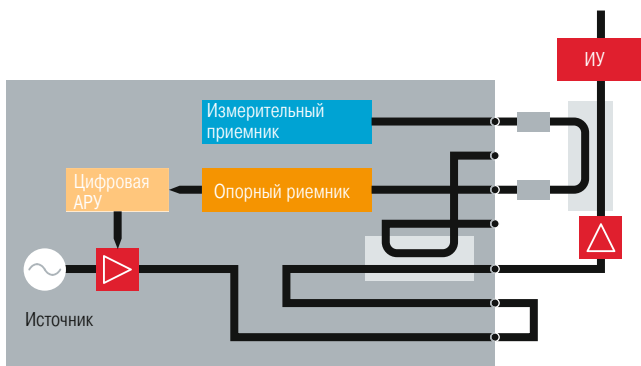
Автоматические модули калибровки

Автоматические модули калибровки для диапазона до 67 ГГц с двумя или четырьмя портами значительно упрощают выполнение калибровки, уменьшая при этом вероятность ошибки оператора и улучшая повторяемость калибровки.

¹⁾ Функция будет доступна после выхода прибора в продажу.

В анализаторе R&S®ZNA имеется выбор predetermined согласующих цепей, значения которых можно редактировать. При изменении значений R&S®ZNA немедленно пересчитывает цепь и встроит ИУ в новую цепь в реальном масштабе времени.

Цифровая система автоматической регулировки уровня (APU)¹⁾



Функция APU: в случае измерительной установки высокой мощности с внешним предусилителем и направленным ответвителем мощность источника регулируется в соответствии с выходной мощностью предусилителя. Таким образом, можно компенсировать влияние дрейфа, обеспечивая очень точное и стабильное значение выходной мощности.

¹⁾ Функция будет доступна после выхода прибора в продажу.

Проходные калибровочные модули R&S®ZN-Z32/-Z33

Проходные калибровочные модули R&S®ZN-Z3x обеспечивают автоматическую коррекцию систематической погрешности анализаторов цепей компании Rohde & Schwarz. В отличие от обычных калибровочных решений, проходные калибровочные модули R&S®ZN-Z3x могут оставаться постоянно подключенными к измерительным кабелям. Пользователи могут выполнить повторную калибровку измерительной установки в любое время, нажав одну кнопку в управляющем программном обеспечении. Больше не нужно тратить время на подключение и отключение калибровочных модулей. Модули управляются по шине CAN с помощью контроллера проходных калибровочных модулей R&S®ZN-Z30, который в свою очередь управляется через локальную сеть с векторного анализатора цепей или ПК. Проходные калибровочные модули являются единственным решением для измерительных установок, в которых пользователи не могут получить доступ к опорной плоскости (плоскости калибровки). Они обеспечивают точные и надежные измерения, например, при проведении испытаний спутниковых компонентов в термовакуумных камерах (TVAC).



Проходной калибровочный модуль R&S®ZN-Z33



Индустриальный комплект для калибровки R&S®ZV-Z1xx



Комплекты для калибровки высшего класса R&S®ZV-Z210 и R&S®ZV-WR10

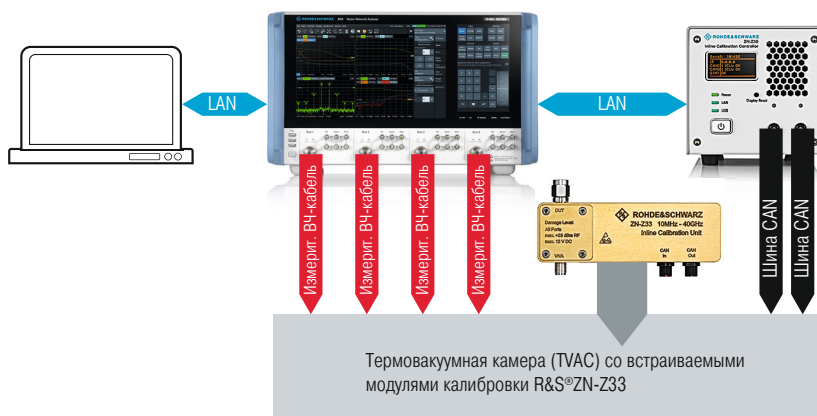


Комплекты для калибровки высшего класса R&S®ZV-Z2xx и R&S®ZN-Z2xx



Автоматический калибровочный модуль R&S®ZN-Z52

Система TVAC R&S®ZN-Z33 (с прикладным ПО R&S®ZN-Z3ASW, установленным на ПК или ВАС)



При проведении испытаний в термовакуумных камерах (TVAC) первоначальная калибровка становится недействительной из-за влияния температурного дрейфа в компонентах измерительной установки. Проходные калибровочные модули R&S®ZN-Z33 остаются постоянно подключенными к измерительным кабелям, поэтому пользователи могут осуществлять повторную калибровку измерительной установки после любого изменения температуры окружающей среды. Знание тепловых характеристик калибровочных модулей, определенных при изготовлении, обеспечивает высокоточные, надежные результаты в широком диапазоне температур от -30°C до $+80^{\circ}\text{C}$.

Результаты за минимальное время

Помимо минимального времени измерения, анализатор R&S®ZNA обладает другими возможностями, которые значительно ускоряют процесс сбора данных. Большой динамический диапазон анализатора > 129 дБ (спец.) обеспечивает большое отношение сигнал/шум для проведения точных измерений даже при широкой полосе ПЧ и малом времени измерения. При измерении параметров смесителя могут одновременно измеряться сигналы ВЧ и ПЧ с помощью второго внутреннего источника сигнала гетеродина. По сравнению с другими приборами такой подход обеспечивает такую же скорость измерения, как и при измерениях S-параметров без преобразования частоты. Анализатор R&S®ZNA может получать измеренные данные со всех своих портов одновременно, обеспечивая возможность параллельного испытания пары двухпортовых ИУ и тем самым удваивая пропускную способность.

Области применения



Измерение точки компрессии

Определение точки компрессии является важным измерением при снятии характеристик активных компонентов. В анализаторе R&S®ZNA измерение точки компрессии можно с легкостью объединить с измерениями S-параметров.

Прямая и обратная перестройка по мощности

В случае ИУ с высокой выходной мощностью, например, усилителя на лампе бегущей волны (ЛБВ), часто возникают эффекты гистерезиса, которые влияют на определение точки компрессии. Чтобы уменьшить эти эффекты, анализатор R&S®ZNA позволяет определять точку компрессии путем выполнения развертки с нарастанием и спадом мощности.

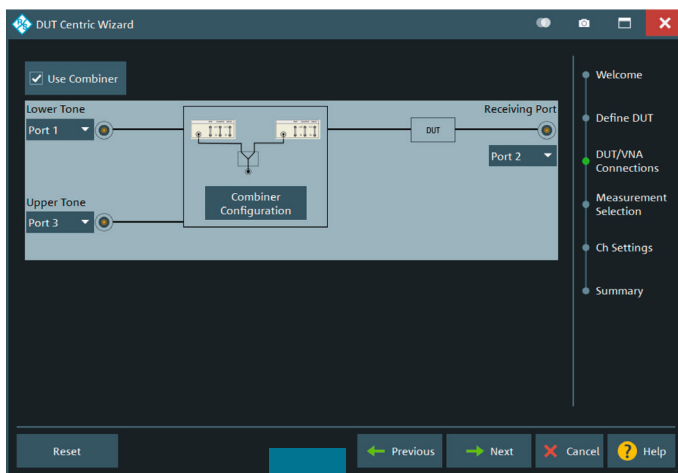
Высокая точность измерения мощности за счет коррекции вектора ошибок

Вместо обычной, чисто скалярной коррекции ошибок анализ точки компрессии в R&S®ZNA основан исключительно на измерениях мощности с векторной коррекцией ошибок. За счет этого обеспечивается получение точных результатов даже с плохо согласованными ИУ.

Высокая скорость измерения для ИУ с преобразованием частоты

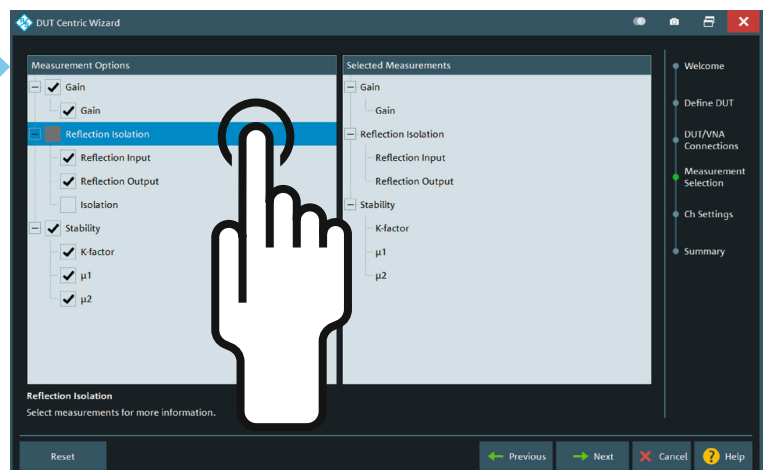
Использование второго гетеродина при измерении ИУ с преобразованием частоты при той же полосе ПЧ вдвое увеличивает скорость измерения без увеличения шума трассы. Время измерения сокращается вдвое без какого-либо ухудшения точности.

Настройка измерения «от ИУ»



В этом примере показана конфигурация измерения усилителя с использованием ориентированного на ИУ подхода.

Пользователь сначала выбирает тип ИУ (например, смеситель или усилитель), а затем, шаг за шагом, определяет схему измерения, используемые разъемы и измеряемые параметры. Нужная конфигурация формируется очень быстро, причем учитываются все необходимые параметры. На основе созданной пользователем библиотеки ИУ могут быть сразу же воспроизведены измерения на том же ИУ и измерения на ИУ похожего типа.



Интермодуляционные измерения усилителей и смесителей

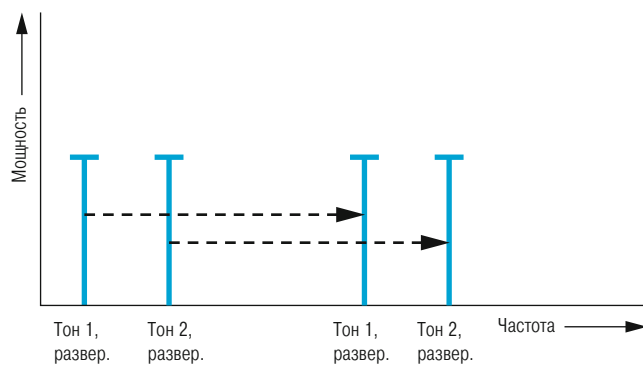
Анализатор R&S®ZNA позволяет быстро и с высокой точностью определять интермодуляционные характеристики усилителей и смесителей. Он обеспечивает выполнение следующих трех типов интермодуляционных измерений:

- Развертка по частоте с фиксированным разносом несущих
- Развертка по частоте с переменным разносом несущих
- Развертка по уровню с фиксированным разносом несущих

Широкий динамический диапазон и цифровая АРУ¹⁾ для сложных интермодуляционных измерений

Анализатор R&S®ZNA обеспечивает значительные преимущества, в частности, при измерении усилителей с очень небольшими интермодуляционными составляющими. Большой динамический диапазон прибора и превосходное значение допустимой мощности его приемников позволяют измерять небольшие интермодуляционные искажения в течение нескольких секунд, а не минут.

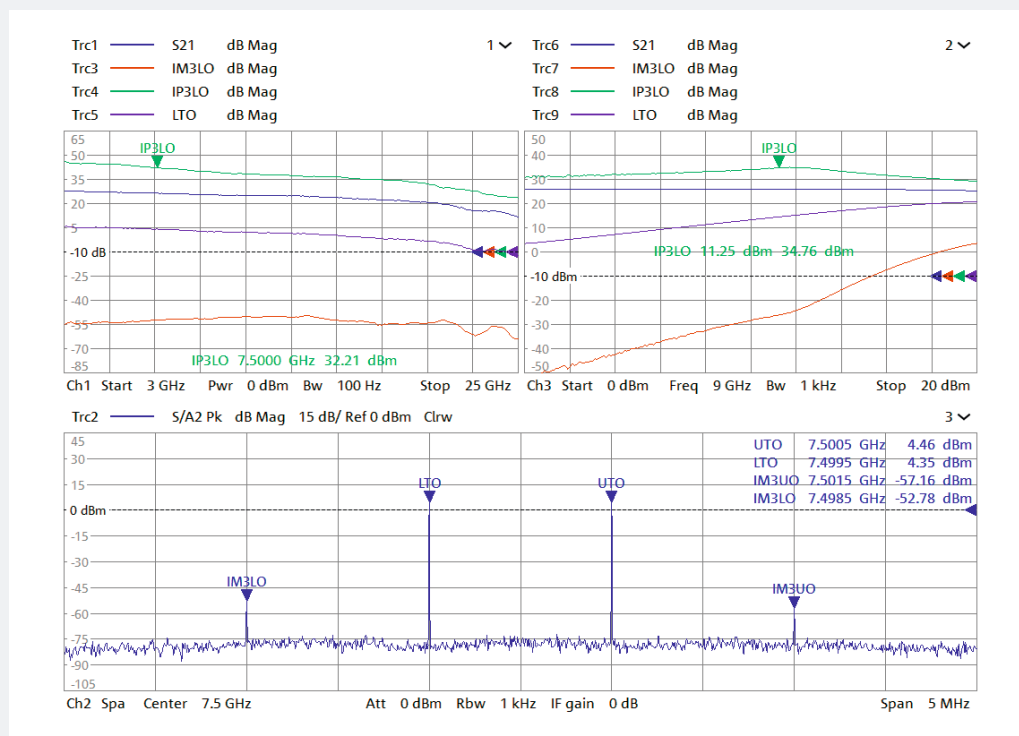
Развертка по частоте с фиксированным разносом несущих



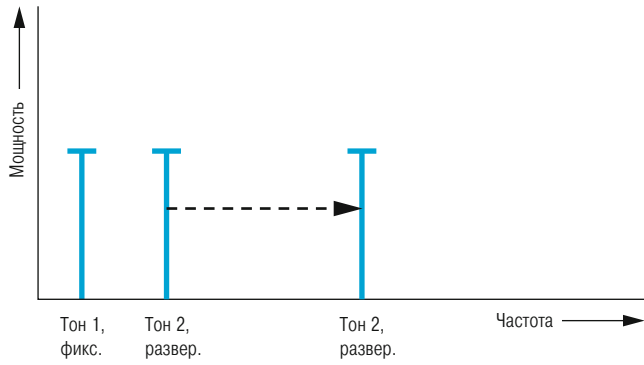
При интермодуляционных измерениях очень важно осуществлять точное управление мощностью, подаваемой на входы ИУ. И здесь для анализатора R&S®ZNA нет ничего сложного. Система автоматической регулировки уровня (ARU) в сочетании с функцией коррекции систематической погрешности обеспечивает точное воспроизведение амплитуд для отдельных несущих во всем диапазоне частот, независимо от входного коэффициента отражения ИУ.

¹⁾ Функция будет доступна после выхода прибора в продажу.

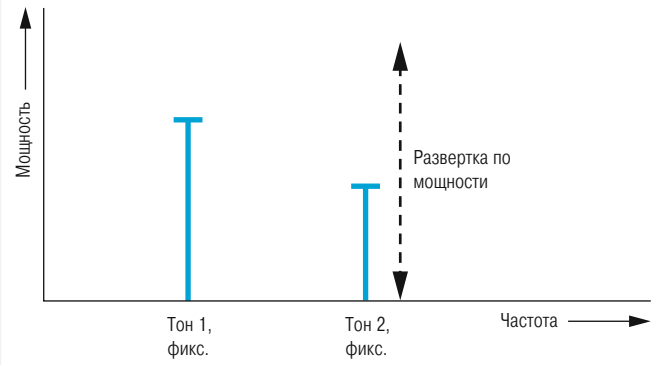
Полное определение характеристик усилителя, включая интермодуляционные составляющие, их зависимость от частоты, спектральные измерения и другие величины



Развертка по частоте с переменным разном несущих



Развертка по уровню с фиксированным разном несущих



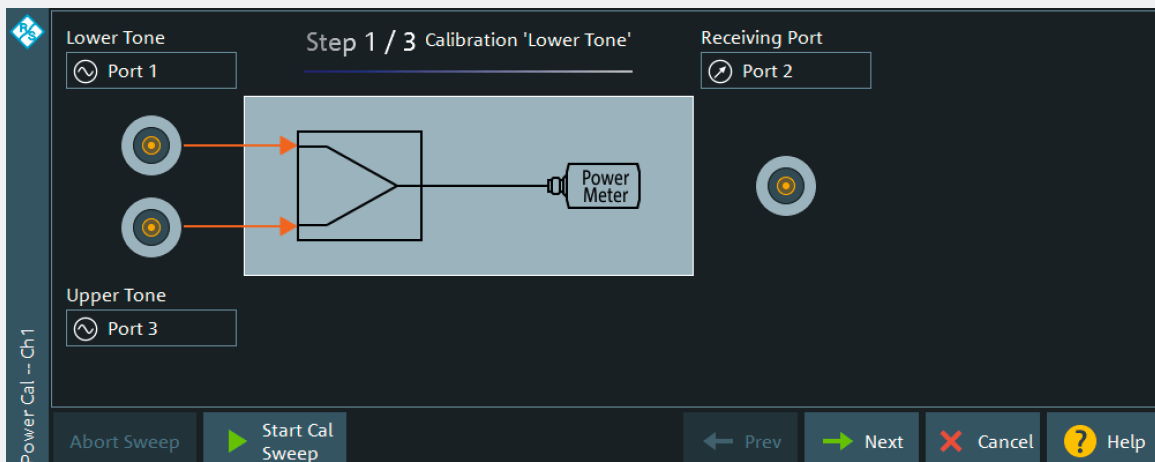
Высокая выходная мощность и гибкость

Обладая четырьмя независимыми источниками, анализатор цепей R&S®ZNA способен выполнять интермодуляционные измерения на смесителях даже без использования внешнего генератора. Анализатор обеспечивает высокие уровни выходной мощности вплоть до +20 дБм на каждом порту. Если этого недостаточно, в сигнальный тракт прибора R&S®ZNA могут быть включены внешние усилители, которыми он может управлять посредством АРУ с высокой точностью.

Подход «от ИУ» упрощает настройку интермодуляционных измерений

В подходе с ориентацией на ИУ анализатора R&S®ZNA при выполнении интермодуляционных измерений поддерживается интуитивно понятная навигация. Чтобы настроить измерение, пользователь сначала выбирает тип ИУ, затем переходит в диалоговое окно для определения схемы измерения, разъемов для подключения ИУ, измеряемой величины или типа измерения, например, зависимости IM_x ($x = 3, 5, 7, \dots$) от частоты, мощности на входе и выходе ИУ или измерения спектра. Например, в случае ручной четырехпортовой калибровки подход «от ИУ» уменьшает количество необходимых действий (т. е. подключений калибровочных мер и датчика мощности) с 26 до 16.

Графический интерфейс калибровки мощности для интермодуляционных измерений на усилителе

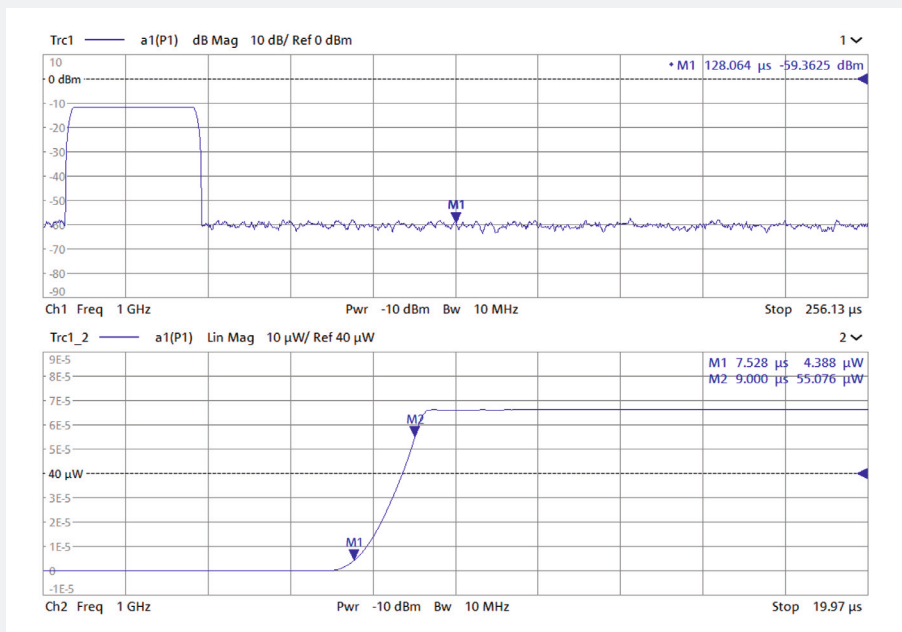


Импульсные измерения – быстро и просто

Для анализа активных компонентов в импульсном режиме в анализаторе R&S®ZNA предусмотрены импульсные модуляторы, генераторы импульсов и входы/выходы синхронизации. Типовые ИУ содержат отдельные компоненты и целые приемо-передающие модули, которые применяются в радиолокации. S-параметры, входная и выходная мощности и интермодуляционные составляющие могут быть измерены без каких-либо внешних компонентов для формирования ВЧ-импульсов и синхронизации тестовых последовательностей.

Внутренние импульсные модуляторы и генераторы импульсов

Анализатор R&S®ZNA может быть оснащен одним импульсным модулятором (R&S®ZNAxx-B4n) на порт. Импульсными модуляторами можно управлять посредством внешних источников импульсов или с помощью четырех внутренних генераторов импульсов. Внутренние генераторы импульсов также могут использоваться для управления внешними импульсными модуляторами через выходы платы сигналов синхронизации. Такой подход позволяет, например, интегрировать в систему специальные модуляторы для сверхкоротких импульсов.



Измерение профиля импульса
(опция R&S®ZNA-K7)

Импульсные измерения		
	Функции	Опции
Аппаратное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> Четыре внутренних генератора импульсов с временным разрешением 4 нс и минимальной длительностью импульса 100 нс Один импульсный модулятор на порт с минимальной длительностью импульса 100 нс Четыре входа запуска Четыре выхода запуска 	Доступно с одной из следующих опций: R&S®ZNA-B91 или R&S®ZNAxx-B4n
Измерение профиля импульса	<ul style="list-style-type: none"> С полосой ПЧ до 30 МГц Разрешение по времени 8 нс минимальная длительность импульса 32 нс 	R&S®ZNA-K7
Измерения в точке импульса	минимальная длительность импульса 32 нс (полоса ПЧ 30 МГц)	R&S®ZNA-K7 или R&S®ZNA-K17

Благодаря архитектуре измерительной части после выполнения коррекции систематической погрешности эта калибровка остается действительной для всех типов импульсных измерений - независимо от частоты, уровня и времени - даже при изменении скважности импульсов.

Измерение зависимости от частоты и мощности

В анализаторе R&S®ZNA поддерживаются общие методы измерения для импульсных режимов, такие как измерение в точке импульса и измерение профиля импульса.

Для измерения параметров импульсов в режиме усреднения, которые основаны на узких полосах пропускания ПЧ, в приборе R&S®ZNA имеются высокоизбирательные цифровые ПЧ-фильтры для сигнала несущей.

Измерения в точке импульса

Для измерений в точке импульса с полосами ПЧ до 30 МГц достигается минимальное время измерения 32 нс. При амплитудных и интермодуляционных измерениях помимо S-параметров может быть определена абсолютная пиковая мощность. Гибкие функции синхронизации поддерживают сложные сценарии импульсных измерений и облегчают их настройку.

Анализ временного профиля импульса с разрешением 8 нс

Анализатор R&S®ZNA, оснащенный опцией R&S®ZNA-K7, поддерживает измерения профиля импульса с разрешением по времени 8 нс. Этот метод подходит для периодических, непериодических и одиночных импульсных сигналов.

Pulse Modulation

Pulse Modulator Settings

Source	Active	Pulse Delay	Pulse Width
1	<input checked="" type="checkbox"/>	0 s	1 μ s
2	<input checked="" type="checkbox"/>	0 s	2 μ s
3	<input type="checkbox"/>	0 s	1 μ s
4	<input type="checkbox"/>	0 s	1 μ s

Trigger Out Settings (Rear Panel Connector)

Trig. Out	Enable	Pulse Delay	Pulse Width	Invert
A	<input checked="" type="checkbox"/>	200 ns	600 ns	<input type="checkbox"/>
B	<input checked="" type="checkbox"/>	200 ns	1.6 μ s	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	0 s	1 μ s	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	0 s	1 μ s	<input type="checkbox"/>

Measurement Settings

Enable	Meas Delay	Acquis. Time	Auto	Bandwidth	Auto
<input type="checkbox"/>	0 s	72 ns	<input checked="" type="checkbox"/>	700 kHz	<input checked="" type="checkbox"/>

PuMo Connector as Output (Rear Panel)

PuMo Out	Enable	Invert
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Timing Diagram

The diagram shows a 2 μ s time scale. PM 1-4 are represented by horizontal lines with dots at the start and end. Trig A-D are represented by horizontal lines with dots at the start and end. MEAS is represented by a horizontal line with dots at the start and end.

Buttons: OK, Cancel, Help

Конфигурация параметров для импульсных измерений

Измерение параметров смесителя – проще, чем когда-либо

Быстрая настройка и минимальное время измерения благодаря четырем внутренним источникам и двум внутренним гетеродинам

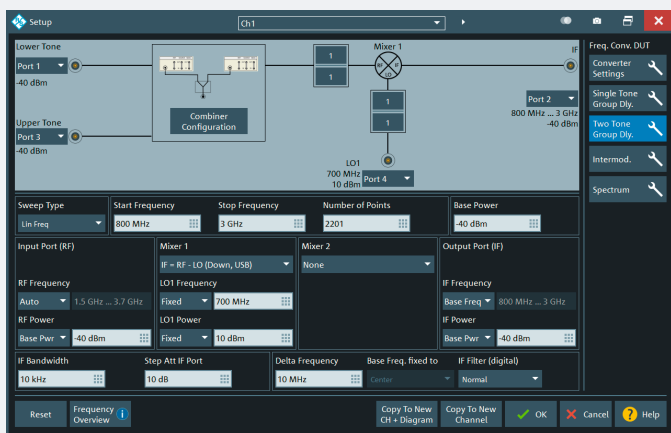
Четырехпортовая модель анализатора R&S®ZNA может содержать до четырех внутренних источников. Измерения с разверткой по частоте гетеродина и интермодуляционные измерения на смесителях выполняются в десять раз быстрее по сравнению с измерительными установками, в которых используются внешние генераторы.

Для традиционных измерений потерь на преобразование с помощью анализатора цепей требуется два этапа измерения: сначала измеряется мощность на ВЧ-входе, а затем мощность на выходе ПЧ. Оснащенный двумя независимыми гетеродинами для внутренних приемников анализатор R&S®ZNA может выполнять оба измерения одновременно, обеспечивая скорость измерения в два раза выше, чем у любого другого анализатора цепей, представленного на рынке; в то же время при измерении потерь на преобразование и значения ГВЗ уменьшается уровень шумов.

Высокая точность и простота настройки благодаря калибровке R&S®SMARTerCal

Анализатор R&S®ZNA с высокой точностью определяет потери на отражение и скалярное значение потерь на преобразование смесителей и преобразователей, используя специальную методику калибровки R&S®SMARTerCal, которая сочетает в себе двухпортовую калибровку и калибровку мощности. Калибровка выполняет коррекцию рассогласования измерительных портов и смесителя; при этом для улучшения согласования портов аттенюаторы не требуются.

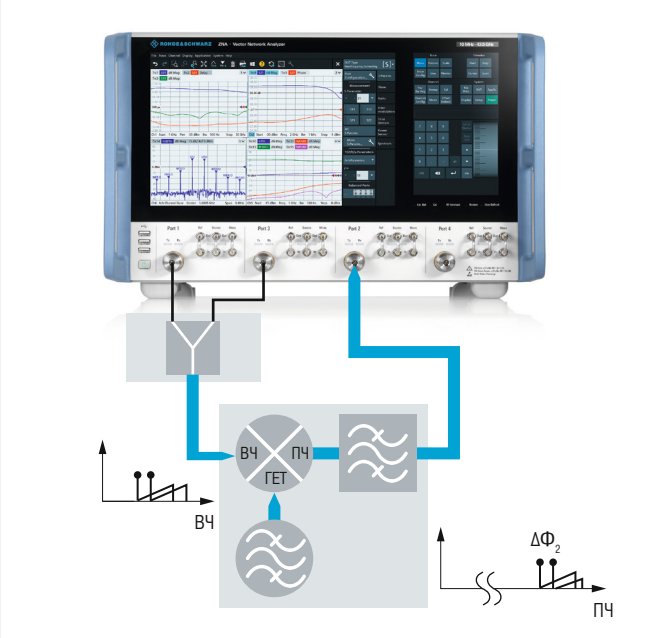
Ориентированная на ИУ конфигурация измерений смесителя



Измерение фазы на смесителе



Измерение ГВЗ преобразователя с помощью двухтонального сигнала, подаваемого на смеситель



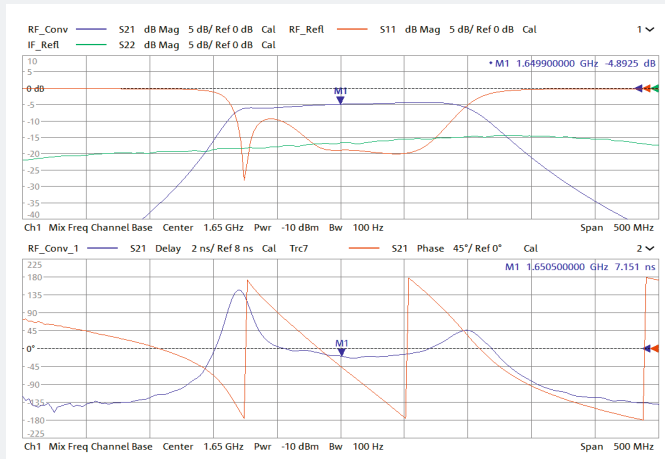
Уникальный подход к измерениям фазы и ГВЗ преобразователей без доступа к гетеродину

В анализаторе R&S®ZNA поддерживается специальный метод измерения группового времени задержки (ГВЗ) и относительной фазы преобразователей частоты в тех случаях, когда нет доступа к внутреннему гетеродину или опорной частоте. Для возбуждения ИУ в анализаторе используется двухтональный сигнал. По разности фаз между несущими на входе и выходе прибор вычисляет значение ГВЗ и относительной фазы. Дрейф частоты и частотная модуляция внутреннего сигнала гетеродина ИУ не влияют на точность измерения, если девиация частоты находится в пределах полосы пропускания ПЧ анализатора, используемой для измерения.

Измерение относительной фазы преобразователей частоты с использованием коррекции вектора ошибок

Для любой принимающей системы необходима равномерная АЧХ и ФЧХ, чтобы передавать информацию планомерно и без сбоев. С помощью опции R&S®ZNA-K5 анализатор R&S®ZNA определяет модуль и фазу коэффициента передачи смесителей и преобразователей с доступом к гетеродину. В этом измерении используется воспроизводимость фазы от развертки к развертке когерентных синтезаторов прибора R&S®ZNA в сочетании с двухпортовой калибровкой UOSM. Само измерение не требует эталонного смесителя для обратного преобразования частоты. Тем не менее, калибровочный смеситель, такой как R&S®ZN-ZM292 может быть использован для калибровки в качестве перемычки с неизвестными параметрами. Настройка измерения осуществляется быстро и просто. Его результатами являются модули и фазы для всех четырех скорректированных S-параметров преобразователя частоты, а также его фаза, ГВЗ и преобразование AM/AM и AM/ФМ.

Результаты измерения параметров преобразователя, включая потери на отражение, потери на преобразование, фазу и ГВЗ



Измерения с преобразованием частоты		
Тип измерения	Функции	Опции
Скалярные измерения смесителей и произвольные измерения с преобразованием частоты	<ul style="list-style-type: none"> Потери на преобразование смесителя Второй источник для измерений с разверткой сигнала гетеродина Калибровка R&S®SMARTerCal для измерений с преобразованием частоты с векторной коррекцией Коррекция рассогласования на измерительных портах Скалярные значения потерь на преобразование и на отражение Измерение изоляции: ГЕТ → ВЧ и ГЕТ → ПЧ Интермодуляционные составляющие и точка пересечения n-го порядка Преобразование AM/AM 	R&S®ZNA-K4, R&S®ZNAxx-B3
Измерение параметров преобразователей с векторной коррекцией	<ul style="list-style-type: none"> Второй внутренний гетеродин для увеличения скорости измерения вдвое 	R&S®ZNA-B5
	<ul style="list-style-type: none"> Двухпортовая калибровка UOSM для измерений потерь на преобразование с векторной коррекцией Прямые и обратные потери на преобразование (модуль и фаза) Абсолютное/относительное ГВЗ Преобразование AM/AM и AM/ФМ 	R&S®ZNA-K5
Измерения на преобразователях частоты без доступа к гетеродину	<ul style="list-style-type: none"> Калибровочный смеситель 	R&S®ZN-ZM292
	<ul style="list-style-type: none"> ГВЗ и относительная фаза Второй внутренний гетеродин для увеличения скорости измерения вдвое и снижения измерительного шума 	R&S®ZNA-K9, R&S®ZNA-B5

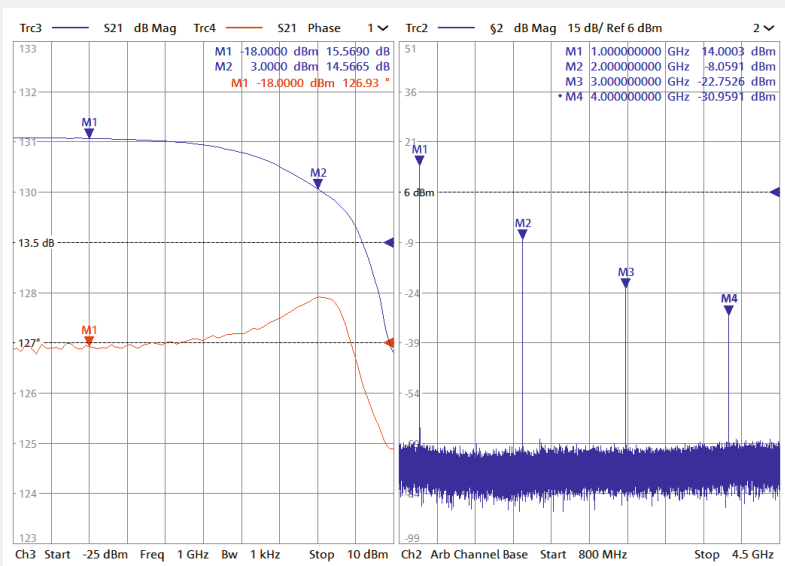
Анализ спектра с многоканальным отображением

Функция спектрального анализа R&S®ZNA-K1 обеспечивает более глубокое понимание поведения ИУ, когда измерений зависимости S-параметров от частоты и уровня недостаточно. Функцию анализа спектра на основе БПФ можно использовать для измерения паразитных и гармонических сигналов ИУ, обеспечивая малое время развертки, а также широкий динамический диапазон и высокое разрешение по частоте. Функция быстро обнаруживает нежелательные (паразитные) составляющие сигнала в преобразователях и модулях приема-передачи.

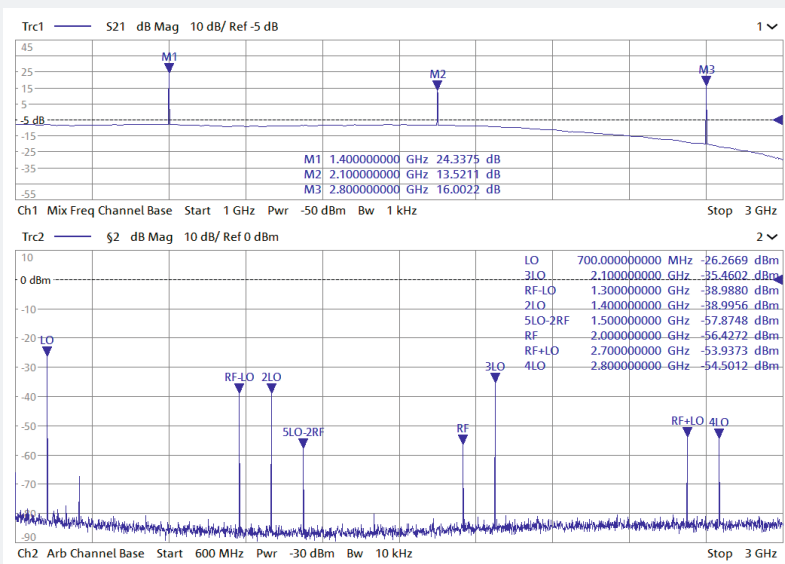
Функция маркера в спектре позволяет напрямую выяснить причины проблем в случае появления неожиданных результатов измерения S-параметров, реализуя тем самым быструю и чрезвычайно полезную встроенную функцию диагностики.

Отображение всех видов измерений параметров смесителя с поиском гармоник и паразитных составляющих

Функция спектрального анализа доступна на всех портах анализатора R&S®ZNA. Она опирается на скалярную коррекцию систематической погрешности, повышение точности и устранение влияния измерительной установки. В режиме использования нескольких каналов несколько результатов отображаются одновременно. Например, результаты измерения S-параметров могут отображаться вместе со спектром гармоник, а результаты измерения потерь на преобразование вместе с паразитными сигналами смесителя.



Опция анализа спектра R&S®ZNA-K1: многоканальное отображение результатов измерения смесителя с измерением компрессии (слева) и поиском паразитных составляющих (справа)



Опция анализа спектра R&S®ZNA-K1: выходной спектр смесителя

Антенные измерения – идеальная совместимость

Благодаря широкому спектру аппаратных и программных функций анализатор R&S®ZNA может использоваться в качестве высокопроизводительного ядра в системах тестирования антенн в ближней, дальней зонах, компактного радиуса действия и измерения эффективной площади рассеяния (ЭПР). Выдающаяся чувствительность приемников прибора в сочетании с быстродействующими синтезаторами частоты увеличивают скорость снятия антенных характеристик даже при измерении очень слабых сигналов. Низкий уровень шума трасс анализатора, широкий диапазон выбираемых полос ПЧ и различные функции усреднения помогут найти оптимальный баланс между малым временем испытаний, высокой чувствительностью и высокой точностью.

Для измерительных систем, использующих внешние смесители, анализатор R&S®ZNA обеспечивает гибкую независимую настройку частот и мощностей для всех источников и приемников, а также прямой доступ к сигнальному тракту ПЧ с выбором частот ПЧ-сигналов.

Анализатор R&S®ZNA может формировать задающие сигналы от четырех источников, что позволяет измерять диаграмму направленности антенных решеток с электронным управлением. Обладая реальной параллельной архитектурой приемной части, содержащей до восьми приемников, анализатор цепей способен обеспечить надежное измерение амплитуды и фазы восьми входных сигналов. Таким образом, анализатор цепей R&S®ZNA может использоваться в качестве компактного многоканального приемника для проектирования антенных решеток и подрешеток для систем мобильной связи MIMO или как часть систем тестирования антенн, использующих антенны с горизонтальной и/или вертикальной поляризацией, а также эталонные приемные антенны.



Анализатор цепей R&S®ZNA образует мощное ядро в системах тестирования антенн.

Преимущества использования R&S®ZNA в антенных измерениях

Функции	Преимущества
Высокая чувствительность и большой динамический диапазон	Малое время измерения
Входы для прямого доступа к трактам ПЧ-сигналов, выбираемые частоты ПЧ-сигналов	<ul style="list-style-type: none"> Использование в высокочастотных системах с внешними смесителями Адаптация к оптимальной ПЧ системы тестирования
Идентичная архитектура всех приемников	Идентичные характеристики измерительных и опорных каналов
Конфигурирование произвольных измерений с преобразованием частоты	Универсальная поддержка внешних смесителей и систем миллиметрового диапазона
Обратная развертка по частоте	<ul style="list-style-type: none"> Переменное движение позиционера (по часовой, против часовой по азимуту, плюс движение по высоте) Сферические измерения в ближней зоне
Расширенные функции запуска	<ul style="list-style-type: none"> Оптимальная синхронизация позиционера, тактовых генераторов, и т. д. Простая и гибкая системная интеграция
Действительно параллельная архитектура приемной части	<ul style="list-style-type: none"> Измерения с использованием до восьми приемников (без мультиплексирования) Одновременные измерения нескольких поляризаций антенны (горизонтальная/вертикальная) и антенных решеток (MIMO)
Преобразователи миллиметрового диапазона	Измерения в миллиметровом диапазоне

Измерения в миллиметровом диапазоне

Увеличение частоты до терагерцового диапазона

Полосы частот миллиметрового и терагерцового диапазонов используются в мобильной связи, в автомобильной промышленности, в сфере безопасности, при производстве полупроводниковых приборов и в фундаментальных исследованиях. Для автомобильных радаров с частотой 77 ГГц/79 ГГц, мобильной связи в диапазонах частот стандарта 5G, а также РЛС и датчиков до 100 ГГц и выше необходимо определять характеристики активных и пассивных компонентов, таких как фильтры, усилители, смесители и антенны.

Преобразователи миллиметрового диапазона R&S®ZVA-Zxx и R&S®ZCxxx расширяют диапазон частот анализатора R&S®ZNA до значения 500 ГГц. Во многих задачах, в частности, для снятия характеристик компонентов на полупроводниковой пластине и антенных измерений требуется высокая выходная мощность преобразователей частоты. Высокие рабочие частоты испытываемых компонентов ведут к значительным потерям в волноводах, наконечниках пробников и в линиях передачи.

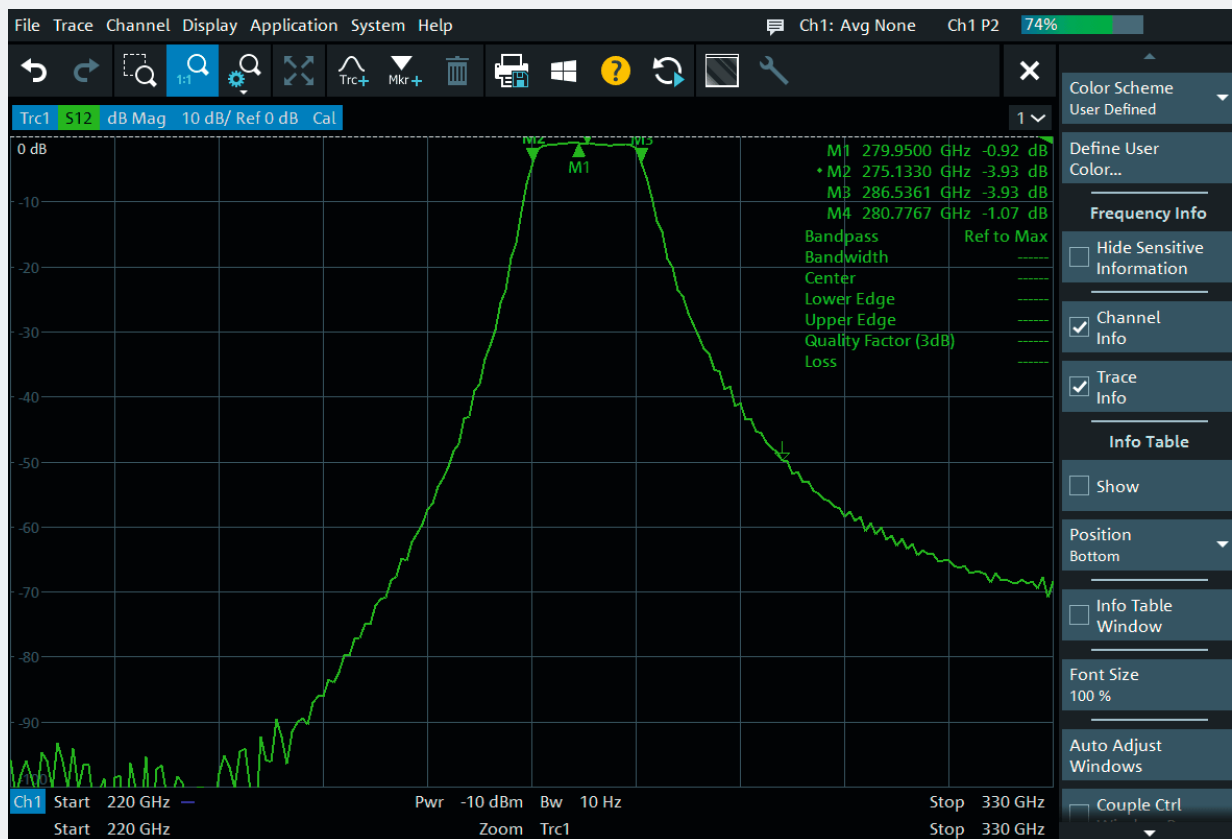
Двухпортовое измерение в диапазоне WM-864 (от 220 ГГц до 330 ГГц) с помощью анализатора R&S®ZNA43 и двух преобразователей миллиметрового диапазона WM-864 R&S®ZC330

Преобразователи частоты компании Rohde & Schwarz отличаются высокой выходной мощностью и превосходным динамическим диапазоном. Их можно использовать для определения характеристик активных и пассивных ИУ.

Особенности преобразователей миллиметрового диапазона R&S®ZVA-Zxx и R&S®ZCxxx

- Высокая выходная мощность и широкий динамический диапазон
- Простота настройки посредством понятных диалоговых окон ¹⁾
- Многопортовые измерения с использованием до четырех преобразователей без внешнего генератора сигналов
- Переменная выходная мощность (винт механического аттенюатора и/или управление выходной мощностью путем изменения входной мощности)
- Определение характеристик усилителя, перестройка по мощности, измерение точки компрессии
- Импульсные измерения
- Определение характеристик компонентов на пластине, интеграция в системы зондового контроля полупроводниковых пластин компаний MPI Corporation и FormFactor (панель Cascade Microtech)
- Комплекты для калибровки волноводов (со скользящей согласующей нагрузкой или без нее) для всех частотных диапазонов преобразователей
- Высокая временная и температурная стабильность

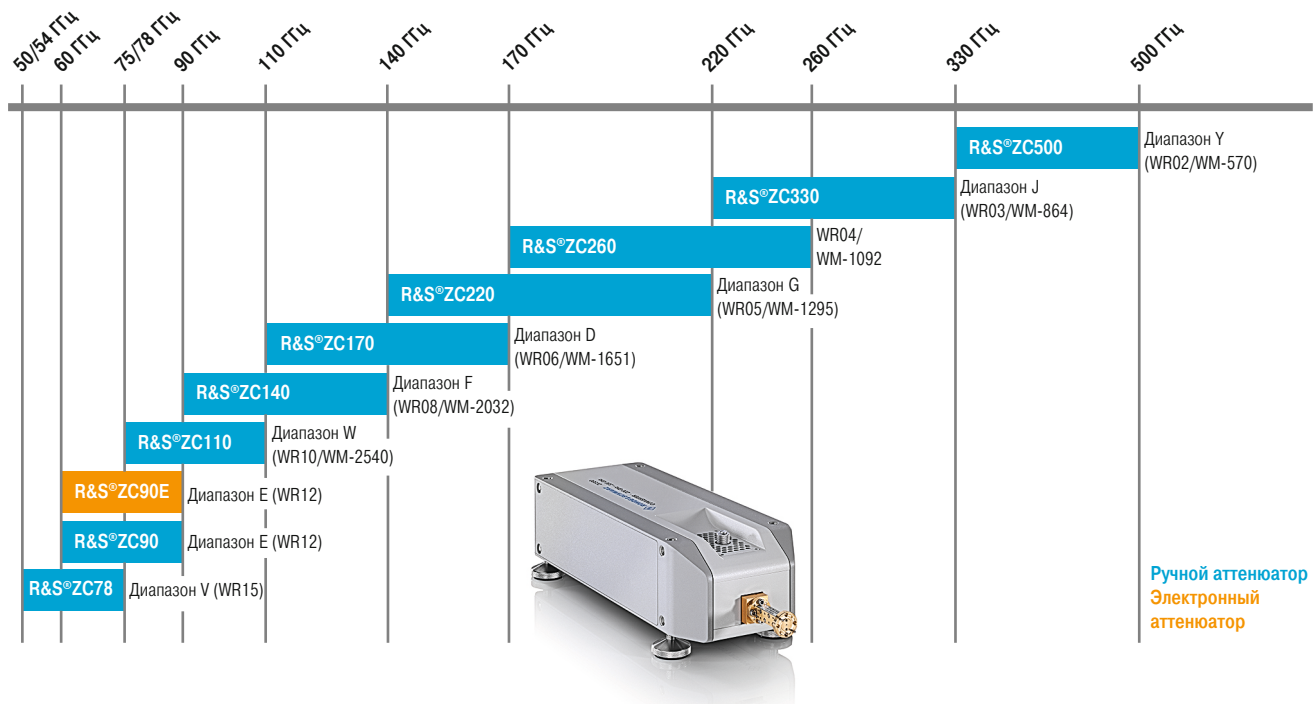
¹⁾ Опция поддержки преобразователей миллиметрового диапазона R&S®ZNA-K8 будет доступна после выхода прибора в продажу.





Установка для измерений в миллиметровом диапазоне, состоящая из анализатора R&S®ZNA43 и двух преобразователей миллиметрового диапазона WM-864 R&S®ZC330

Обзор преобразователей миллиметрового диапазона R&S®ZCxxx



Анализ во временной области и измерение целостности сигнала

Эффективный анализ во временной области с улучшенным разрешением

Анализатор цепей R&S®ZNA обладает мощной функцией анализа во временной области для измерения таких компонентов, как измерительная оснастка, кабели и разъемы, в частотной и временной областях. С учетом того, что измерительная кривая в R&S®ZNA содержит до 100 000 точек, прибор может с легкостью измерять даже ИУ большой электрической длины, например, кабели. Используя функцию стробирования, анализатор может обнаруживать неоднородности и выполнять их подробный анализ.

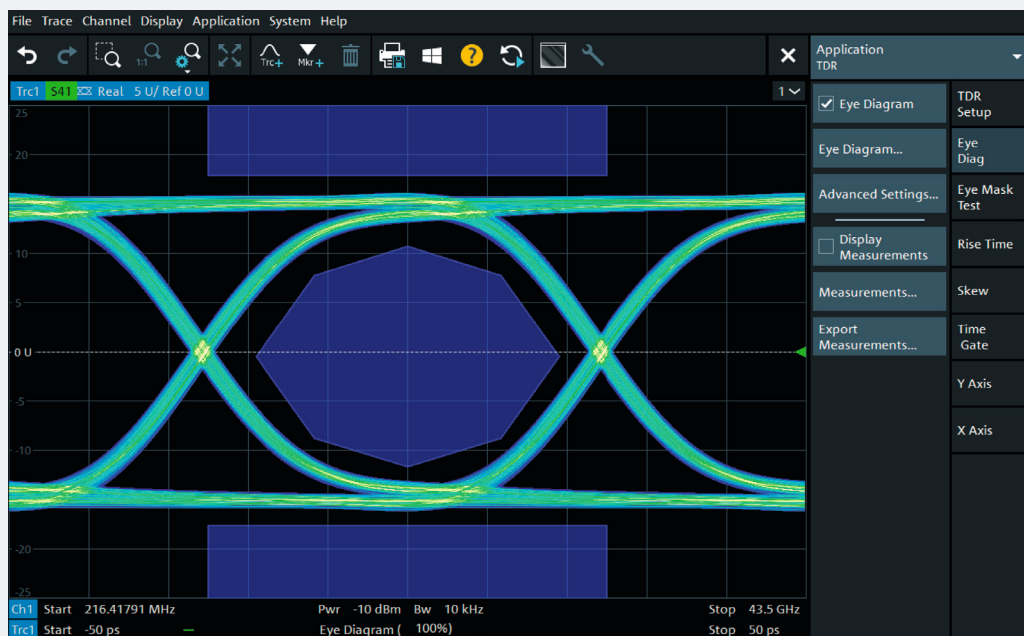
Четырехпортовый прибор R&S®ZNA может использоваться для определения симметричных S-параметров и других величин, таких как перекрестные помехи на ближнем и дальнем концах (NEXT, FEXT) двухпроводных линий и дифференциальных структур. Используя функцию прогнозирования, можно фактически расширить частотный диапазон R&S®ZNA. Эта возможность дает временное и пространственное разрешение, значительно более высокое, чем можно было бы ожидать от частотного диапазона ИУ и/или анализатора.

Оценка целостности сигнала по глазковой диаграмме

Для проверки качества передающего тракта обычно требуется провести испытание всех его компонентов. Анализатор цепей R&S®ZNA обеспечивает всесторонний анализ кабелей и разъемов во временной и частотной областях. Опция расширенного анализа во временной области R&S®ZNA-K20 позволяет вычислять на основе S-параметров время нарастания, сдвиг и глазковые диаграммы для разных битовых комбинаций. Опции анализа R&S®ZNA-K2 и расширенного анализа R&S®ZNA-K20 во временной области интегрированы во встроенное ПО анализатора. Глазковые диаграммы и зависимости S-параметров от частоты и времени можно анализировать и отображать одновременно, что позволяет сразу же оценить качество передаваемых сигналов.

Анализ влияния помех и оптимизация качества сигнала

Опция расширенного анализа во временной области R&S®ZNA-K20 позволяет имитировать влияние нежелательных помех, таких как джиттер и шум, на глазковой диаграмме. Анализатор также может имитировать влияние алгоритмов коррекции, например, для предискажений на стороне передатчика и для выравнивания на стороне приемника. Кроме того, опция R&S®ZNA-K20 может быть использована для настройки пользовательских испытаний на соответствие маске. Эти испытания позволяют проверять соответствие характеристик ИУ отдельным стандартам, таким как USB, HDMI™ и DVI.



Опция R&S®ZNA-K20 обеспечивает выполнение универсальных измерений целостности сигнала, например, измерения глазковой диаграммы с маской для проверки соответствия фактическим требованиям. Опцию также можно использовать для определения характеристик передачи сигналов с джиттером или шумом.

Информация для заказа

Наименование	Тип	Диапазон частот	Код заказа
Базовые блоки			
Векторный анализатор цепей, 2 порта, 26,5 ГГц, разъемы 3,5 мм	R&S®ZNA26	от 10 МГц до 26,5 ГГц	1332.4500.22
Векторный анализатор цепей, 4 порта, 26,5 ГГц, разъемы 3,5 мм	R&S®ZNA26	от 10 МГц до 26,5 ГГц	1332.4500.24
Векторный анализатор цепей, 2 порта, 43,5 ГГц, разъемы 2,92 мм	R&S®ZNA43	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4500.42
Векторный анализатор цепей, 2 порта, 43,5 ГГц, разъемы 2,4 мм	R&S®ZNA43	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4500.43
Векторный анализатор цепей, 4 порта, 43,5 ГГц, разъемы 2,92 мм	R&S®ZNA43	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4500.44
Векторный анализатор цепей, 4 порта, 43,5 ГГц, разъемы 2,4 мм	R&S®ZNA43	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4500.45
Опции			
Прямой доступ к источнику и приемнику для R&S®ZNA26 (2 порта)	R&S®ZNA26-B16	от 100 кГц до 26,5 ГГц	1332.4581.22
Прямой доступ к источнику и приемнику для R&S®ZNA26 (4 порта)	R&S®ZNA26-B16	от 100 кГц до 26,5 ГГц	1332.4581.24
Прямой доступ к источнику и приемнику для R&S®ZNA43 (2 порта)	R&S®ZNA43-B16	от 100 кГц до 43,5 ГГц	1332.4581.42
Прямой доступ к источнику и приемнику для R&S®ZNA43 (4 порта)	R&S®ZNA43-B16	от 100 кГц до 43,5 ГГц	1332.4581.44
Ступенчатый аттенюатор источника, порт n, для R&S®ZNA26 ¹⁾	R&S®ZNA26-B2n	от 10 МГц до 26,5 ГГц	1332.4630.2n
Ступенчатый аттенюатор источника, порт n, для R&S®ZNA43 ¹⁾	R&S®ZNA43-B2n	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4646.2n
Ступенчатый аттенюатор приемника, порт n, для R&S®ZNA26 ¹⁾	R&S®ZNA26-B3n	от 10 МГц до 26,5 ГГц	1332.4700.3n
Ступенчатый аттенюатор приемника, порт n, для R&S®ZNA43 ¹⁾	R&S®ZNA43-B3n	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4717.3n
Внутренний импульсный модулятор, порт n, для R&S®ZNA26 ¹⁾	R&S®ZNA26-B4n	от 10 МГц до 26,5 ГГц	1332.4775.4n
Внутренний импульсный модулятор, порт n, для R&S®ZNA43 ¹⁾	R&S®ZNA43-B4n	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4781.4n
3-й и 4-й внутренние источники для R&S®ZNA26 (4 порта)	R&S®ZNA26-B3	от 10 МГц до 26,5 ГГц	1332.4523.02
3-й и 4-й внутренние источники для R&S®ZNA43 (4 порта)	R&S®ZNA43-B3	от 10 МГц до 43,5 ГГц	1332.4617.02
Термостатированный опорный кварцевый генератор (ОСХО)	R&S®ZNA-B4		1332.4530.02
2-й внутренний источник сигнала гетеродина для R&S®ZNA (4 порта)	R&S®ZNA-B5		1332.4675.02
Прямой доступ к трактам ПЧ	R&S®ZNA-B26		1332.4598.02
Плата ввода/вывода сигналов запуска и управления	R&S®ZNA-B91		1332.4800.02
Режим анализатора спектра	R&S®ZNA-K1		1332.5320.02
Анализ во временной области (TDR)	R&S®ZNA-K2		1332.5336.02
Расширенный анализ во временной области (включая построение глазковых диаграмм) ²⁾	R&S®ZNA-K20		1332.4746.02
Скалярные измерения смесителей и произвольные измерения с преобразованием частоты	R&S®ZNA-K4		1332.5342.02
Измерение параметров преобразователей с векторной коррекцией (без эталонного смесителя и опорной фазы) ³⁾	R&S®ZNA-K5		1332.5359.02
Измерение профиля импульсных сигналов ⁴⁾	R&S®ZNA-K7		1332.5371.02
Поддержка преобразователей миллиметрового диапазона ⁵⁾	R&S®ZNA-K8		1332.5388.02
Измерение ГВЗ в преобразователях частоты без доступа к гетеродину ⁶⁾	R&S®ZNA-K9		1332.5394.02
Повышение полосы ПЧ до 30 МГц	R&S®ZNA-K17		1332.5459.02
Разрешение по частоте 1 МГц	R&S®ZNA-K19		1332.5513.02
Преобразователи миллиметрового диапазона⁷⁾			
Преобразователь WR06 (один модуль)	R&S®ZVA-Z75	от 50 ГГц до 75 ГГц	1307.7400.02
Преобразователь WR12 (один модуль)	R&S®ZVA-Z90	от 60 ГГц до 90 ГГц	1322.3024.02
Преобразователь WR10 (один модуль)	R&S®ZVA-Z110	от 75 ГГц до 110 ГГц	1307.7000.03
Преобразователь WR10 (один модуль)	R&S®ZVA-Z110E	от 75 ГГц до 110 ГГц	1307.7000.40
Преобразователь WR03 (один модуль)	R&S®ZVA-Z325	от 220 ГГц до 325 ГГц	1317.0514.02
Преобразователь WR02 (один модуль)	R&S®ZVA-Z500	от 325 ГГц до 500 ГГц	1317.0520.02
Преобразователь WG 3,6 мм × 1,8 мм (один модуль)	R&S®ZC78	от 53,57 ГГц до 78,33 ГГц	3626.5356.02
Преобразователь WR12 (один модуль)	R&S®ZC90	от 60 ГГц до 90 ГГц	1323.7600.02
Преобразователь WR12 (один модуль)	R&S®ZC90E	от 60 ГГц до 90 ГГц	1323.7600.04

¹⁾ n обозначает номер порта (1/2/3/4).

²⁾ Требуется опция R&S®ZNA-K2.

³⁾ Требуется опция R&S®ZNA-K4.

⁴⁾ Требуется опция R&S®ZNA-K17.

⁵⁾ Будет доступна после выхода прибора в продажу.

⁶⁾ Требуются опции R&S®ZNA-K4, R&S®ZNAxx-B16, и набор кабелей R&S®ZNAxx-Z9 для генерации двухтонального сигнала. Настоятельно рекомендуется применять R&S®ZNA (4 порта).

⁷⁾ Требуется опция R&S®ZNA-K8.

Наименование	Тип	Диапазон частот	Код заказа
Преобразователь WM-2540 (один модуль)	R&S®ZC110	от 75 ГГц до 110 ГГц	1323.7617.02
Преобразователь WM-2032 (один модуль)	R&S®ZC140	от 90 ГГц до 140 ГГц	1323.7623.02
Преобразователь WM-1651 (один модуль)	R&S®ZC170	от 110 ГГц до 170 ГГц	1323.7630.02
Преобразователь WM-1295 (один модуль)	R&S®ZC220	от 140 ГГц до 220 ГГц	1323.7646.02
Преобразователь WM-1092 (один модуль)	R&S®ZC260	от 170 ГГц до 260 ГГц	3628.5682.02
Преобразователь WM-864 (один модуль)	R&S®ZC330	от 220 ГГц до 330 ГГц	1323.7669.02
Преобразователь WM-570 (один модуль)	R&S®ZC500	от 330 ГГц до 500 ГГц	1323.7681.02
Калибровка и проверка			
Комплекты для калибровки (для ручной калибровки)			
Калибровочный комплект, 2,92 мм (вилка), 50 Ом	R&S®ZV-Z129	от 0 Гц до 40 ГГц	1322.7471.02
Калибровочный комплект, 2,92 мм (розетка), 50 Ом	R&S®ZV-Z129	от 0 Гц до 40 ГГц	1322.7471.03
Калибровочный комплект, 1,0 мм (вилка и розетка), 50 Ом	R&S®ZV-Z210	от 0 Гц до 110 ГГц	5011.6588.02
Калибровочный комплект, 3,5 мм, 50 Ом	R&S®ZV-Z235	от 0 Гц до 26,5 ГГц	5011.6542.02
Калибровочный комплект, 2,92 мм, 50 Ом	R&S®ZV-Z229	от 0 Гц до 40 ГГц	5011.6559.02
Калибровочный комплект, 2,4 мм, 50 Ом	R&S®ZV-Z224	от 0 Гц до 50 ГГц	5011.6565.02
Калибровочный комплект, 3,5 мм, 50 Ом	R&S®ZN-Z235	от 0 Гц до 26,5 ГГц	1336.8500.02
Калибровочный комплект, 2,92 мм, 50 Ом	R&S®ZN-Z229	от 0 Гц до 40 (43,5) ГГц [®]	1336.7004.02
Комплекты для калибровки в волноводных трактах			
Комплект для калибровки в тракте WR15 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR15	от 50 ГГц до 75 ГГц	1307.7500.30
Комплект для калибровки в тракте WR15 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR15	от 50 ГГц до 75 ГГц	1307.7500.31
Комплект для калибровки в тракте WR12 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR12	от 60 ГГц до 90 ГГц	1307.7700.10
Комплект для калибровки в тракте WR12 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR12	от 60 ГГц до 90 ГГц	1307.7700.11
Комплект для калибровки в тракте WR10 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR10	от 75 ГГц до 110 ГГц	1307.7100.10
Комплект для калибровки в тракте WR10 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR10	от 75 ГГц до 110 ГГц	1307.7100.11
Комплект для калибровки в тракте WR08 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR08	от 90 ГГц до 140 ГГц	1307.7900.10
Комплект для калибровки в тракте WR08 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR08	от 90 ГГц до 140 ГГц	1307.7900.11
Комплект для калибровки в тракте WR06 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR06	от 110 ГГц до 170 ГГц	1311.8807.10
Комплект для калибровки в тракте WR06 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR06	от 110 ГГц до 170 ГГц	1311.8807.11
Комплект для калибровки в тракте WR05 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR05	от 140 ГГц до 220 ГГц	1307.8106.10
Комплект для калибровки в тракте WR05 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR05	от 140 ГГц до 220 ГГц	1307.8106.11
Комплект для калибровки в тракте WR03 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR03	от 220 ГГц до 325 ГГц	1307.7300.30
Комплект для калибровки в тракте WR03 (со скользящей согласующей нагрузкой)	R&S®ZV-WR03	от 220 ГГц до 325 ГГц	1307.7300.31
Комплект для калибровки в тракте WR02 (без скользящей согласующей нагрузки)	R&S®ZV-WR02	от 325 ГГц до 500 ГГц	1314.5550.10
Комплект калибровки в волноводном тракте WM-570	R&S®ZCWM-570	от 330 ГГц до 500 ГГц	1322.3099.10
Модули калибровки (автоматическая калибровка)			
Проходной калибровочный модуль, на один порт, SMA (розетка)	R&S®ZN-Z32	от 10 МГц до 8,5 ГГц	1328.7638.02
Проходной калибровочный модуль, на один порт, 2,92 мм (розетка)	R&S®ZN-Z33	от 10 МГц до 40 ГГц	1328.7644.02
Проходной калибровочный модуль, на один порт, 2,92 мм (розетка), TVAC	R&S®ZN-Z33	от 10 МГц до 40 ГГц	1328.7644.03
Модуль калибровки, 2 порта, 3,5 мм (розетка)	R&S®ZN-Z50	от 9 кГц до 26,5 ГГц	1335.6904.30
Модуль калибровки, 4 порта, 3,5 мм (розетка)	R&S®ZN-Z52	от 100 кГц до 26,5 ГГц	1335.6991.30
Модуль калибровки, 2 порта, 3,5 мм (розетка)	R&S®ZN-Z53	от 100 кГц до 26,5 ГГц	1335.7046.32
Модуль калибровки, 2 порта, 2,92 мм (розетка)	R&S®ZN-Z54	от 9 кГц до 40 ГГц	1335.7117.92
Модуль калибровки, 2 порта, 2,4 мм (розетка)	R&S®ZN-Z55	от 9 кГц до 50 ГГц	1335.7181.42
Комплекты для верификации			
T-checker - устройство верификации, 3,5 мм (розетка-вилка)	R&S®ZV-Z335	от 45 МГц до 26,5 ГГц	1319.1018.02
T-checker - устройство верификации, 2,92 мм (розетка-вилка)	R&S®ZV-Z329	от 45 МГц до 40 ГГц	1319.1024.02
T-checker - устройство верификации, 2,4 мм (розетка-вилка)	R&S®ZV-Z324	от 45 МГц до 50 ГГц	1319.1030.02
Комплект для верификации, 3,5 мм	R&S®ZV-Z435	от 45 МГц до 26,5 ГГц	1319.1060.02
Комплект для верификации, 2,92 мм	R&S®ZV-Z429	от 45 МГц до 40 ГГц	1319.1076.02
Комплект для верификации, 2,4 мм	R&S®ZV-Z424	от 45 МГц до 50 ГГц	1319.1082.02

Наименование	Тип	Диапазон частот	Код заказа
Измерительные кабели			
3,5 мм (розетка) - 3,5 мм (вилка), длина: 0,6 м/0,9 м	R&S®ZV-Z93	от 0 Гц до 26,5 ГГц	1301.7595.25/38
2,92 мм (розетка) - 2,92 мм (вилка), длина: 0,6 м/0,9 м	R&S®ZV-Z95	от 0 Гц до 40 ГГц	1301.7608.25/38
2,4 мм (розетка) - 2,4 мм (вилка), длина: 0,6 м	R&S®ZV-Z97	от 0 Гц до 50 ГГц	1301.7637.25
3,5 мм (розетка) - 3,5 мм (вилка), длина: 0,6 м/0,9 м/1,5 м	R&S®ZV-Z193	от 0 Гц до 26,5 ГГц	1306.4520.24/36/60
2,92 мм (розетка) - 2,92 мм (вилка), длина: 0,6 м/0,9 м	R&S®ZV-Z195	от 0 Гц до 40 ГГц	1306.4536.24/36
1,85 мм (розетка) - 1,85 мм (вилка), длина: 0,6 м/0,9 м	R&S®ZV-Z196	от 0 Гц до 67 ГГц	1306.4559.24/36
Дополнительные устройства			
Калибровочный смеситель, 2,92 мм (розетка)	R&S®ZN-ZM292	от 10 МГц до 40 ГГц	1339.3800.02
Ключ моментный предельный (тарированный) для разъемов 3,5/2,92/2,4/1,85 мм, размер 8 мм, крутящий момент 0,9 Нм	R&S®ZN-ZTW		1328.8534.35
Ключ моментный предельный, для измерительных портов R&S®ZNA, размер 19 мм, крутящий момент 0,9 Нм	R&S®ZN-ZTW		1328.8534.19
Дополнительный сменный жесткий диск	R&S®ZNA-B19		1332.4600.02
Держатель для 19-дюймовой стойки	R&S®ZZA-KN6		1175.3056.00
Набор жестких кабелей для R&S®ZNA-K9 (3,5 мм для R&S®ZNA26) ⁹⁾	R&S®ZNA26-Z9		1332.4730.26
Набор жестких кабелей для R&S®ZNA-K9 (2,92 мм для R&S®ZNA43) ⁹⁾	R&S®ZNA43-Z9		1332.4730.43
Набор жестких кабелей для R&S®ZNA-K9 (2,4 мм для R&S®ZNA43) ⁹⁾	R&S®ZNA43-Z9		1332.4730.44

Гарантия		
Базовый блок		3 года
Все остальные элементы ¹⁰⁾		1 год
Опции		
Расширение гарантийного срока на один год	R&S®WE1	Обратитесь в местный офис продаж компании Rohde & Schwarz.
Расширение гарантийного срока на два года	R&S®WE2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®CW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку	R&S®CW2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW2	

Эксперт из местного представительства компании Rohde & Schwarz поможет подобрать оптимальное решение под ваши требования. Ближайшее представительство компании Rohde & Schwarz можно найти, посетив сайт www.sales.rohde-schwarz.com

⁸⁾ Диапазон от 40 ГГц до 43,5 ГГц: применяются «измеренные» значения доверительного уровня из технических данных.

⁹⁾ Набор жестких кабелей для объединения сигналов с портов 1 и 3 прибора R&S®ZNA (4 порта) для формирования двухтонального сигнала. Требуется для интермодуляционных измерений и измерения ГВЗ встроенного гетеродина с помощью опции R&S®ZNA-K9.

¹⁰⁾ Для установленных опций применяется остающаяся гарантия базового блока, если она превышает 1 год. Исключение: для всех аккумуляторных батарей гарантия составляет 1 год.

Больше чем сервис

- ▮ по всему миру
- ▮ на месте и лично
- ▮ индивидуально и гибко
- ▮ с бескомпромиссным качеством
- ▮ на длительную перспективу

ROHDE & SCHWARZ В РОССИИ

г. Москва

117335, Нахимовский проспект, 58
тел.: +7 (495) 981 35 60
e-mail: sales.russia@rohde-schwarz.com

г. Санкт-Петербург

197101, ул. Дивенская, д. 1, офисы 606 и 604
тел.: +7 (812) 448 65 08
e-mail: sales.petersburg@rohde-schwarz.com

г. Новосибирск

630132, ул. Красноярская, д. 35, офис 1603
тел.: +7 (383) 230 39 91
e-mail: sales.novosibirsk@rohde-schwarz.com

г. Красноярск

660135, ул. Весны За, БЦ «Весна», офис 410
тел.: +7 (391) 276 16 53

г. Нижний Новгород

603000, ул. Максима Горького, д. 117, офис 509
тел.: +7 (831) 233 03 00
тел.: +7 (831) 233 03 01
e-mail: sales.nnovgorod@rohde-schwarz.com

г. Ростов-на-Дону

344018, ул. Текучева, д. 139/94, Clover House, офис 434
тел.: +7 (863) 206 20 29
тел.: +7 (928) 125 22 74
e-mail: sales.rostov@rohde-schwarz.com

г. Екатеринбург

620142, ул. 8 марта, д. 51, офис 702
тел.: +7 (343) 311 00 72
e-mail: sales.ekaterinburg@rohde-schwarz.com

г. Казань

420034, ул. Декабристов, д. 85б, офис 712
тел.: +7 (843) 567 27 51
e-mail: sales.kazan@rohde-schwarz.com

г. Воронеж

394030, ул. Комиссаржевской, д. 10, офис 1213
тел.: +7 (473) 206 55 78
e-mail: sales.voronezh@rohde-schwarz.com

Rohde & Schwarz

Группа компаний Rohde & Schwarz, специализирующаяся на производстве электронного оборудования, предлагает инновационные решения в следующих областях: контроль и измерения, теле- и радиовещание, защищенная связь, кибербезопасность, мониторинг и тестирование сетей связи. Основанная более 80 лет назад, эта независимая компания, штаб-квартира которой расположена в г. Мюнхене (Германия), имеет широкую торгово-сервисную сеть и представлена более чем в 70 странах.

www.rohde-schwarz.com/ru

Ресурсосберегающие методы проектирования

- ▮ Экологическая безопасность и экологический след
- ▮ Энергоэффективность и низкий уровень выбросов
- ▮ Долгий срок службы и оптимизированные производственные расходы

Сертифицированная система
менеджмента качества

ISO 9001

Сертифицированная система
экологического менеджмента

ISO 14001

Сервисный центр

ООО "РОДЕ и ШВАРЦ РУС"

117335, г. Москва, Нахимовский проспект, 58
тел.: +7 (495) 981 35 67
факс: +7 (495) 981 35 69
e-mail: service.russia@rohde-schwarz.com

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

Фирменные названия являются торговыми знаками их владельцев

PD 5215.4652.18 | Версия 01.01 | Январь 2019 г. (ch)

Векторный анализатор цепей R&S®ZNA

Данные без допусков не влекут за собой обязательств | Допустимы изменения

© 2018 - 2019 Rohde & Schwarz GmbH Co. KG | 81671 Мюнхен, Германия



5215465218