

R&S® RTO

Цифровые запоминающие осциллографы

Вершина искусства



R&S® RTO

Цифровые запоминающие осциллографы

Краткий обзор

Осциллографы R&S® RTO сочетают превосходное качество отображения сигнала, высокую скорость сбора данных и первую в мире цифровую систему синхронизации в реальном времени с компактной конструкцией в классе устройств с полосой пропускания от 600 МГц до 4 ГГц. Приборы оснащены широким набором измерительных функций и функций анализа. Оптимизированное сенсорное управление обеспечивает удивительную простоту работы.

Осциллографы R&S® RTO оптимизированы для выполнения высокоточных измерений при высокой входной чувствительности и очень низком уровне собственных шумов. Обладая скоростью сбора данных, равной одному миллиону осциллограмм в секунду, осциллографы R&S® RTO молниеносно обнаруживают аномалии сигнала. Первая в мире цифровая система синхронизации в режиме реального времени точно привязывает момент запуска к измеряемому сигналу.

Осциллографы R&S® RTO содержат свыше 90 измерительных функций, предназначенных для отладки сложных конструкторских разработок. Редкие сбои сигнала можно обнаружить с помощью быстрого тестирования по маске или мощной функции БПФ-анализа. Функция архива поможет вернуться к предыдущим результатам измерений и выявить действительную причину ошибки. Для растущих требований к задачам анализа осциллографы могут быть дооснащены опциями декодирования протоколов, измерения джиттера, проведения испытаний на соответствие и даже проведения векторного анализа сигналов.

Осциллографы R&S® RTO оптимизированы под сенсорное управление, что делает их простыми и интуитивно понятными в использовании.



R&S®RTO

Цифровые запоминающие осциллографы

Преимущества и ключевые функции

По-настоящему бескомпромиссные характеристики

- ▮ Высокая точность измерений благодаря исключительно низкому уровню собственных шумов: 1 % полной шкалы при 1 мВ/дел и 1 ГГц
- ▮ Широкий динамический диапазон за счет одноядерного АЦП
- ▮ Режим высокой четкости с 16-битным разрешением и чувствительностью 500 мкВ/дел
- ▮ Полная полоса измерения даже при чувствительности 1 мВ/дел
- ▮ Низкие перекрестные помехи даже при работе с высокочастотными сигналами за счет межканальной развязки 60 дБ
- ▮ Точный высокочувствительный запуск
- ▮ Быстрое обнаружение редко возникающих ошибок сигнала за счет выдающейся скорости сбора данных 1 миллион осциллограмм в секунду
- ▮ Высокая скорость измерений даже для сложных функций анализа

▸ стр. 4

Выдающийся диапазон возможностей

- ▮ Широкий выбор измерительных функций: свыше 90 автоматизированных измерений
- ▮ Функция QuickMeas: получение ключевых результатов измерения нажатием одной кнопки
- ▮ Функции поиска и навигации: быстрое обнаружение сбоев
- ▮ Функция архива: возврат к предыдущим результатам измерения
- ▮ Ведущие в отрасли испытания на соответствие маске: быстрая настройка, надежные результаты со скоростью до 600 000 испытаний в секунду
- ▮ Спектральный анализ на основе БПФ: эффективный, быстрый и удобный

▸ стр. 10

Оптимизированный интерфейс пользователя

- ▮ Сенсорный экран высокого разрешения для удобства использования
- ▮ Цветовая маркировка понятная для пользователя
- ▮ Полностью настраиваемый экран
- ▮ Быстрый доступ к ключевым инструментам
- ▮ Подробности о сигнале одним касанием
- ▮ Простой выбор схемы настроек прибора
- ▮ Документирование результатов одним нажатием кнопки

▸ стр. 13

Работа в областях с самыми современными требованиями

- ▮ Ведущий в своем классе анализ логических сигналов 400 МГц: 5 ГГц и 200 млн отсчетов памяти на 16 каналов
- ▮ Режим высокой четкости: больше подробностей с 16-битным разрешением по вертикали
- ▮ Последовательные протоколы: простота синхронизации и декодирования
- ▮ Анализ силовой электроники с помощью опции анализа параметров электропитания
- ▮ Анализ джиттера
- ▮ Автоматические испытания на соответствие стандартам
- ▮ Выявление ЭМП с помощью осциллографов

▸ стр. 18

Модели					
Базовый блок	Каналы	Частота дискретизации	Память для собранных данных	Скорость сбора данных	Анализ смешанных сигналов (MSO)
R&S®RTO1044 (полоса 4 ГГц)	4	20 ГГц	20 млн отсчетов на канал, макс. 800 млн отсчетов	1 млн осциллограмм/с	Полоса 400 МГц, частота дискретизации 5 ГГц, объем памяти 200 млн отсчетов
R&S®RTO1024 (полоса 2 ГГц)	4	10 ГГц			
R&S®RTO1022 (полоса 2 ГГц)	2				
R&S®RTO1014 (полоса 1 ГГц)	4				
R&S®RTO1012 (полоса 1 ГГц)	2				
R&S®RTO1004 (полоса 600 МГц)	4				
R&S®RTO1002 (полоса 600 МГц)	2				

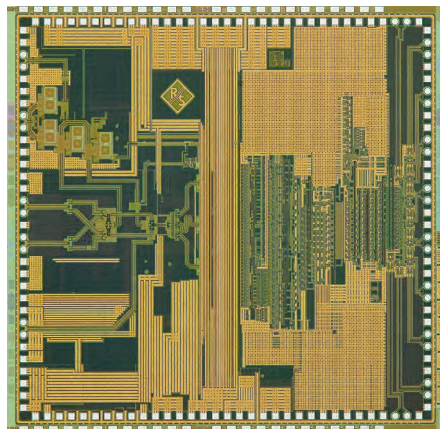
По-настоящему бескомпромиссные характеристики

Высокая точность измерений

- И Очень низкий уровень собственных шумов 100 мкВ при входной чувствительности 1 мВ/дел и полосе пропускания 1 ГГц
- И Широкий динамический диапазон за счет одноядерного АЦП
- И Полная полоса измерения до 4 ГГц при чувствительности 1 мВ/дел
- И Режим высокой четкости для 16-битного разрешения по вертикали
- И Объем памяти до 800 млн отсчетов
- И Межканальная развязка более 60 дБ устраняет перекрестные помехи от высокочастотных сигналов

Высокая точность измерений благодаря исключительно низкому уровню собственных шумов

Осциллограф R&S®RTO разрабатывался с целью обеспечения минимального уровня шума. Были учтены все аспекты – от симметричных BNC-совместимых входов с полосой пропускания 18 ГГц до высокоточных АЦП и входных каскадов со сверхнизким уровнем шума. Низкий уровень собственного шума позволяет добиться высокой точности измерений даже при минимальных значениях разрешения по вертикали.



Одноядерный АЦП с частотой дискретизации 10 ГГц от компании Rohde & Schwarz

Широкий динамический диапазон за счет одноядерного АЦП

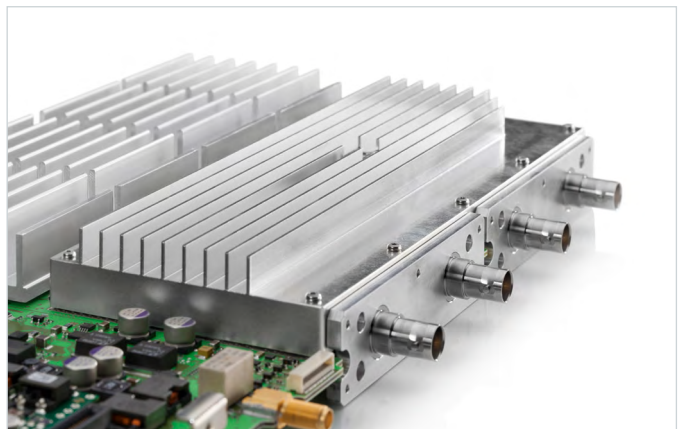
Компания Rohde & Schwarz разработала единый аналого-цифровой преобразователь для осциллографов R&S®RTO. Одноядерная архитектура кристалла минимизирует искажение сигнала и обеспечивает свыше 7 бит эффективной разрядности (ENOB) во всем диапазоне сигнала. Этого более чем достаточно для проведения прецизионного анализа сигналов в опциональном режиме высокой четкости. Этот уникальный режим дополнительно снижает уровень шума и дает возможность сбора данных при 16-битном разрешении по вертикали.

Полная полоса измерения даже при чувствительности 1 мВ/дел

Обладая входной чувствительностью до 1 мВ/дел, осциллографы R&S®RTO обеспечивают высокое разрешение по вертикали. Другие осциллографы добиваются подобной чувствительности лишь при использовании функции программного масштабирования или путем ограничения полосы пропускания. В отличие от них осциллографы R&S®RTO обеспечивают возможность отображения отсчетов сигнала в режиме реального времени даже при значении чувствительности 1 мВ/дел и в полной полосе измерения. При использовании опции высокой четкости R&S®RTO становится первым прибором в своем классе, который способен обеспечить вертикальное масштабирование с разрешением 500 мкВ/дел при полосе частот 1 ГГц.

Быстрый сбор данных даже при большом объеме памяти

Во многих измерительных приложениях требуется длительное время регистрации, например для анализа последовательных шин или импульсных источников питания. Обработка сигналов в осциллографе R&S®RTO оптимизирована с целью достижения высокой скорости сбора данных даже при длительной регистрации. В итоге пользователи оказываются в выигрыше от работы без задержек и быстрого получения результатов.



Высококачественная конструкция защитного экрана входных каскадов осциллографа обеспечивает надежную развязку между каналами

Плоская АЧХ для получения точных результатов измерений

Для точного захвата сигналов осциллографы R&S®RTO обладают плоской амплитудно-частотной характеристикой во всей номинальной полосе пропускания, что обеспечивает получение точных результатов независимо от частотных составляющих сигнала. Гауссовский спад в АЧХ служит для уменьшения выбросов и точному захвату фронтов сигнала.

Малые погрешности усиления и смещения

Осциллографы Rohde & Schwarz известны своей точностью, даже при работе с различными настройками амплитуды и смещения, а также при различных температурах окружающей среды. Усилители и фиксированные аттенюаторы входных каскадов согласованы с очень высокой точностью. Сложная система поддержания тепловых режимов обеспечивает высокую температурную стабильность внутри прибора. Это создает великолепные предпосылки для непрерывной работы без раздражающих перерывов, вызванных автоматическими процессами компенсации.

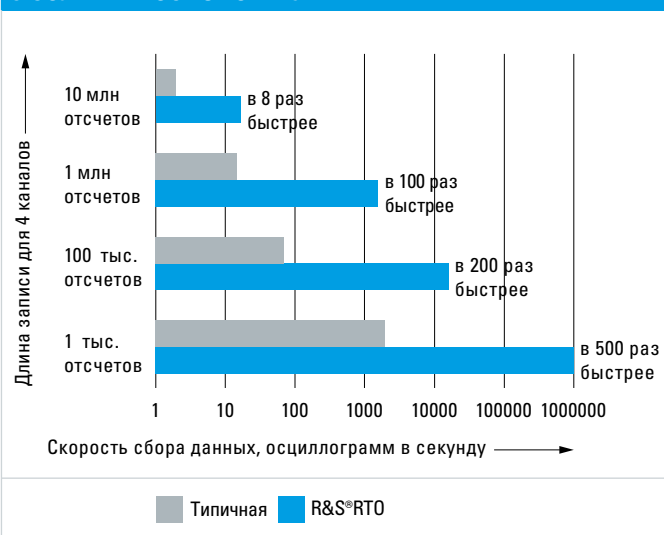
Низкие перекрестные помехи даже при работе с высокочастотными сигналами

Превосходная развязка между каналами в осциллографах R&S®RTO обеспечивает наименьшее возможное влияние на измеряемый сигнал одного канала сигналами других каналов. Осциллографы обеспечивают великолепное значение развязки > 60 дБ на частоте до 2 ГГц.

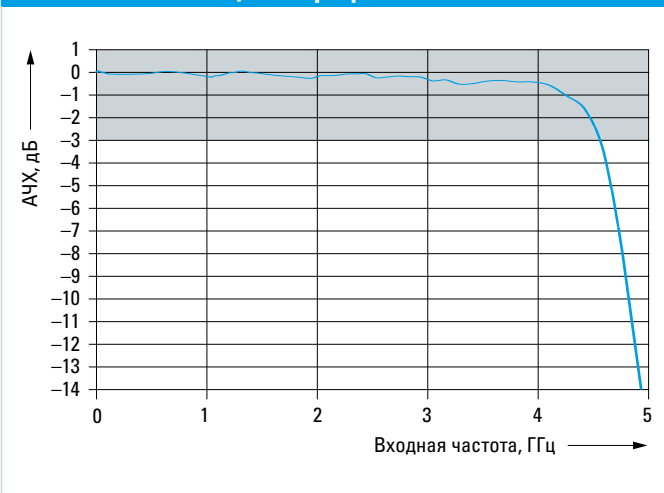
R&S®ProbeMeter: встроенный в пробник вольтметр с погрешностью 0,1 %

Активные пробники компании Rohde & Schwarz оснащены встроенным вольтметром (R&S®ProbeMeter), который отображает значение постоянной составляющей измеряемого сигнала, независимо от масштаба в осциллографе. Дифференциальные пробники R&S®RT-ZD10/20/30/40 дополнительно отображают напряжение синфазного режима.

Производительность осциллографа при работе с большим объемом памяти



Типичная АЧХ осциллографа R&S®RTO1044



Диапазон измерений и полоса пропускания осциллографа	СКЗ порогового шума при 50 Ом (тип.)	СКЗ порогового шума при 50 Ом (тип.) в % от диапазона измерений
Диапазон измерений 10 мВ (1 мВ/дел), полоса частот 1 ГГц	100 мкВ	1 %
Диапазон измерений 100 мВ (10 мВ/дел), полоса частот 1 ГГц	200 мкВ	0,2 %
Диапазон измерений 1 В (100 мВ/дел), полоса частот 4 ГГц	3,6 мВ	0,36 %

Цифровая система синхронизации (запуска): исключительная точность

- Минимальный джиттер сигнала запуска не более 1 пс без последующей программной коррекции
- Высокая чувствительность запуска при полной полосе пропускания осциллографа
- Выбираемый пользователем гистерезис и фильтры запуска
- Опциональная аппаратная функция восстановления тактового сигнала для синхронизации по последовательным интерфейсам с внутренними тактовыми сигналами

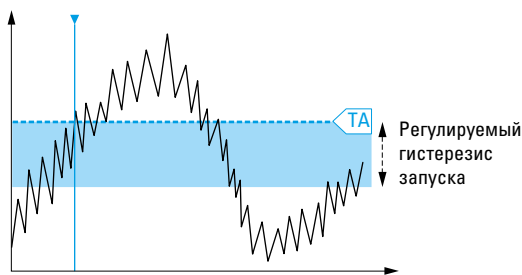
Точный запуск с высокой чувствительностью

Уникальная цифровая система синхронизации (запуска) компании Rohde & Schwarz использует общий тракт для измеряемого сигнала и сигнала запуска. Осциллограф определяет факт выполнения условий запуска путем проведения непосредственного анализа оцифрованного сигнала независимо от текущей частоты дискретизации. В результате осциллографы компании Rohde & Schwarz обладают чрезвычайно низким джиттером сигнала запуска и исключительно высокой точностью измерений. При использовании опционального термостатированного кварцевого генератора R&S®RTO-B4 (OCXO) временная стабильность может быть улучшена до $0,02 \text{ млн}^{-1}$, обеспечивая захват большого объема данных и захват данных при значительных смещениях запуска.

Высокая чувствительность запуска во всей полосе частот

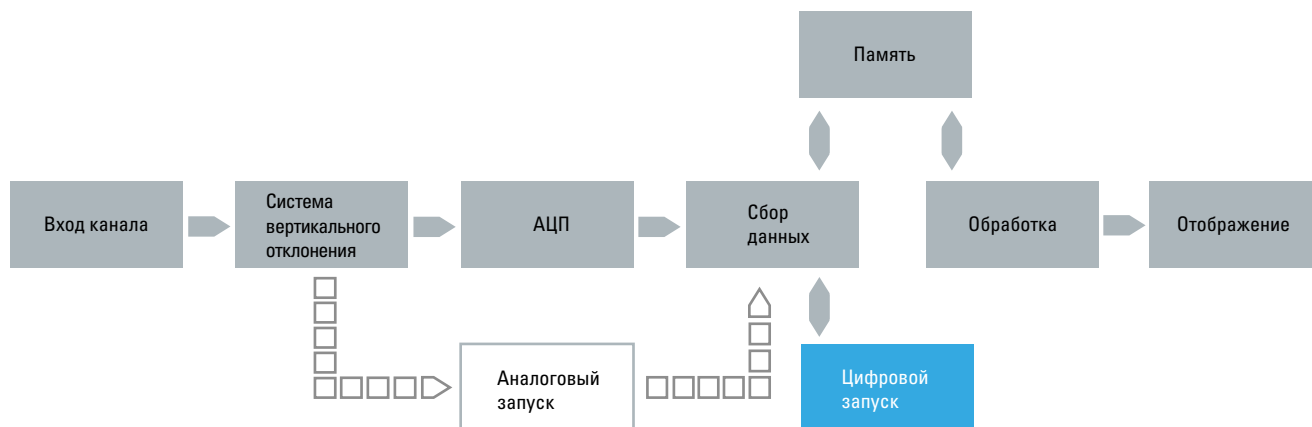
Цифровая синхронизация позволяет осуществлять проверку каждого регистрируемого отсчета на основе определения сигнала синхронизации. Поэтому осциллографы R&S®RTO способны запускаться даже от сигналов с самой маленькой амплитудой. Для того чтобы обеспечить стабильную синхронизацию, независимо от уровня шума сигнала, пользователь может задать гистерезис системы синхронизации осциллографов. Благодаря малому шуму входных усилителей, осциллографы могут запускаться от сигналов при чувствительности по вертикали лучше чем 10 мВ/дел во всей ширине полосы частот измерений.

Гистерезис запуска



Гистерезис цифровой системы запуска может устанавливаться автоматически или вручную в диапазоне от 0 до 5 делений

Сравнение архитектур цифрового и аналогового запусков

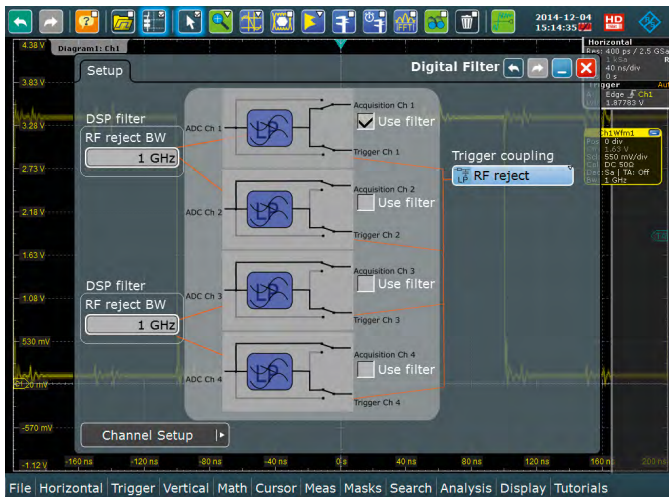


Регулируемый цифровой фильтр сигнала запуска

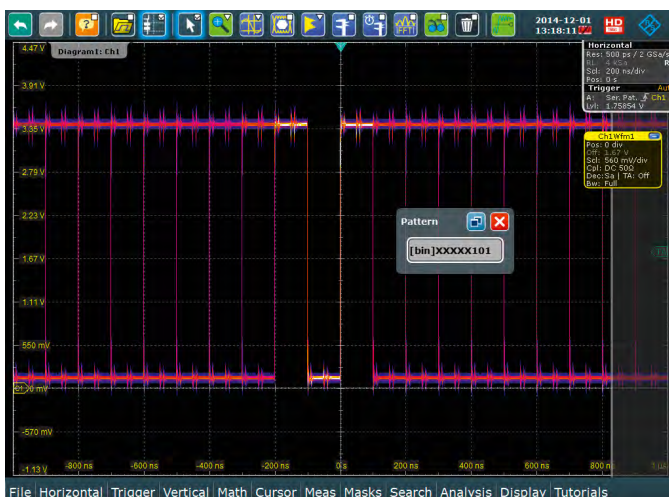
Архитектура цифровой синхронизации, используемая в осциллографах R&S®RTO, позволяет настроить частоту среза цифрового фильтра низких частот в соответствии с измеряемым сигналом. Одни и те же настройки фильтра могут быть использованы как для сигнала запуска, так и для измеряемого сигнала. Таким образом, может быть подавлен ВЧ-шум сигнала запуска, например при одновременной регистрации и отображении нефильрованного измеряемого сигнала.

Запуск по последовательному шаблону для всех протоколов

Запуск по последовательному шаблону служит для обнаружения заданных последовательностей длиной до 128 битов, что позволяет захватывать и анализировать конкретные шаблоны протоколов, например заголовки или блоки данных, из последовательных интерфейсов. Для встроенных тактовых сигналов могут использоваться как отдельный тактовый сигнал, так и аппаратная опция восстановления тактового сигнала.



Настройка цифрового фильтра



Запуск по последовательному шаблону настроен на конкретную битовую последовательность с использованием опции восстановления тактового сигнала R&S®RTO-K13



Уникальная архитектура цифровой системы запуска позволяет добиваться стабильной синхронизации, даже по таким элементам сигнала, как показанный здесь 0,4 % выброс (опция высокой четкости)

Быстрое обнаружение редко возникающих ошибок сигнала

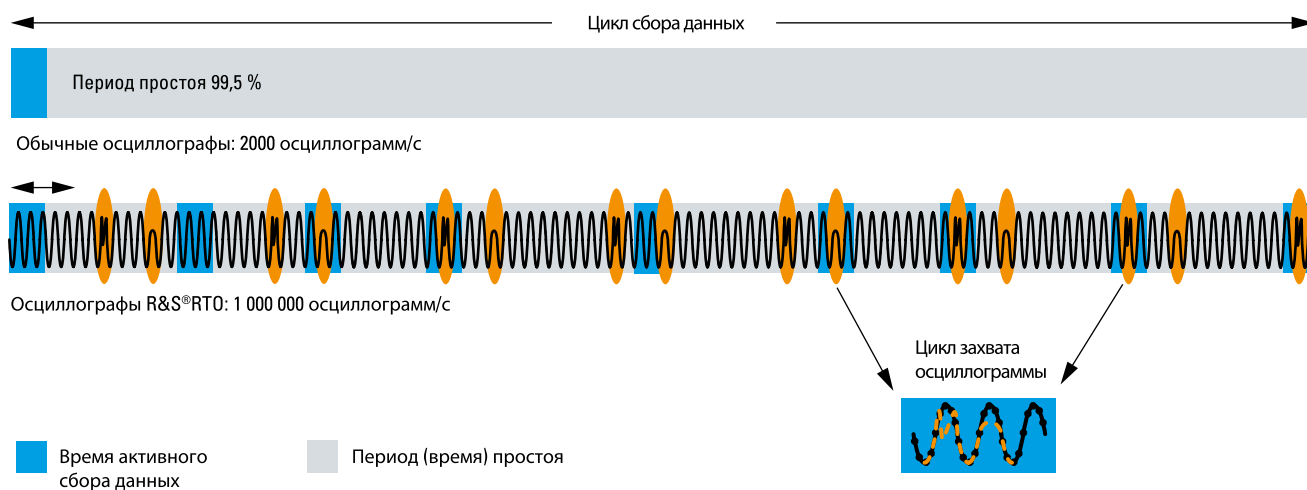
- I Один миллион осциллограмм в секунду обеспечивает быстрое обнаружение ошибок сигнала
- I 600 000 тестирований по маске в секунду
- I Аппаратно-ускоренный БПФ-анализ позволяет обнаружить даже спорадические сбои

Один миллион осциллограмм в секунду: ошибки обнаруживаются, о них не надо догадываться

Цифровой осциллограф регистрирует сигналы в два этапа. Сначала он делает выборку измеряемого сигнала за определенный период времени и сохраняет отсчеты. На втором этапе прибор обрабатывает эти отсчеты и отображает осциллограмму. В этот период времени осциллограф просто «не видит» измеряемый сигнал. Когда традиционные цифровые осциллографы работают с максимальной частотой дискретизации, время простоя превышает 99,5 % всего времени сбора данных. В результате измерения составляют менее 0,5 % времени. Это ведет к серьезным последствиям: ошибки сигнала, возникающие во время простоя, остаются невидимыми пользователю, и чем реже они возникают, тем с меньшей вероятностью будут обнаружены.

По сравнению с обычными осциллографами период простоя осциллографов R&S®RTO до 500 раз меньше. Такую характеристику обеспечивает центральный элемент прибора — специально разработанная для интенсивной параллельной обработки ИС. Специализированная ИС за исключительно короткий период времени обрабатывает входной сигнал и подготавливает его для быстрого отображения на экране. Поэтому осциллографы R&S®RTO способны регистрировать, анализировать и отображать до одного миллиона осциллограмм в секунду. В результате эти приборы находят ошибки значительно быстрее и надежнее.

Цикл сбора данных и период простоя: сравнение (R&S®RTO и обычные осциллографы)



Цифровые осциллографы не способны регистрировать ошибки сигнала, возникающие в периоды простоя. Благодаря исключительно короткому периоду простоя, осциллографы R&S®RTO регистрируют измеряемый сигнал более чем в 500 раз чаще.

Высокая скорость измерений даже для сложных функций анализа

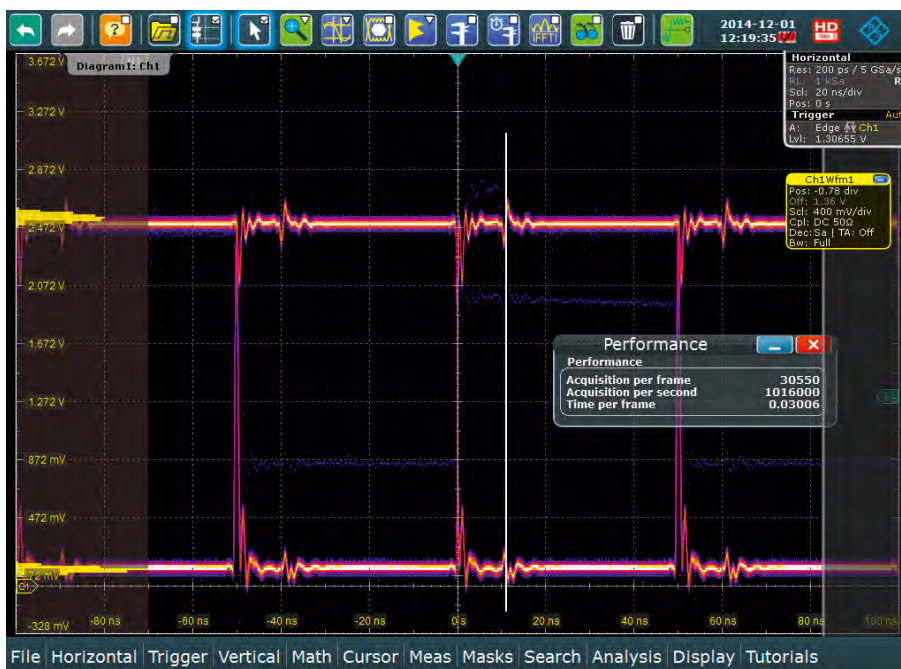
Многие функции анализа осциллографа имеют аппаратную реализацию:

- ! Гистограмма
- ! Отображение спектра
- ! Тестирование по маске
- ! Измерения с помощью курсора
- ! Выбираемые функции автоматизированного измерения
- ! Выбираемые математические операции

Получаемые в итоге высокие скорости сбора и обработки данных обеспечивают плавную работу прибора и получение быстрых убедительных результатов измерений даже при использовании сложных функций анализа.

Максимальные скорости сбора данных для функций анализа

Функция анализа	Максимальная скорость сбора данных
Нет	> 1 000 000
Гистограмма	> 1 000 000
Тестирование по маске	> 600 000
Курсорные измерения	> 1 000 000



За счет высокой скорости сбора данных, равной одному миллиону осциллограмм в секунду, осциллографы R&S[®] RTO способны очень быстро обнаруживать редкие сбои сигнала

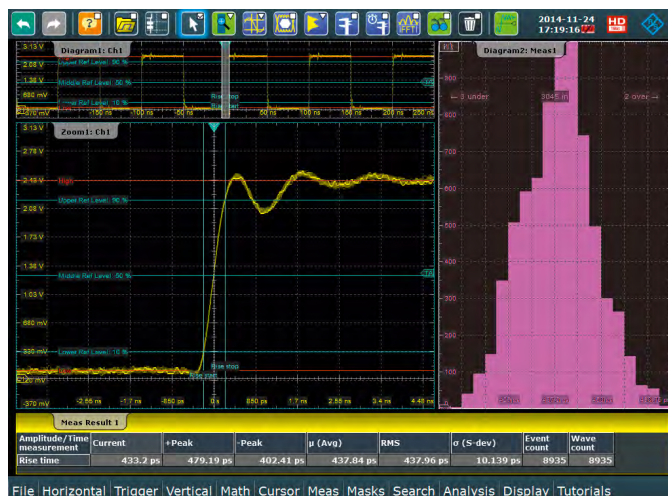
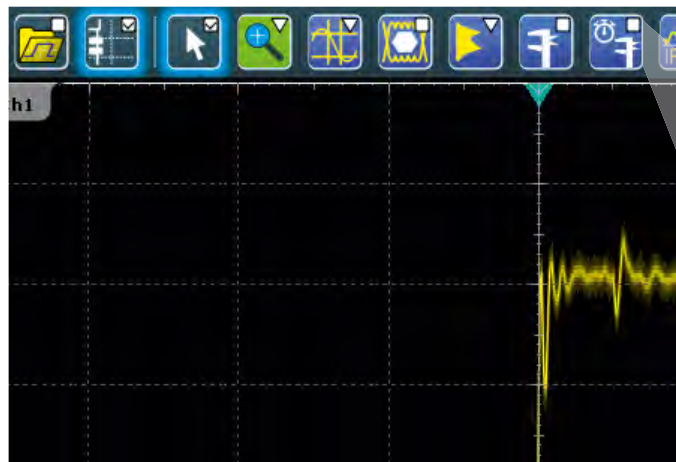
Выдающийся диапазон возможностей быстрого получения результатов

- И свыше 90 автоматизированных измерений
- И отображение результатов измерений в виде тренда, трека или гистограммы
- И функция QuickMeas для быстрого получения результатов
- И функция архива для возврата к предыдущим результатам
- И высокоэффективный анализ спектра с использованием БПФ
- И 100 циклов сбора данных в секунду, с непрерывной передачей через Ethernet

Широкий выбор измерительных функций

Осциллографы R&S®RTO содержат свыше 90 измерительных функций. Автоматизированные измерения разделены по типам на амплитудные и временные, джиттеры, глазковые, гистограммы и спектральные измерения.

Функция QuickMeas: получение ключевых результатов измерения нажатием одной кнопки
Функция QuickMeas, одновременно отображающая результаты нескольких измерений для текущего сигнала, является уникальной для приборов этого класса.

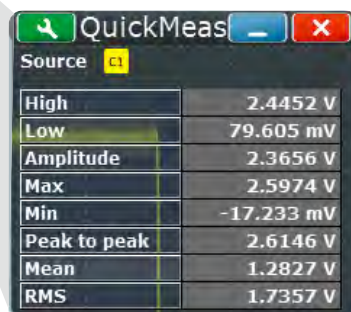


Отображение измерения со статистикой (внизу), гистограммой и долговременным трендом

При этом имеется возможность отдельного задания набора функций с (максимум) восемью измерениями и их сохранения для последующего анализа. Из панели инструментов обеспечивается быстрый и удобный доступ к функции QuickMeas.

Доступные функции анализа

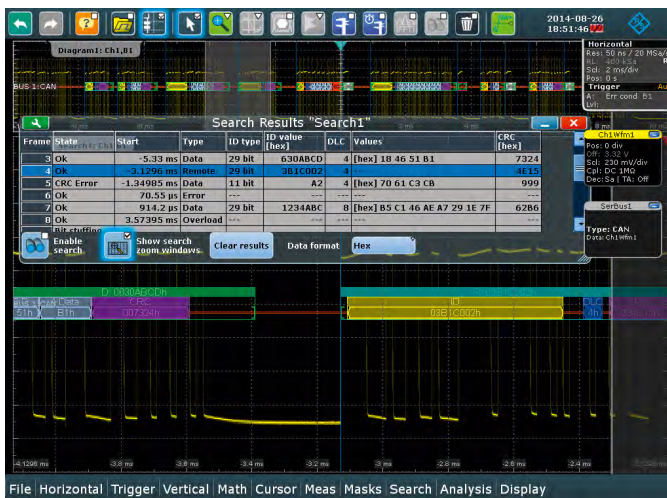
Статистика	Отображение среднего значения, минимального/максимального значения и среднеквадратического отклонения
Гистограмма	Графическое отображение событий в виде гистограммы; определение диапазона измерений и разрешения для гистограммы (вручную или автоматически)
Тренд	Функция долговременного тренда для анализа медленно развивающихся вариаций в результатах измерений (простое обнаружение влияния температурных условий на результаты измерений)
Трек (опция)	Анализ быстро меняющихся результатов измерений, например периода; отображение результатов на всем интервале сбора данных
Стробирование	Ограничение диапазона измерений заданным диапазоном сигнала (задаваемым вручную или привязанным к существующему курсору или диапазонам масштабирования)
Опорные линии	Определение опорных линий (вручную, автоматически или путем усреднения); опциональное отображение на осциллограмме
Осциллограмма	Графическое отображение результатов на осциллограмме, например для целей документирования
Многokrатные измерения	Определение максимального количества измерений на осциллограмму



Активация функции QuickMeas для отображения ключевых характеристик сигнала

Функции поиска и навигации: быстрое обнаружение сбоев

Полноценные функции поиска упрощают анализ длинных последовательностей сигналов. Пользователи могут осуществлять поиск осциллограмм по различным критериям, таким как сбои сигнала, шаблоны сигнала и содержимое протоколов. В зависимости от конкретного приложения пользователи могут выполнять поиск по аналоговым или цифровым каналам, опорным или расчетным осциллограммам и по сигналам последовательных шин. Все события сводятся в таблицу с указанием временных меток. После этого пользователь может изучать отдельные события в окне масштабирования и перемещаться между ними. Например можно посмотреть количество импульсных ошибок в таблице и изучить расположение каждой отдельной ошибки на осциллограмме относительно других сигналов.



Мощная функция поиска для подробного отображения событий

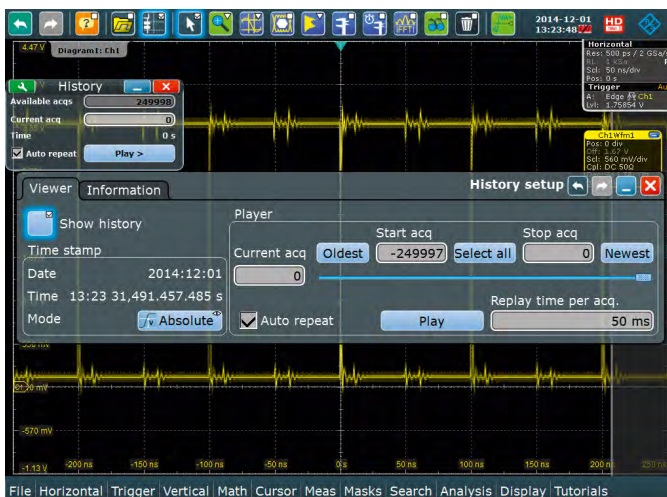
Функция архива: возврат к предыдущим результатам измерения

Каков источник этого импульса помехи на сигнале? Что является причиной потери бита данных? Во многих случаях нельзя выявить действительную причину ошибки, не просмотрев истории последовательности сигналов.

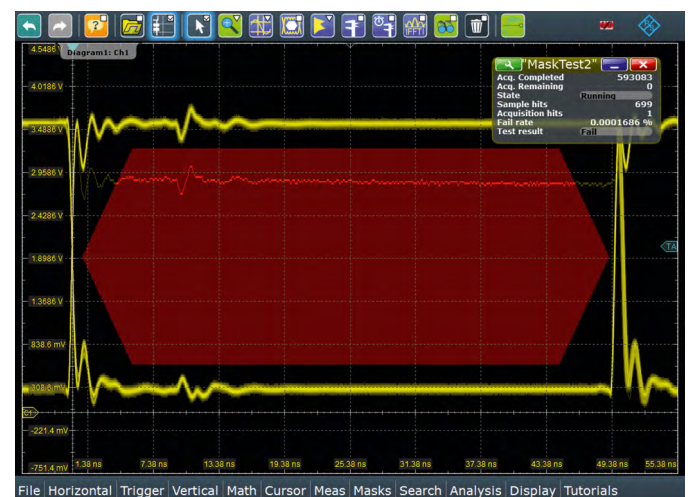
Функция архива осциллографа R&S®RTO обеспечивает доступ к полученным ранее осциллограммам нажатием одной кнопки. Пользователи могут оперативно анализировать результаты измерения, сохраненные в памяти. Они могут перемещаться по отдельным выборкам с помощью функции воспроизведения архивных данных или отобразить их в наложенном виде в режиме послесвечения. Возможность задания временной метки для каждой осциллограммы позволяет четко указать время возникновения события. Широкий спектр инструментов анализа, таких как автоматизированные измерения, БПФ, тестирование по маске и функция поиска, могут быть использованы для анализа сохраненных осциллограмм.

Ведущие в отрасли испытания на соответствие маске: быстрая настройка, надежные результаты

Испытания на соответствие маске позволяют оперативно выявлять факт нахождения сигнала в заданных пределах допуска, что позволяет с легкостью обнаруживать отклонения сигналов от нормы и оценивать качество и стабильность работы испытываемых устройств. Аномалии сигнала и неожиданные результаты легко обнаруживаются при остановке измерения в случае нарушения маски. Осциллограф R&S®RTO обеспечивает гибкость и удобство процесса задания маски. Создание маски из опорного сигнала или задание маски, состоящей из (максимум) восьми сегментами, может быть выполнено всего несколькими нажатиями клавиш. Чтобы быстро приступить к работе, можно создать сегменты маски на экране с помощью мыши или пальца. В дальнейшем можно настроить позиции точек маски в диалоговом окне тестирования по маске.



Запуск по последовательному шаблону для конкретной битовой последовательности с использованием опции восстановления тактового сигнала R&S®RTO-K13



Уникальная архитектура цифровой системы запуска обеспечивает стабильный запуск даже по такому 0,4% выбросу (опция высокой четкости)

Спектральный анализ на основе БПФ: эффективный, быстрый и удобный

Функция БПФ в приборе R&S®RTO имеет аппаратное ускорение, а значит, и высокое быстродействие, что создает на экране впечатление спектра, снимаемого в режиме реального времени. Режим послесвечения позволяет легко сделать видимыми быстрые изменения сигнала, случайные сигналы помехи и слабые наложенные сигналы. Малошумящий входной каскад и аналогово-цифровой преобразователь с высокой эффективной разрядностью (> 7) обеспечивают великолепный динамический диапазон, который без особого труда позволяет обнаружить даже слабые сигналы помехи.

Возможность перекрытия БПФ означает, что осциллографы R&S®RTO также способны правильно отображать прерывистые сигналы, например помехи импульсного типа. Как и в анализаторах спектра, работа с БПФ построена на вводе центральной частоты, полосы обзора и полосы разрешения. Кроме того, с помощью осциллографа могут выполняться такие измерения, как измерения коэффициента нелинейных искажений (THD) или спектральной плотности мощности (PSD).

Возможность выполнения тестирования по маске в частотной области БПФ-спектра является уникальной. Она полезна для обнаружения таких редких событий, как спорадические сигналы ЭМП и их связь с сигналом во временной области.

Быстрое сохранение результатов

Осциллограммы могут сохраняться в файлах различных форматов или загружаться через Ethernet-интерфейс для последующего анализа с помощью, например ПО MATLAB® или Excel. Содержимое экрана также может быть выведено на печать или сохранено. Возможность загрузки данных в прибор R&S®RTO является уникальной. Когда в осциллографе установлен специальный режим работы, он выполняет непрерывный захват 100 осциллограмм в секунду, проводит их обработку и передает на ПК через Ethernet-соединение.

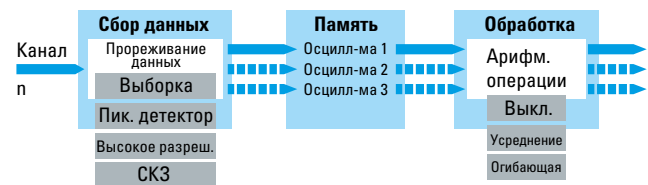
Усложненный анализ с использованием до трех осциллограмм на канал

Осциллографы R&S®RTO впервые позволяют одновременно различными способами отображать до трех сигналов в каждом канале. Имеется возможность произвольным образом сочетать вид прореживания данных и арифметических операций над сигналами. Это дает возможность пользователю для эффективного выполнения отладки непосредственно сравнить точки первоначальной выборки, например с усредненным сигналом и огибающей.

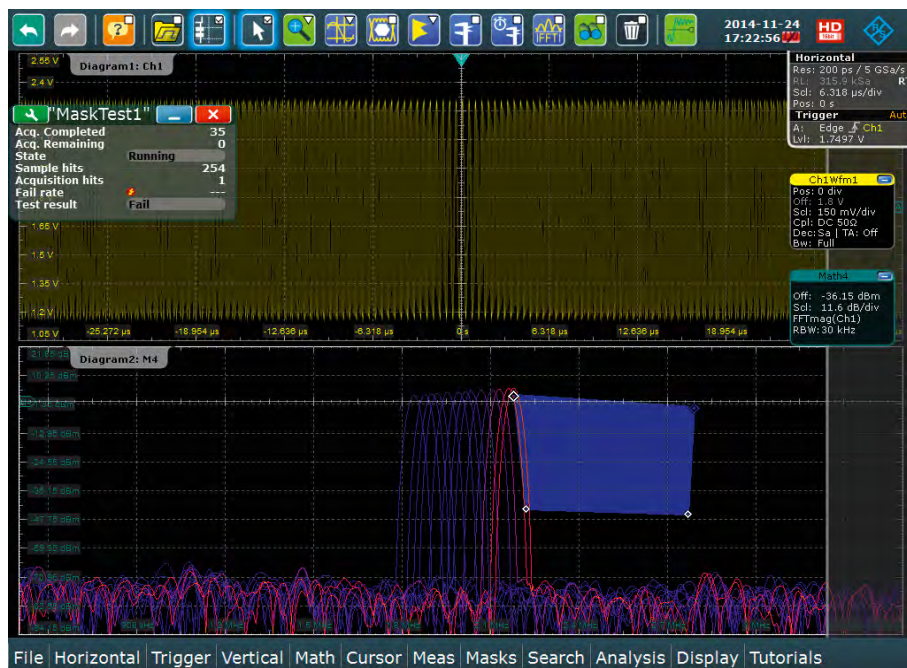
Варианты хранения данных

Содержимое	Осциллограмма	Полностью
		выбор (масштаб, курсор, строб, ручной)
		количество выборок
		архивная память
Оценки		гистограммы
		результаты измерений
		долгосрочный тренд
Формат	измерит. данные	двоичный, .XLS, .CSV, каналы 1–4
	графический	.PNG, .JPG, .BMP, .TIF, .PDF
Драйверы		VXI, LabView, LabWindows, .NET

До трех осциллограмм в каждом канале



Впервые осциллографы R&S®RTO позволяют пользователю настраивать прореживание данных, проводить арифметические операции с осциллограммами и одновременно отображать до трех осциллограмм.



Функция БПФ выделяется по точности, скорости, функциональности и практичности

Оптимизированный интерфейс пользователя

- И Оптимизированное сенсорное управление
- И Экран XGA с высоким разрешением
- И Гибко разделяемый экран для осциллограмм и результатов
- И Новые инструменты, в том числе отмена/восстановление, масштабирование с помощью пальца и функция QuickMeas

Сенсорный экран высокого разрешения

Одной из особенностей осциллографов R&S®RTO является сенсорный экран высокого разрешения (10,4", XGA). Осциллограф оптимизирован для сенсорного управления:

- И Упорядочивание сигналов и результатов измерения с помощью функции перетаскивания (drag & drop)
- И Оптимизация экранного отображения за счет перемещения оконных рамок
- И Задание диапазонов масштабирования и измерения
- И Перемещение курсора, уровня смещения или запуска простым касанием линии
- И Активация и настройка измерений, гистограмм и функций БПФ-анализа
- И Создание масок в считанные секунды

Дополнительные приложения, например испытание на соответствие стандартам, могут отображаться на внешнем мониторе.

Цветовая маркировка понятная для пользователя

Органы управления системой вертикального отклонения и системой синхронизации имеют цветовую маркировку. Многоцветные светодиодные индикаторы, расположенные вокруг поворотных ручек, обозначают текущий канал соответствующим цветом. Цветная маркировка соответствует отображению сигнала на экране. Такое четкое соответствие обеспечивает ритмичную работу, даже при выполнении сложных контрольно-измерительных задач.

Полностью настраиваемый экран

Функция SmartGrid осциллографа R&S®RTO помогает сохранять высокий уровень организации экрана:

- И Перетаскивание (drag & drop) осциллограмм и актуальных окон на главный экран
- И Разбиение экрана на различные окна диаграмм, осциллограмм и результатов измерений
- И Группировка множества вкладок
- И Отображение осциллограмм, шин и результатов измерений в реальном масштабе времени в виде пиктограммы сигнала на краю экрана



Сенсорный экран с высоким разрешением обеспечивает ритмичность работы. Функция SmartGrid от компании Rohde & Schwarz обеспечивает возможность гибкого размещения осциллограмм путем перетаскивания

Диалоговые окна с диаграммами прохождения сигналов

Диаграммы прохождения сигналов, представленные в диалоговых окнах, позволяют визуализировать процесс обработки сигналов, что упрощает настройку измерения. Соответствующие ссылки обеспечивают возможность непосредственного перехода к логически связанным настройкам. Кнопки «Вперед» и «Назад» позволяют быстро перемещаться по диалоговым окнам. Полупрозрачные диалоговые окна обеспечивают возможность визуального контроля всего процесса измерения. Диаграммы измерения при этом сохраняют исходный размер. Уровень прозрачности может быть настроен с помощью кнопки регулировки интенсивности. Пользователи могут масштабировать диалоговые окна и размещать их в любом месте экрана.

Быстрый доступ к ключевым инструментам

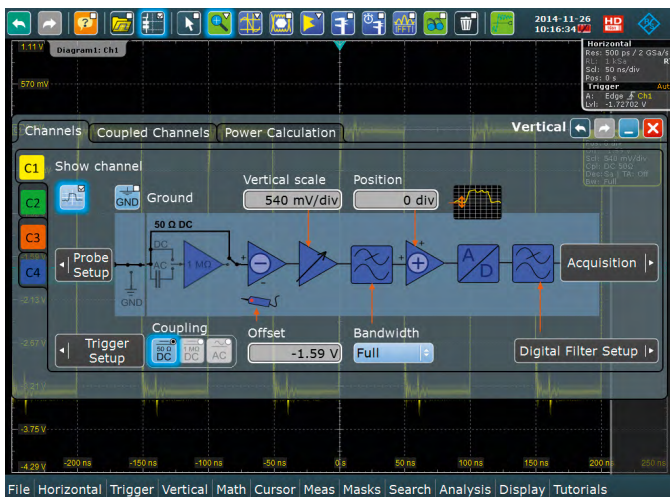
Панель инструментов у верхней границы экрана обеспечивает доступ к часто используемым функциям, таким как измерения, масштабирование, БПФ и корзина. Поддерживается возможность размещения в этой панели инструментов, предпочитаемых пользователями. С использованием этой функции связано всего два шага: выбор инструмента и его применение к осциллограмме.

Подробности о сигнале одним касанием

Осциллографы R&S®RTO предлагают расширенные функции масштабирования:

- ▮ Выбор диапазона масштабирования и навигация касанием пальца в окне масштабирования
- ▮ Функция аппаратного масштабирования для регулировки масштаба по вертикали и горизонтали с целью анализа мельчайших деталей сигнала
- ▮ Масштабирование с помощью пальца: задание диапазона масштабирования по горизонтальной оси; просмотр характеристик сигнала с использованием пальца или мышки для перемещения окна масштабирования вдоль сигнала; использование функции удержания для открытия стандартного окна масштабирования с целью детального анализа аномалий сигнала

R&S®RTO toolbar	
	отмена
	восстановление
	контекстная справка
	настройки прибора
	включение/отключение панели сигнала
	указатель
	масштабирование
	курсор
	тестирование по маске
	гистограмма
	автоматизированные измерения
	функция QuickMeas
	анализ БПФ
	поиск
	корзина
	50 %-ный уровень запуска



Диалоговые окна для вертикальных настроек на диаграмме прохождения сигнала



Масштабирование с помощью пальца упрощает проведение детального анализа

Простой выбор схемы настроек прибора

Осциллограф R&S®RTO может сохранять настройки прибора для повторяющихся измерений. Уникальное свойство заключается в способе выбора правильной конфигурации – каждая схема настроек прибора сохраняется вместе со снимком экрана, на котором показано содержимое экрана в момент сохранения. Пользователи могут просто просматривать снимки экрана и находить правильную конфигурацию.

Удаленный доступ в любое время

Осциллографы R&S®RTO могут управляться дистанционно с помощью ПК или другого устройства через удаленный рабочий стол или виртуальную компьютерную сеть (VNC). Отображаемый пользовательский интерфейс и используемые функции при этом не отличаются от тех, которые представлены в самом осциллографе. Все функции осциллографа также доступны дистанционно.

Документирование результатов одним нажатием кнопки

Осциллографы R&S®RTO поддерживают возможность документирования результатов измерений:

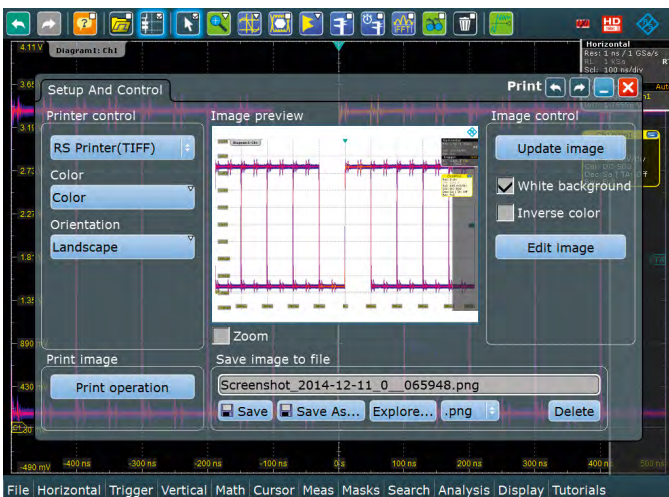
- ▮ Печать или сохранение снимков экрана с осциллограммами и результатами
- ▮ Простое считывание характеристик сигнала благодаря наглядной маркировке координатной сетки
- ▮ Использование цветной маркировки для обозначения аномалий сигнала на диаграмме
- ▮ Сохранение осциллограмм, гистограмм и результатов измерения в двоичном виде, в форматах .XLS или .CSV для проведения дальнейшего анализа на ПК

Выбор языков

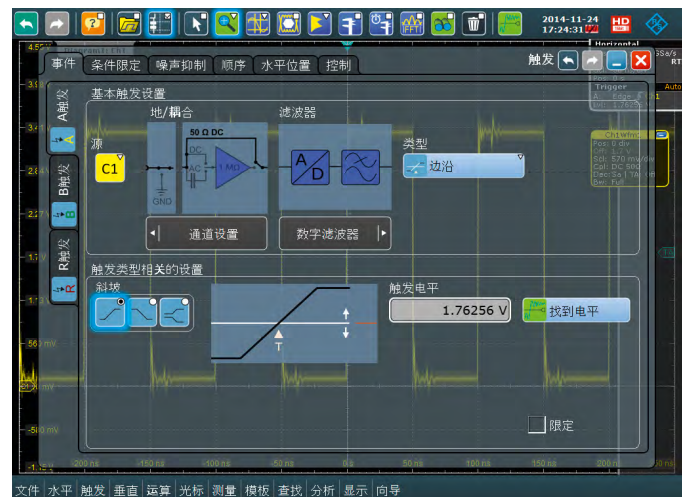
Пользовательский интерфейс осциллографов R&S®RTO поддерживает несколько языков. Язык может быть изменен всего за несколько секунд в процессе работы прибора, что делает этот осциллограф по-настоящему международным прибором.



Простой доступ к различным схемам настройки прибора



Содержимое документируется с помощью диалогового окна вывода на печать, что подразумевает широкий диапазон вариантов конфигурации



Пользовательский интерфейс может быть заменен на китайский

Общий вид осциллографа R&S®RTO

Элементы управления

Наборы сохраненных данных для прямого доступа к сохраненным настройкам прибора

Гистограмма времени нарастания: метки облегчают документирование результатов

Окна просмотра организованы в виде многочисленных вкладок

Панель инструментов для быстрого доступа к часто используемым функциям

Предустановки для возврата к стандартным или пользовательским настройкам

Ясное цифровое обозначение сетки облегчает считывание измеренных значений

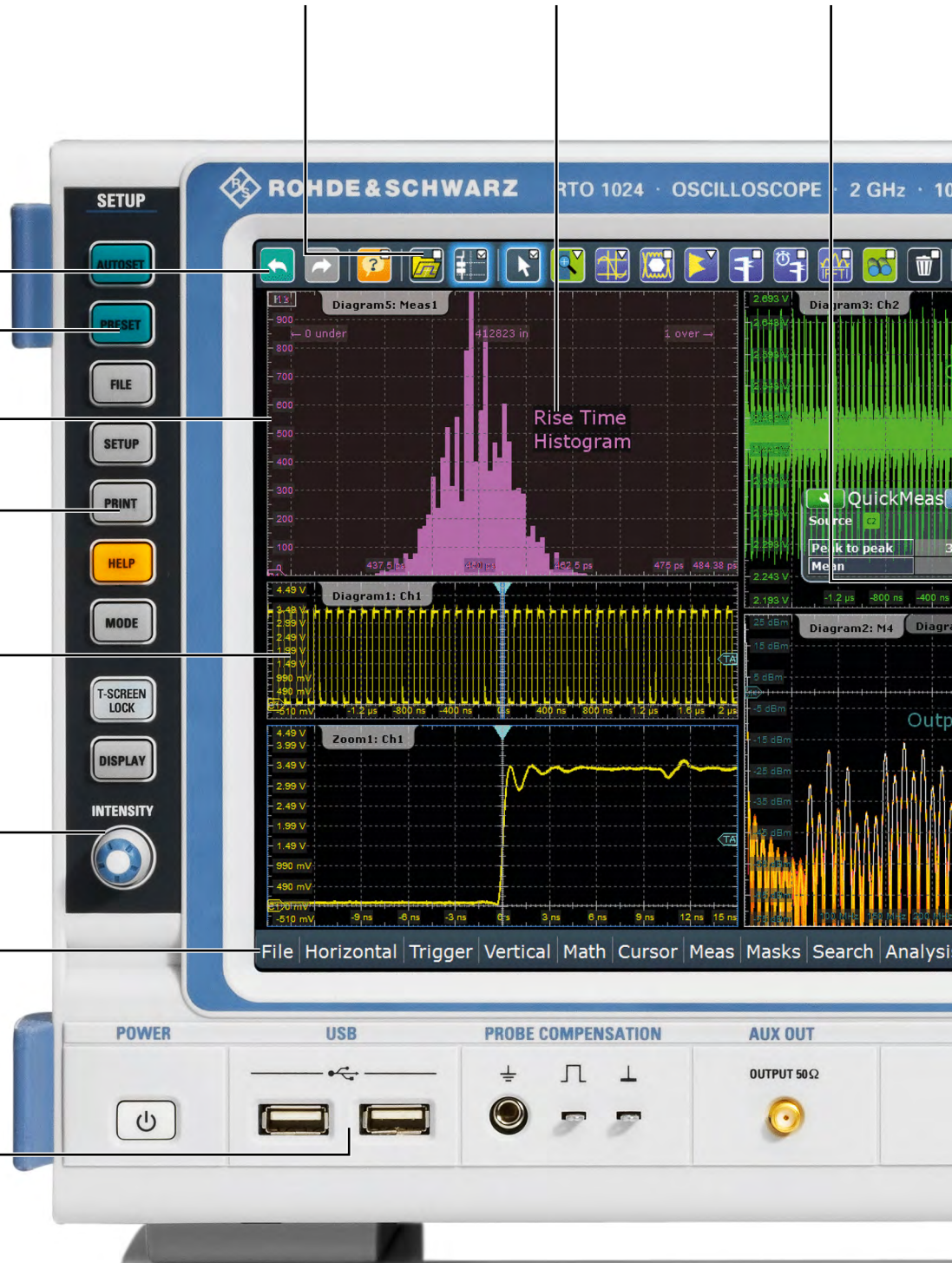
Вывод на печать или сохранение результатов нажатием одной кнопки

Функция SmartGrid компании Rohde & Schwarz позволяет быстро расположить осциллограммы сигналов

Ручка для настройки уровня прозрачности диалоговых окон или яркости осциллограмм

Строка меню у нижнего края экрана — видима даже во время работы с сенсорным экраном

Порты USB для мыши, клавиатуры, обмена данными, документирования или обновления встроенного ПО



Непрерывное обновление отображаемых результатов измерения

Непрерывное обновление миниатюры сигнала



Прямой доступ к часто используемым функциям анализа

Пиктограммы сигналов с предварительным просмотром в режиме реального времени или обозначением сигнала

Многоуровневая функция пошаговой отмены/повтора позволяет быстро восстановить предыдущие настройки

Органы управления с цветной маркировкой указывают выбранный канал

Учебные материалы по управлению осциллографом

Интерфейс пробников, который поддерживается всеми пробниками компании Rohde & Schwarz

BNC-разъем, канал 1, 2, 3 или 4: высокочастотные 18 ГГц BNC-входы с превосходным согласованием импеданса

Работа в областях с самыми современными требованиями

- Анализ логических сигналов, расширение памяти и установка аппаратных/программных опций могут быть выполнены на месте
- Регулярные бесплатные обновления встроенного ПО для расширения функциональных возможностей
- Расширение полосы пропускания до 4 ГГц

Конфигурация аппаратных опций по месту эксплуатации

Осциллографы R&S®RTO могут быть оперативно адаптированы к изменяющимся требованиям. Уникальный принцип plug & play (автоматическая настройка подключаемых устройств) позволяет с легкостью обновлять и модернизировать опции. Все аппаратные опции, такие как цифровые каналы для анализа логических сигналов или термостатированный кварцевый генератор опорной частоты 10 МГц, могут быть установлены в расположенные на задней панели слоты без необходимости открытия осциллографа. Такой подход имеет ряд преимуществ:

- Простота расширения функциональных возможностей для будущих измерительных задач
- Установка опций по месту эксплуатации за несколько минут
- Отсутствие необходимости в регулировке или перекалибровке прибора после установки опций

Программные приложения, поставляемые по запросу

Базовый блок имеет полный набор функций современного осциллографа для приложений общего вида. При наличии особых требований базовый блок может быть оперативно расширен с помощью программных опций:

- Синхронизация и декодирование данных последовательных протоколов (I2C, SPI или CAN)
- Автоматические испытания на соответствие скоростных интерфейсов, в том числе USB или Ethernet
- Детализированные функции для анализа джиттера, анализа параметров электропитания или ВЧ-анализа

Соответствие современным требованиям

Компания Rohde & Schwarz предлагает регулярные обновления встроенного ПО для расширения функциональных возможностей осциллографов R&S®RTO. Встроенное ПО осциллографов может быть обновлено с помощью USB-накопителя или через LAN-порт. Бесплатные обновления могут быть просто загружены через интернет с сайта www.rohde-schwarz.com. Ваш осциллограф R&S®RTO всегда будет соответствовать самым современным требованиям.

Заменяемый жесткий или твердотельный диск

Замена жесткого диска прибора R&S®RTO может быть выполнена без использования каких-либо инструментов. Конфиденциальные данные останутся защищенными. В зависимости от области применения может быть использован обычный жесткий диск (HDD) или твердотельный накопитель (SSD).

Жесткий диск прибора может быть извлечен без использования каких-либо инструментов



Расширение памяти до 800 млн отсчетов для длительных циклов сбора данных

В своей стандартной конфигурации осциллографы R&S®RTO позволяют проводить анализ с глубиной памяти до 20 млн отсчетов на канал или не более 80 млн отсчетов при работе только с одним каналом, что делает осциллографы идеальными приборами для приложений общего типа. Некоторые специальные виды анализа, например непрерывная регистрация длительных импульсных последовательностей, требуют даже больших объемов памяти. Для таких приложений имеются опции по расширению памяти до 50/100/200/400 млн отсчетов на канал и до 800 млн отсчетов на два канала. Пользователи включают эти опции прямо на месте эксплуатации прибора, без необходимости их отправки в сервисный центр.

Простое расширение полосы пропускания для работы с быстроменяющимися сигналами

Иногда возможности капиталовложений ограничены или при покупке не известны все будущие требования к полосе пропускания. Тогда расширение полосы пропускания может быть выполнено с помощью опций для всех осциллографов R&S®RTO. Например полоса пропускания 600 МГц в R&S®RTO1004 может быть расширена до 4 ГГц. Все опции расширения включают полную проверку прибора и калибровку в сервисном центре компании Rohde & Schwarz.

Готовность к работе в областях с самыми современными требованиями

Анализ во временной области

- Общая отладка**
- Анализ параметров электропитания**
 - Импульсные источники питания
- Анализ сигналов**
 - Анализ джиттера
 - Испытания на соответствие (стандарты USB 2.0, Ethernet)

Анализ логических сигналов

- Отладка встраиваемых систем**
- Системные испытания**
- Испытание АЦП**
- Анализ цифровых и аналоговых сигналов с корреляцией во времени**

Вершина искусства

Синхронизация и декодирование

- Встраиваемые (I²C, SPI, Ethernet, 8b10b)
- Компьютерные (UART, RS-232)
- Автомобильные (CAN, CAN-FD, LIN, FlexRay™)
- Аудио (I²S, LJ, RJ, TDM)
- Авиакосмические и оборонные (MIL-STD-1553, ARINC 429)
- Настраиваемые (манчестерский код, NRZ)

Выявление ЭМП

- Спектральный анализ**
- Векторный анализ сигналов**
 - Анализ NFC
 - Анализ LTE (MIMO)
 - Общий анализ OFDM

Анализ протоколов

Анализ в частотной области

Анализ логических сигналов: быстрые и точные измерения встраиваемых систем

- ▮ Любой прибор R&S®RTO может быть расширен до осциллографа смешанных сигналов
- ▮ 400 МГц, частота дискретизации 5 ГГц и память объемом 200 млн отсчетов
- ▮ Большое многообразие функций запуска с разрешением 200 пс
- ▮ Функция архива для просмотра зарегистрированных цифровых сигналов



Опция R&S®RTO-B1 превращает осциллограф R&S®RTO в осциллограф смешанных сигналов

- ▮ Широкий спектр инструментов анализа, включая автоматические измерения и отображение состояния шины в виде аналоговой осциллограммы

Больше информации о сигнале благодаря высокой разрешающей способности по времени во всем объеме памяти

Благодаря частоте дискретизации 5 ГГц опция смешанных сигналов R&S®RTO-B1 (MSO) позволяет достичь максимальной разрешающей способности по времени 200 пс для всех цифровых каналов. Такая частота дискретизации может быть реализована во всем объеме памяти 200 млн отсчетов на канал. Как следствие, опция MSO также обеспечивает возможность обнаружения критических событий, таких как близко или далеко отстоящие друг от друга импульсы.

Надежный запуск по событиям в сигнале

Для отладки и анализа опция R&S®RTO-B1 обеспечивает многочисленные типы запуска, такие как запуск по фронту, по длительности, по шаблону и по последовательному шаблону. Эти типы запуска можно объединить с условиями задержки Holdoff. В качестве источника сигнала синхронизации пользователь может выбрать отдельные цифровые каналы или сигналы шин. Разрешение цифровых каналов 200 пс превращает их в прецизионный источник запуска.

Высокие скорости сбора и анализа данных для оперативного обнаружения ошибок

Аппаратная обработка осциллограмм цифровых измерений охватывает как регистрацию данных и синхронизацию, так и аналитические функции, например курсорные функции и измерения, включая даже визуализацию результатов. Аппаратная обработка позволяет увеличить скорость сбора и анализа до 200 000 осциллограмм в секунду, это гарантирует быстрое и надежное обнаружение редких событий.

Прямое отображение цифровых сигналов

Опция R&S®RTO-B1 поддерживает 16 цифровых каналов и одновременное декодирование до 4 параллельных шин. Шины представлены пиктограммами на краю экрана. Поддерживается возможность перетаскивания пиктограмм на экране с помощью функции SmartGrid. Пиктограммы позволяют получить общее представление о состоянии шины благодаря отображению состояния всех активных логических каналов (высокий, низкий, переход) независимо от других настроек осциллографа.

Пользователи могут настраивать параллельные шины в соответствии с реальной топологией (шины). Декодированные сигналы шины отображаются в формате шины или в виде аналоговой осциллограммы. В случае синхронизированных шин декодированное содержимое может быть отображено в виде таблицы.

Функции обработки и анализа

Для эффективного анализа измерительных осциллограмм опция R&S®RTO-B1 содержит широкий спектр автоматизированных функций измерения во временной области, включая проведение статистического анализа. Автоматизированные измерения могут выполняться по всем цифровым каналам и их логическим сочетаниям. В дополнение к измерениям во временной области также поддерживается возможность определения значения сигнала шины в позиции курсора. Функция архива

Анализ последовательных протоколов при использовании цифровых каналов

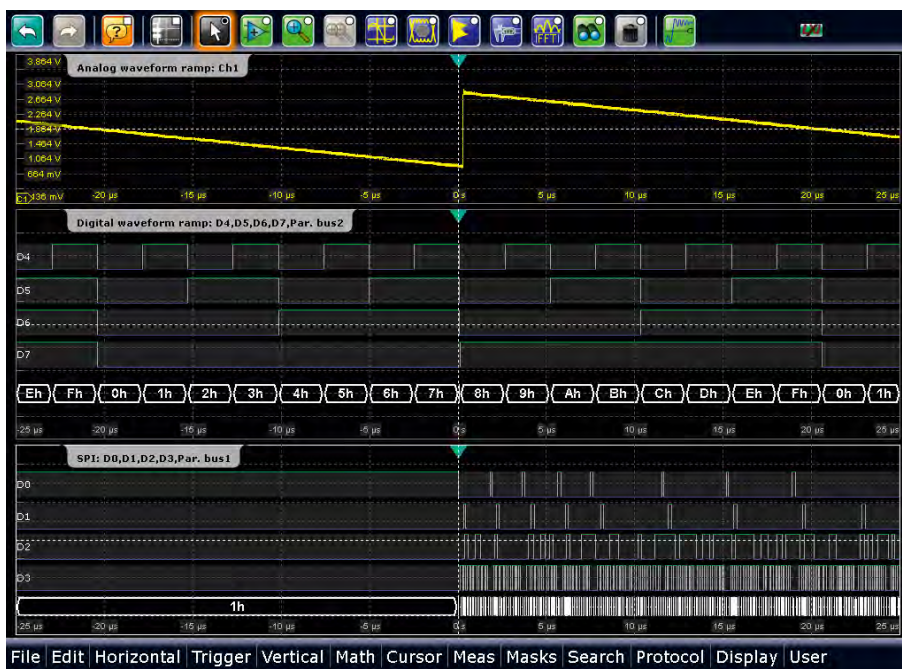
Цифровые каналы опции R&S®RTO-B1 поддерживают синхронизацию и декодирование протоколов последовательных интерфейсов, включая I2C, SPI и CAN.

Небольшая нагрузка в контрольной точке за счет активного пробника

16 цифровых входов сгруппированы в два логических пробника с восемью каналами в каждом. Высокое входное сопротивление в сочетании с низкой входной емкостью 100 кОм и 4 пФ обеспечивает малую нагрузку в контрольных точках.



Состояние сигналов цифровых каналов отображается на пиктограммах сигналов вне зависимости от настроек осциллографа



Линейный сигнал 4-разрядного АЦП с аналоговыми и цифровыми каналами, а также сигнал шины SPI с цифровыми каналами

Опция MSO	Цифровые каналы	Входной импеданс	Макс. частота сигнала	Макс. частота дискретизации	Макс. объем памяти для сбора данных
R&S®RTO-B1	16 каналов (2 логических пробника)	100 кОм 4 пФ	400 МГц	5 ГГц на канал	200 млн отсчетов на канал

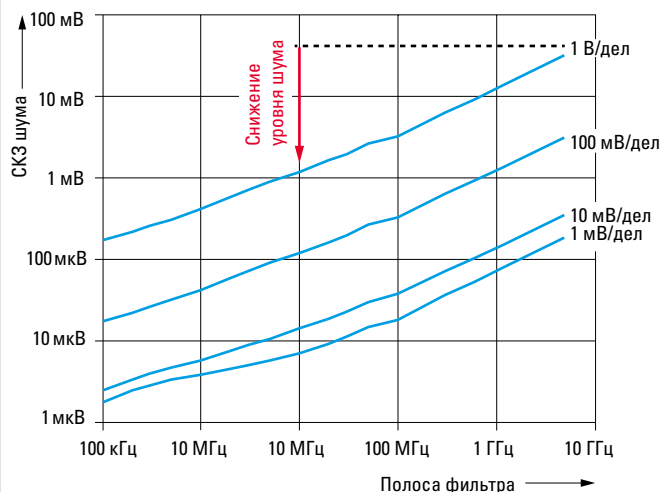
Режим высокой четкости: больше подробностей с 16-битным разрешением по вертикали

- Модернизация до осциллографа высокой четкости
- Повышенное вертикальное разрешение до 16 битов
- Более четкие осциллограммы и большее число подробностей для еще более точного анализа

Зависимость разрешения от полосы пропускания фильтра

Фильтр	Разрешение
Неактивен	8 битов
1 ГГц	10 битов
500 МГц	12 битов
300 МГц	12 битов
200 МГц	13 битов
100 МГц	14 битов
от 50 МГц до 10 кГц	16 битов

Снижение уровня шума



Зависимость шума осциллографа R&S®RTO1044 (4 ГГц модель) от полосы пропускания фильтра с опцией высокой четкости R&S®RTO-K17; уменьшение уровня шума приводит к увеличению отношения сигнал-шум, что улучшает вертикальное разрешение

Повышенное разрешение для точных измерений низкоамплитудных сигналов

Понятие «высокая четкость» (HD) описывает возможность использования осциллографов R&S®RTO для работы с приложениями, в которых высокое разрешение по вертикали имеет большое значение. Это особенно актуально в тех случаях, когда необходимо детально проанализировать низковольтные составляющие сигнала, содержащего еще и высоковольтные составляющие. Одним из примеров является измерение характеристик импульсных источников питания. Значения напряжений на переключающем устройстве должны быть определены как во время включения, так и во время выключения в пределах одной выборки. Поскольку изменение напряжения в рамках этих циклов переключения может достигать нескольких сотен вольт, для точного измерения низковольтных составляющих важно обеспечить высокое разрешение, превышающее 8 бит. Другим примером могут являться АМ-сигналы с низкой глубиной модуляции, используемые в радиолокации.

16-битное разрешение по вертикали

Программная опция R&S®RTO-K17 повышает разрешение по вертикали осциллографов R&S®RTO до 16 бит, обеспечивая 256-кратное улучшение относительно 8-битного разрешения. Для достижения такого высокого разрешения сигнал с выхода АЦП подается на ФНЧ. Использование фильтра позволяет снизить уровень шума, тем самым увеличивая отношение сигнал-шум. Пользователи могут изменять ширину полосы пропускания ФНЧ в диапазоне от 10 кГц до 1 ГГц для обеспечения соответствия характеристикам используемого сигнала. Чем уже полоса пропускания фильтра, тем большего разрешения можно добиться.

Повышение разрешения приводит к увеличению четкости отображаемой осциллограммы: становятся видны те подробности сигнала, которые в противном случае были бы замаскированы шумом. Благодаря входной чувствительности 500 мкВ/дел возможно проведение подробного анализа этих сигналов. Входной каскад с низким уровнем шума и высокоточный одноядерный АЦП обеспечивают превосходный динамический диапазон и высокую точность измерения осциллографов R&S®RTO. Переключение в режим высокой четкости позволяет добиться еще более точных результатов.

Режим высокой четкости в значительной степени превосходит режим прореживания с высоким разрешением, который также поддерживается осциллографами R&S®RTO. Во-первых, пользователи получают точную информацию о доступной полосе частот сигнала благодаря строго определенным параметрам фильтра низких частот. Во-вторых, отсутствуют непредвиденные помехи дискретизации. Поскольку режим высокой четкости не имеет отношения к прореживанию, увеличение разрешения не приводит к снижению частоты дискретизации. При работе в режиме высокой четкости можно использовать наивысшую частоту дискретизации, что обеспечивает наилучшее разрешение по времени. Более того, режим высокой четкости позволяет пользователям осуществлять запуск по сигналам с повышенным разрешением, тогда как прореживание с высоким разрешением применяется лишь после запуска.

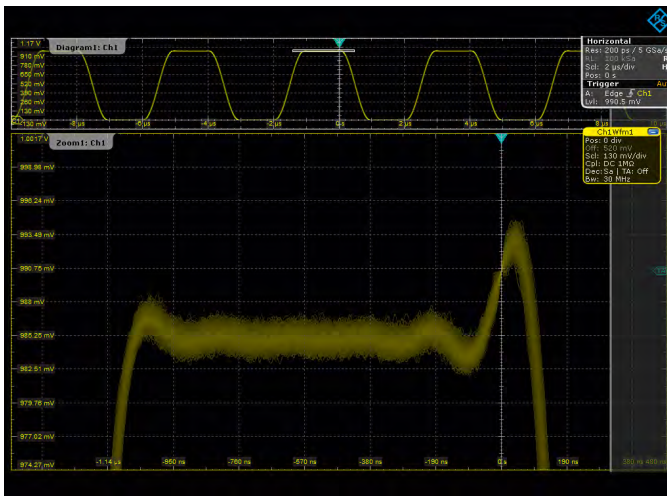
Запуск в режиме реального времени по самым малозаметным событиям сигнала

Увеличенное разрешение при работе в режиме высокой четкости позволяет обнаруживать даже самые малозаметные события сигнала. Следующим шагом процедуры поиска и устранения ошибок является запуск по этим событиям для проведения подробного анализа, что в значительной степени зависит от характеристик системы запуска. Достаточно ли высока чувствительность для запуска по сигналу с самым высоким разрешением? Уникальная цифровая система запуска компании Rohde & Schwarz в полной мере отвечает этому требованию. Каждый из 16-битных отсчетов проверяется на соответствие условиям запуска и каждый из них может его инициировать. Это значит, что осциллографы R&S®RTO обеспечивают возможность запуска даже по самым низким амплитудам сигналов и позволяют локализовать отдельные события сигналов.

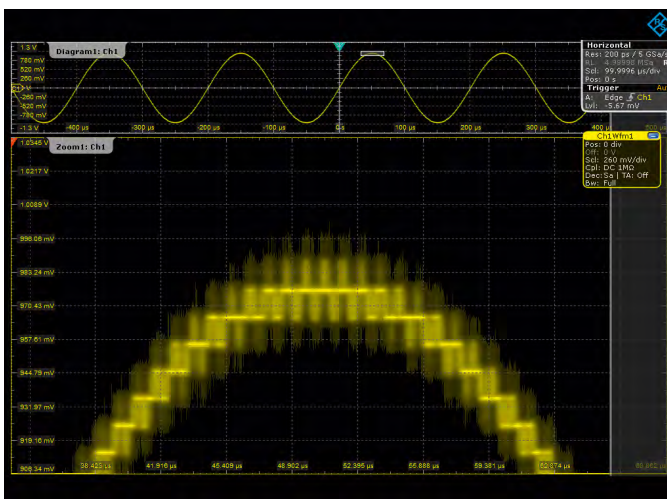
Высокая скорость сбора данных и полный спектр функций для быстрого получения результатов измерения

Переключение в режим высокой четкости не сказывается на скорости измерения или измерительных функциях. Поскольку фильтрация низких частот, которая улучшает разрешающую способность и понижает уровень шумов, осуществляется в режиме реального масштаба времени в специализированной интегральной схеме (ASIC) осциллографа, скорости сбора и обработки данных остаются высокими. Прибор обеспечивает плавную работу и быстрый доступ к результатам измерений.

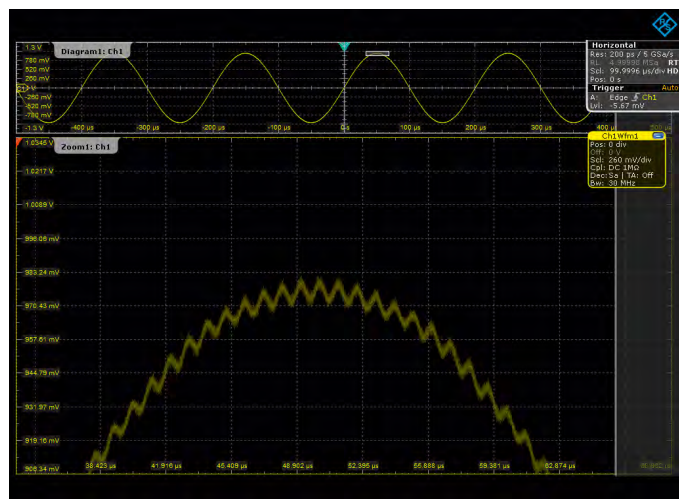
Все инструменты анализа, такие как автоматизированные измерения, БПФ-анализ и режим архива, также могут использоваться в режиме высокой четкости.



Высокая чувствительность цифровой системы запуска компании Rohde & Schwarz обеспечивает возможность запуска по выбросам сигнала менее 9 мВ, как показано в данном примере. При чувствительности по вертикали 130 мВ/дел это соответствует лишь малой части одного деления отображения



Увеличение масштаба отображения пика синусоидального сигнала: режим высокой четкости выключен. В окне масштабирования видны только уровни квантования



При включенном режиме высокой четкости можно увидеть, что в окне масштабирования на исходный сигнал наложено еще одно низкоамплитудное синусоидальное колебание

Последовательные протоколы: простота синхронизации и декодирования

- I Аппаратно реализованные функции синхронизации и декодирования для быстрого проведения анализа
- I Цветовое кодирование блоков данных на осциллограмме или в таблице
- I Символьное отображение поддерживает стандартные форматы CAN-dbc или FIBEX
- I Синхронизация и декодирование данных последовательных протоколов с манчестерским кодом и кодом без возвращения к нулю (NRZ)
- I Одновременное декодирование данных до четырех последовательных шин
- I Комплексные функции поиска для простого анализа длинных последовательностей сигналов

Опции для синхронизации и декодирования		
Применение	Стандарт последовательной передачи данных	Опция
Встраиваемые системы	I ² C/SPI	R&S®RTO-K1
	UART/RS-232/422/458	R&S®RTO-K2
	Ethernet	R&S®RTO-K8
	8b10b	R&S®RTO-K52
	MDIO	R&S®RTO-K55
	USB 2.0/Hsic	R&S®RTO-K60
Автотранспорт, промышленность	CAN/LIN (CAN-dbc)	R&S®RTO-K3
Автомобильная промышленность	CAN-FD (CAN-dbc)	R&S®RTO-K9
	FlexRay™ (FIBEX)	R&S®RTO-K4
Аудиотехника	I ² S/LJ/RJ/TDM	R&S®RTO-K5
Аэрокосмическая и оборонная промышленность	MIL-STD-1553	R&S®RTO-K6
	ARINC 429	R&S®RTO-K7
Мобильная связь	MIPI RFFE	R&S®RTO-K40
Конфигурируемое приложение	Manchester, NRZ	R&S®RTO-K50

Простота настройки

Осциллографы R&S®RTO содержат множество инструментов для анализа последовательных интерфейсов. Для любого заданного протокола поддерживается быстрая настройка конфигурации. Навигация между отдельными диалоговыми окнами благодаря перекрестным ссылкам производится гладко. Функция определения опорного уровня позволяет чрезвычайно просто задать порог квантования для логических сигналов.

Выделение событий протокола

Функция определения условий запуска применительно к конкретным протоколам имеет ключевое значение для отслеживания ошибок протокола. Осциллографы R&S®RTO имеют возможность запуска по определенному содержимому протокола (например адресная информация или данные), а также по ошибкам протокола.

Наглядное представление данных

При отображении декодированных данных отдельные области протоколов, содержащиеся в логических сигналах, выделяются различными цветами, при этом адресная информация и данные могут отображаться в шестнадцатеричном, двоичном или ASCII форматах. Фирменная функция SmartGrid используется для размещения сигналов на соответствующих диаграммах. Блоки данных также могут отображаться в созданной пользователем таблице.

Поддержка меток

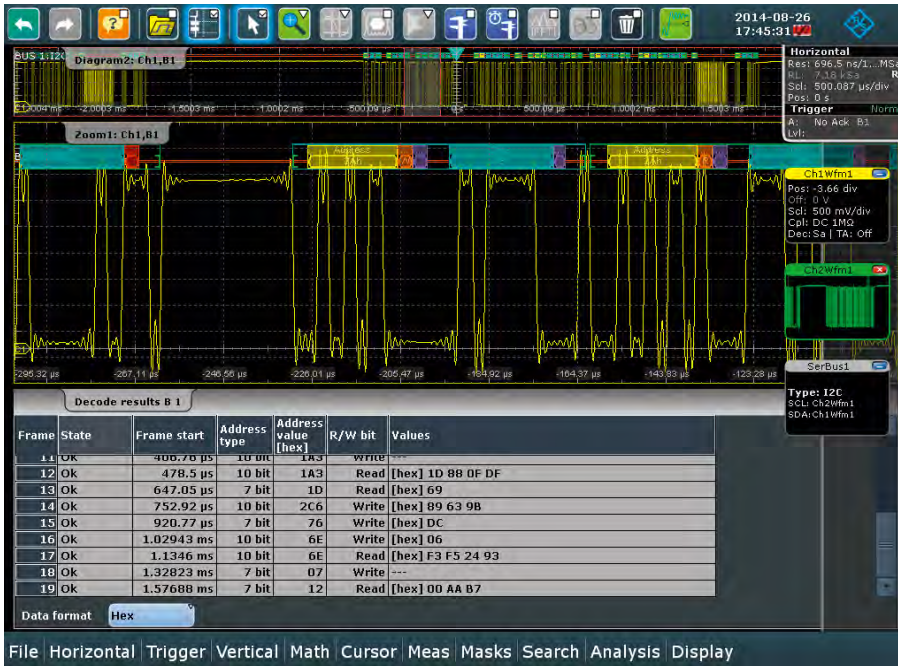
Для некоторых стандартов, с целью облегчения понимания сложных протокольных данных, используются метки. Осциллографы R&S®RTO поддерживают промышленные стандарты CAN-dbc и FIBEX для CAN и Flex-Ray™. Символы меток отображаются и на осциллограмме, и в таблице. В шине CAN допускается дополнительная настройка запуска по этим символам.

Высокая скорость сбора данных и быстрое обнаружение ошибок

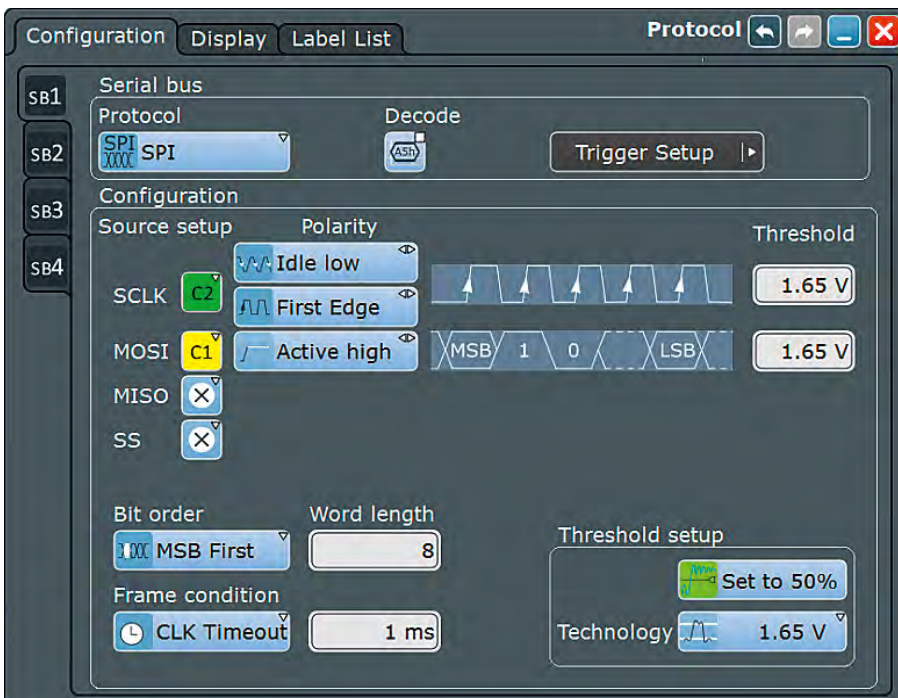
Ошибки в данных, передаваемых по последовательным интерфейсам, зачастую являются следствием спорадических ошибок, вызываемых эффектом состязания сигналов. Высокая скорость сбора данных служит ключевой предпосылкой для быстрого обнаружения таких ошибок. Осциллографы Rohde & Schwarz идеально подходят для решения таких задач, поскольку они декодируют определяемые протоколом результаты запуска на аппаратном уровне. В итоге обеспечивается быстрое и надежное обнаружение ошибок их немедленное отображение.

Скоростной поиск блоков данных

Использование комплексных функций поиска позволяет упростить анализ длинных последовательностей сигналов. Они обеспечивают возможность быстрого обнаружения особых типов сообщений, содержимого и ошибок. Все обнаруженные события отображаются в таблице с временными метками. Затем пользователь может проводить анализ отдельных событий в окне масштабирования с соответствующей временной привязкой и перемещаться между этими событиями.



Для обеспечения наглядного представления отдельные области декодированного кадра данных выделяются различными цветами. Детали также могут быть отображены в таблице



Пользователи могут с легкостью настроить последовательные шины в соответствии с топологией используемого протокола

Анализ силовой электроники с помощью опции анализа параметров электропитания

- I Анализ входных и выходных характеристик, а также передаточной функции импульсных источников питания
- I Мастер измерений для оперативного получения результатов
- I Документирование результатов измерения нажатием одной кнопки
- I Анализ гармонического тока в соответствии с требованиями общепринятых стандартов EN, MIL и RTCA

Функции измерения		
Измерение	Функции измерения	
Вход	гармонический ток	EN 61000-3-2 класс А, В, С, D
		MIL-STD-1399
		RTCA DO-160
	пусковой ток	
	качество электропитания	
	параметры энергопотребления	
Управление преобразователем мощности	модуляционный анализ	скорость нарастания напряжения
		динамическое сопротивление во включенном состоянии
Силовой тракт	область устойчивой работы (редактор масок SOA)	характеристики при включении/выключении питания
		потери при переключении
		КПД
Выход	пульсации на выходе	передаточная характеристика
		выходной спектр

Специальные функции и мастер измерений для оперативного получения результатов

Для определения параметров импульсных источников питания и силовой электроники опция анализа параметров электропитания R&S®RTO-K31 обеспечивает автоматизированные измерительные функции, помогает пользователю при выполнении всей последовательности испытаний и документирует результаты измерений. Опция облегчает анализ характеристик при включении /выключении, собственной передаточной функции полной цепи, области устойчивой работы (SOA), качества выходного сигнала и потерь при переключении.

После выбора функции измерения запускается мастер измерений – программа, руководящая действиями пользователя на всех этапах испытаний. Подробные иллюстрации помогают пользователю в организации правильных подключений. Затем осциллограф выполняет автоматическую настройку измерений и обеспечивает оперативное получение результатов. В целях документирования определенных свойств сигнала можно изменить конфигурацию прибора или выполнить настройку полностью вручную.

Стандарты для ограничения гармонического тока

При разработке импульсных источников питания в зависимости от области применения возникает необходимость в следовании различным стандартам для ограничения гармонического тока. Опция R&S®RTO-K31 обеспечивает поддержку пользователя в ходе тестирования на соответствие всем общепринятым стандартам: EN 61000-3-2, классы А, В, С, D, MIL-STD-1399 и RTCA DO-160.

Простое и наглядное документирование результатов измерения

Любые результаты могут быть внесены в протокол испытания простым нажатием кнопки. В протоколе испытания документируется текущая схема испытаний и ее настройки. Для пользователей представлены гибкие возможности задания степени детализации вносимых в протокол параметров и настройки внешнего вида, например путем добавления фирменного логотипа. Поддерживается вывод данных в формате PDF и RTF.

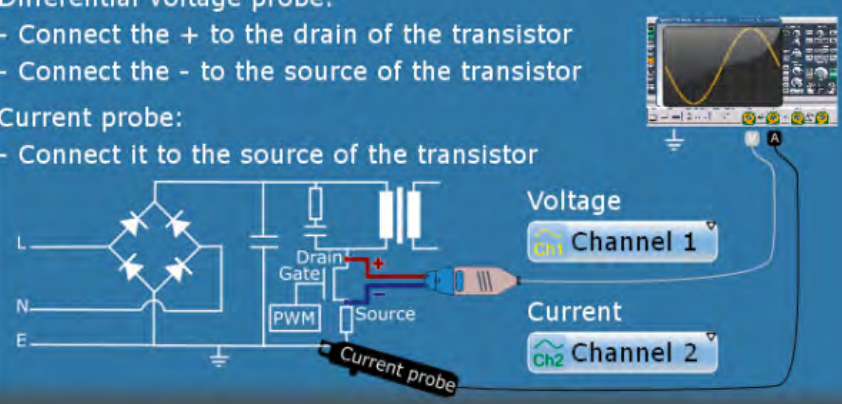
Дополнительные принадлежности для организации подключения и коррекции задержки

Широкий спектр пассивных и активных пробников обеспечивают возможность выполнения измерений в стандартных диапазонах напряжений и токов. Плата калибровки и коррекции пробников R&S®RT-ZF20 для измерений мощности может быть использована для синхронизации по времени измеряемых сигналов, поступающих от токовых пробников и пробников напряжений. Опция анализа параметров электропитания R&S®RTO-K31 автоматически компенсирует сдвиг фазы между сигналами токового пробника и пробника напряжения при нажатии соответствующей кнопки.

Channels **Settings** **Details** **Safe Operating Area** ✖

Differential voltage probe:
 - Connect the + to the drain of the transistor
 - Connect the - to the source of the transistor

Current probe:
 - Connect it to the source of the transistor



Voltage
 Channel 1

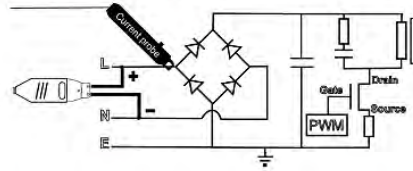
Current
 Ch2 Channel 2

Power Menu Execute

Мастер измерений для простого и оперативного тестирования

Harmonics

Measurement setup:



Settings:
 Standard: EN61000-3-2 Class D
 Frequency: 50Hz
 Autoscale signal: Yes

Vertical setup:

Probes:	Source	Name	Unit	Gain/Att.
	Voltage Channel 1	None	Volt	10V/V
	Current Channel 3	RT-ZC20	Ampere	10A/V

Channels:	Source	Scale	Offset	Coupling	Deskew	Bandwidth
	Voltage Channel 1	82V/div	0V	1MOhm DC	0s	Full
	Current Channel 3	130mA/div	0A	1MOhm DC	-8.8ns	Full

Trigger setup:

Type	Source	Level	Slope
Edge	Channel 3	-1300mV	Positive

Horizontal setup:

Time scale	Record length	Resolution	Reference	ADC rate	Acq. time	Sample rate
400ms/div	5MSa	800ns	50%	10GHz	4s	1.25MSa/s

Measured signals:

Results:

Harmonic order n	Frequency	Harmonic current	Maximum permissible harmonic current	
2	100.3Hz	603µA	166.85mA	Pass
3	150.4Hz	112.97µA	88.83mA	Fail
4	200.5Hz	139.3µA	166.85mA	Pass
5	250.6Hz	62.36µA	49.64mA	Fail
6	300.8Hz	102.5µA	166.85mA	Pass
7	350.9Hz	9200µA	26.13mA	Pass
8	401Hz	932µA	166.85mA	Pass

Расширенные возможности документирования результатов измерения

Анализ джиттера

- I Автоматические измерения джиттера
- I Мастер измерения джиттера, обеспечивающий удобство конфигурации измерений джиттера
- I Отображение результатов измерений в виде трека, долгосрочного тренда или гистограммы
- I Уникальная функция БПФ по треку для углубленного анализа
- I Восстановление тактового сигнала внутреннего генератора в реальном масштабе времени с помощью опции R&S®RTO-K13

Прецизионные результаты измерений

Осциллографы R&S®RTO идеальным образом подходят для измерений джиттера. Чувствительный, широкополосный, малозумящий входной каскад в сочетании с высокоточным одноядерным АЦП обеспечивает получение точных результатов. Еще одной сильной стороной осциллографов R&S®RTO является широкий диапазон вариантов анализа. Например БПФ-анализ трека для измерения межтактового джиттера позволяет определить частоты помех.

Мастер, упрощающий настройку измерений

Все автоматические измерения джиттера объединены в отдельную группу. При использовании мастера измерений джиттера типовые измерения конфигурируются за несколько секунд. Пользователь может выбрать способ отображения результатов, например в виде гистограммы.

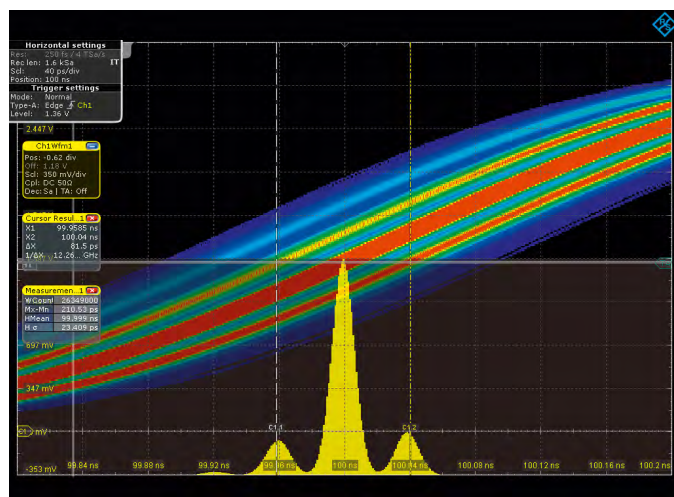
Мощные функции анализа

Осциллографы R&S®RTO облегчают проведение углубленного анализа сигналов за счет множества имеющихся функций графического отображения. Доступны следующие функции отображения и анализа:

- I Долгосрочный тренд: отображение результатов измерения из разных выборок на отдельном графике позволяет обнаруживать медленно развивающиеся тренды, например изменение температурных условий (автоматическое или ручное масштабирование)
- I Трек: графическое отображение измеряемого параметра по всему времени сбора данных, например частоты; отображение зависимости результатов от времени сбора данных
- I Гистограмма: суммирование результатов измерений в виде гистограммы; автоматическая или ручная настройка количества столбцов гистограммы
- I БПФ по треку: БПФ-анализ по кривой трека с результатами измерений; получение дополнительной информации, например частоты источников помех при помощи анализа джиттера

Функции измерения джиттера

Стандартные функции	Опция R&S®RTO-K13
Период	Межтактовый джиттер
Частота	Джиттер N-го такта
Установка	Межтактовая длительность
Время установки/хранения	Межтактовый коэффициент заполнения
Отношение времени установки/хранения	Искажение временного интервала
	Скорость передачи данных
	Единичный интервал
	Задержка сдвига
	Фаза сдвига



Гистограмма переднего фронта тактового сигнала



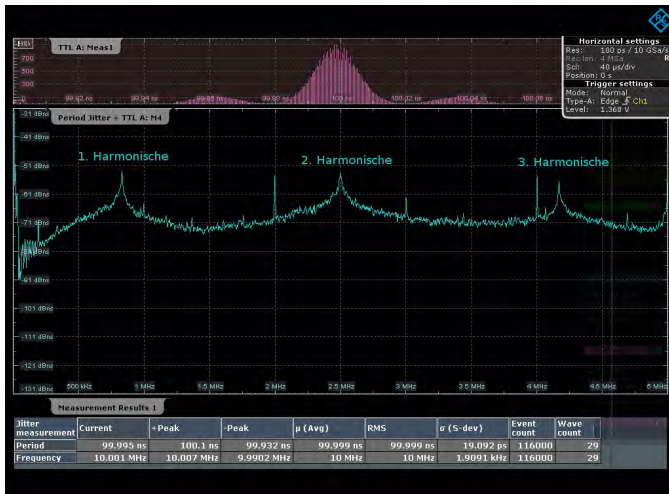
Мастер измерения джиттера Jitter wizard, обеспечивающие простую и быструю настройку измерений джиттера

Восстановление тактового сигнала для анализа внутренних тактовых сигналов

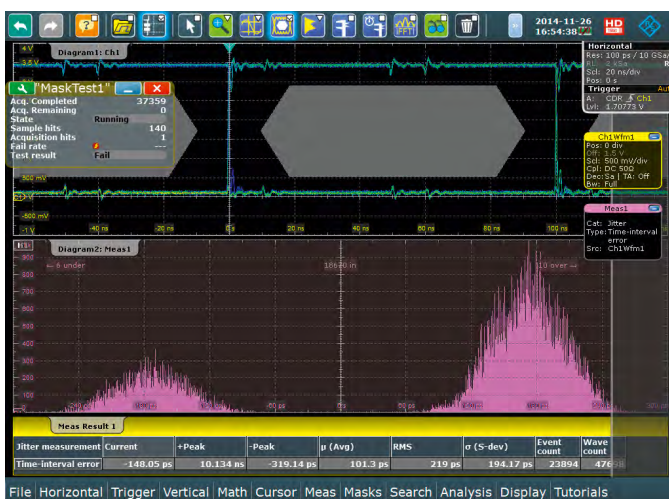
В ряде последовательных интерфейсов используется внутренний тактовый сигнал. Приемник должен восстановить тактовый сигнал по переданному сигналу с помощью функции восстановления тактового сигнала. Опция восстановления тактового сигнала R&S®RTO-K13 упрощает получение характеристик данного типа сигналов. Функция является составной частью уникальной архитектуры цифрового запуска осциллографа R&S®RTO и позволяет осуществлять восстановление тактового сигнала в реальном масштабе времени. В результате можно непрерывно выполнять глазковые и гистограммные измерения на протяжении длительного периода времени без необходимости постобработки. Обеспечиваемое преимущество: аппаратные функции восстановления тактового сигнала при максимальной частоте дискретизации без каких-либо ограничений функций осциллографа. Уникальным свойством является возможность отображения восстановленного внутреннего тактового сигнала и его подробный анализ с помощью всех доступных видов измерения джиттера.

Запуск по последовательному шаблону

За счет объединения возможностей осциллографа R&S®RTO и опциональной функции аппаратного восстановления тактового сигнала или параллельного тактового сигнала пользователь может осуществлять синхронизацию (запуск) по любому шаблону блока данных последовательного интерфейса длиной до 16 байт со скоростями передачи данных от 100 кбит до 2,5 Гбит в сек. Все опции анализа остаются доступными. Например пользователи могут использовать функции измерения джиттера для определения влияния конкретной битовой последовательности на тактовый сигнал протокола.



Спектр трека (межтактовый джиттер) для идентификации помеховых частот



Опция восстановления тактового сигнала позволяет осуществлять непрерывное тестирование по маске для последовательных интерфейсов с внутренним тактовым сигналом



Измерение искажения временного интервала (TIE) внутреннего тактового сигнала для различных битовых последовательностей (010000X10000001). На нижней гистограмме видно, что TIE отличается от параметра, полученного из битовой последовательности

Автоматические испытания на соответствие стандартам

- ! Высокая точность и надежные результаты измерений
- ! Мастер измерений, облегчающий выбор и настройку испытания
- ! Автоматическое управление осциллографом R&S®RTO и другими измерительными приборами
- ! Программа для проведения испытаний на соответствие стандартам, работающая на R&S®RTO или на отдельном ПК с ОС Windows 7
- ! Полное документирование результатов испытаний в виде PDF, DOC или HTML файлов

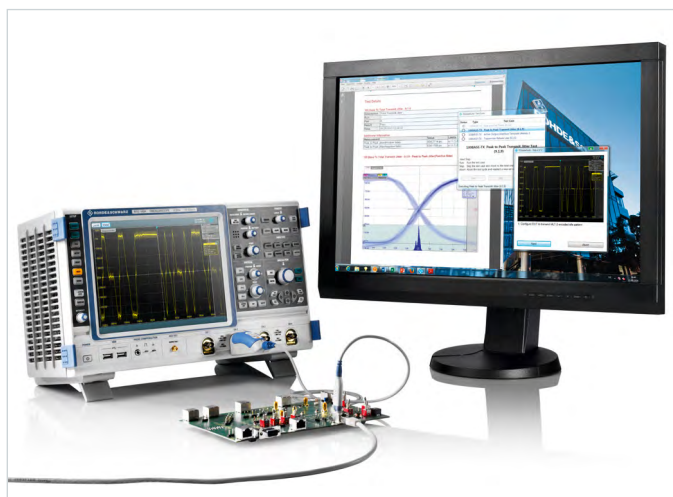
Простая настройка и автоматическое управление

Приложение R&S®ScopeSuite представляет собой программное средство для проведения испытаний на соответствие стандартам общего вида, которое выполняется на осциллографе R&S®RTO или отдельном ПК с ОС Windows 7.

Пользовательские данные, все настройки измерительной установки и параметры отчета об измерениях легко конфигурируются. Редактор пределов позволяет пользователю осуществлять индивидуальную настройку предельных значений для конкретных стандартов. Приложение R&S®ScopeSuite управляет настройками измерений и последовательностями испытаний в осциллографе R&S®RTO. Данное ПО учитывает особенности конкретной измерительной установки и помогает пользователю выполнить испытание на соответствие. Подробные инструкции в картинках помогут быстро разобраться, как правильно подключить осциллограф и пробники к испытательной плате и испытываемому устройству.

Гибкое выполнение испытаний

Для отладки во время разработки или для проверки стабильности работы пользователь может повторять испытания по мере необходимости, используя функцию сохранения с повтором предыдущих испытаний. Результаты сохраняются в виде отчета об измерениях. В случае ошибки управления пользователь может отказаться от сохранения результатов измерения и повторить последовательность испытаний, используя функцию отказа от сохранения с повтором предыдущего испытания.



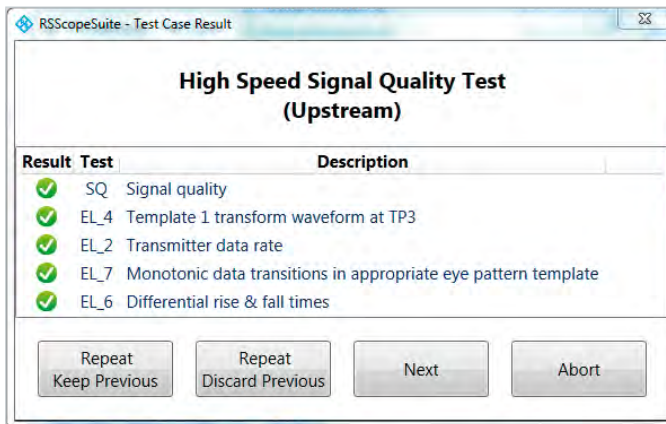
ПО R&S®ScopeSuite может запускаться в осциллографе R&S®RTO. Отображение выводится на экран осциллографа или на внешний монитор



Пошаговая инструкция по проведению испытаний

Понятные, настраиваемые отчеты

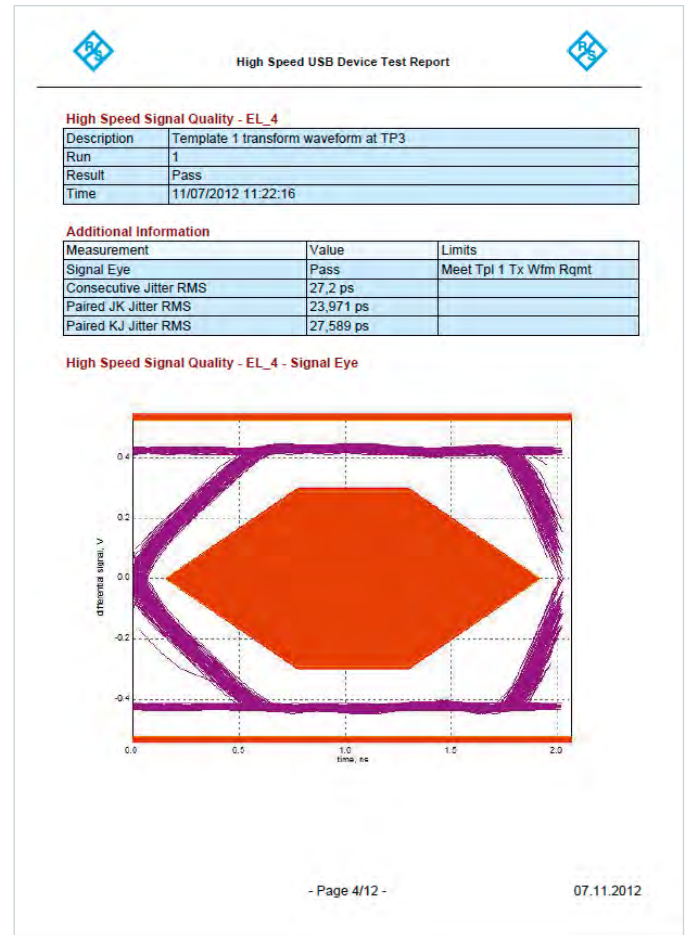
Документирование результатов измерений является важной частью проверки на соответствие стандартам. ПО R&S®ScopeSuite предлагает широкий спектр функций документирования. К результатам испытаний пользователи могут добавлять дополнительные подробности и снимки экранов. Доступные форматы отчетов: PDF, DOC и HTML.



Средство управления выполнением проверок позволяет повторять испытания несколько раз при отсутствии (функция сохранения с повтором предыдущего испытания) или наличии (функция отказа от сохранения с повтором предыдущего испытания) ошибок

Испытательные приспособления Rohde & Schwarz

Схемы соединений между измерительным оборудованием и испытываемым устройством приведены в соответствующих стандартах интерфейсов. Компания Rohde & Schwarz предлагает испытательные комплекты для каждого испытания на соответствие.



Подробный отчет о результатах измерений

Стандарт интерфейса	Опция испытания на соответствие	Испытательный комплект	Рекомендуемый осциллограф
USB 1.0/USB 1.1	R&S®RTO-K21	R&S®RT-ZF1	R&S®RTO100x или с большей полосой пропускания
USB 2.0	R&S®RTO-K21	R&S®RT-ZF1	R&S®RTO102x или с большей полосой пропускания
10/100 Mbit Ethernet	R&S®RTO-K22	R&S®RT-ZF2	R&S®RTO100x или с большей полосой пропускания
1 Gbit Ethernet	R&S®RTO-K22	R&S®RT-ZF2, R&S®RT-ZF2C	R&S®RTO100x или с большей полосой пропускания
10 Gbit Ethernet	R&S®RTO-K23	R&S®RT-ZF2	R&S®RTO102x или с большей полосой пропускания
BroadR-Reach Ethernet	R&S®RTO-K24	R&S®RT-ZF2	R&S®RTO100x или с большей полосой пропускания
MIPI D-PHY	R&S®RTO-K26	—	R&S®RTO1044

Выявление ЭМП с помощью осциллографов

- I Высокая чувствительность по входу и широкий динамический диапазон для надежного обнаружения нежелательного излучения
- I Удобная навигация в области частотного спектра
- I Применение БПФ с перекрытием для получения информации о частоте появления спектральных составляющих сигнала
- I Оконная функция БПФ для определения частотно-временной зависимости
- I Тестирование по маске в выбранном частотном диапазоне для проведения целевого анализа спорадического излучения

Анализ ЭМП в процессе разработки

При анализе проблем ЭМП в электронных цепях перед разработчиками встает задача оперативного и точного обнаружения и устранения источников нежелательного излучения. Одним из ключевых инструментов тестирования, используемых в ходе разработки таких цепей, является осциллограф. Использование осциллографов для выявления ЭМП позволяет устранить ряд проблем, возникающих в процессе разработки.

Широкий динамический диапазон и высокая чувствительность

Осциллографы R&S®RTO являются мощным инструментом для выявления ЭМП. Широкий динамический диапазон и высокая чувствительность по входу (1 мВ/дел) во всей полосе измерения обеспечивают возможность обнаружения даже слабого излучения. Высокопроизводительная реализация функции БПФ идеально подходит для проведения необходимого анализа в частотной области благодаря простоте использования, высокой скорости сбора данных и наличию таких функций, как цветовая маркировка отображения спектра в соответствии с частотой появления. В сочетании с пробниками для измерения напряженности электромагнитного поля в ближней зоне функция БПФ позволяет оперативно обнаруживать и анализировать проблемы ЭМП.



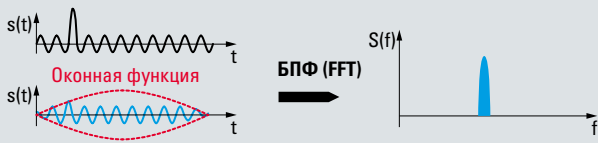
В сочетании с набором пробников R&S®HZ-15 для измерения напряженности электромагнитного поля в ближней зоне осциллографы R&S®RTO являются идеальными инструментами для проведения анализа ЭМП в процессе разработки

Визуализация спорадических излучений

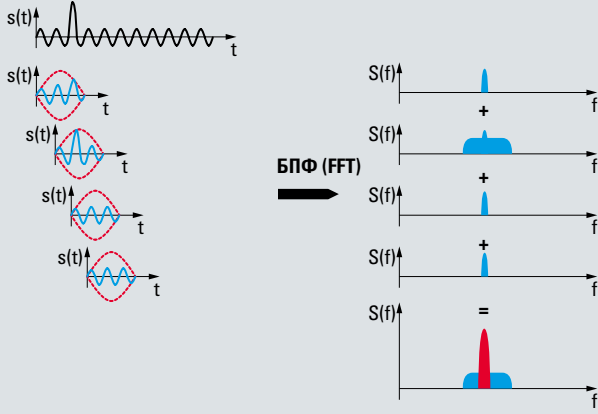
Одной из особенностей прибора является использование БПФ с перекрытием. Осциллограф разделяет захваченный сигнал во временной области на несколько перекрывающихся участков и выполняет расчет спектра для каждого участка. Затем полученные спектры подвергаются цветовой маркировке в соответствии с частотой появления и объединяются для представления в виде полного спектра. Полный спектр позволяет получить наглядное представление о типе и частоте появления ЭМП. С помощью этой функции можно увидеть даже спорадические сигналы.

Процедура БПФ с перекрытием

Стандартная функция БПФ без перекрытия и без захвата пиков импульсов, приводящая к возникновению широкополосных помех



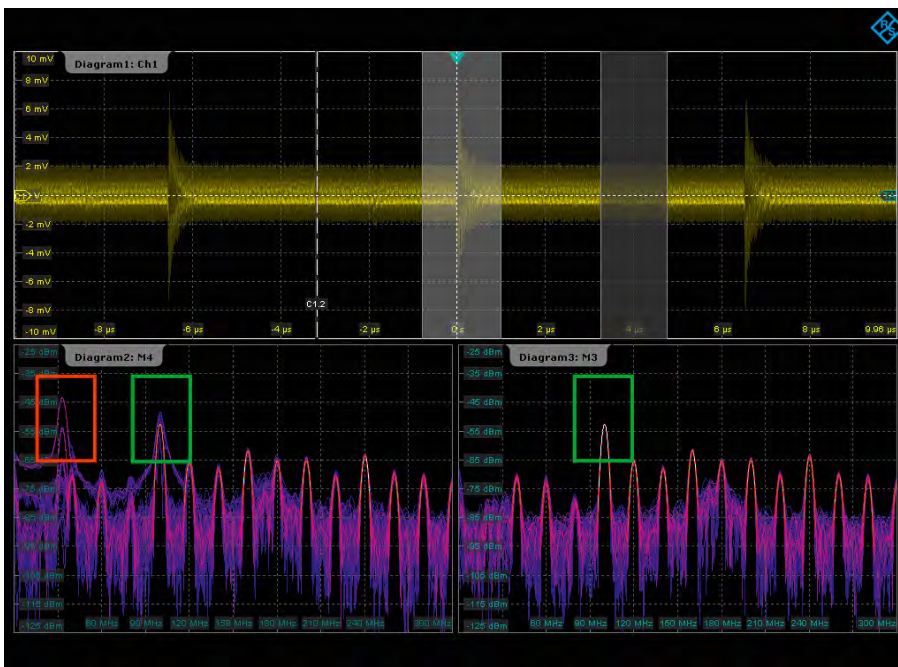
Осциллографы R&S®RTO обеспечивают возможность перекрытия БПФ и позволяют захватывать низкоамплитудные пики импульсов и использовать цветовую маркировку для их отображения.



Еще одной особенностью является возможность гибкого задания масок в частотной области с помощью соответствующей функции. Условие типа «остановка при нарушении» отвечает за прекращение процесса сбора данных при нарушении сигналом пределов частотной маски. Это позволяет решить наиболее сложную проблему ЭМП – обнаружение и анализ спорадического излучения.

Зависимость частоты от времени

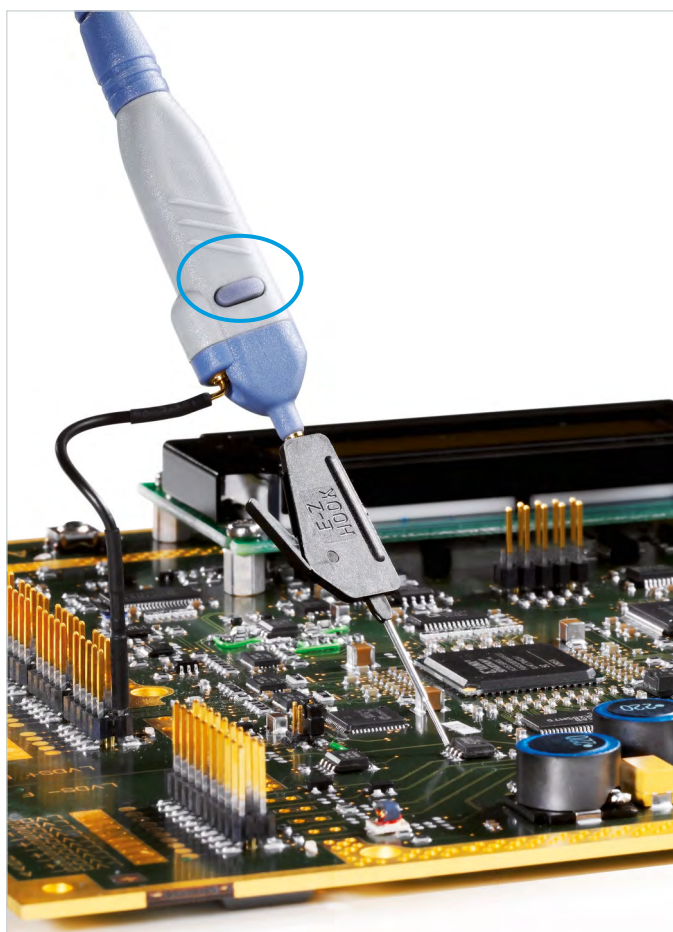
Оконная функция БПФ осциллографов R&S®RTO обеспечивает возможность ограничения пределов анализа БПФ в соответствии с определенным пользователем отрезком захваченного сигнала во временной области. Пользователи могут перемещать это временное окно по всему сигналу для установления зависимости между участками сигнала во временной области и событиями спектра. Это позволяет, например определить связь между паразитными ЭМП импульсных источников питания и выбросами переключающего транзистора.



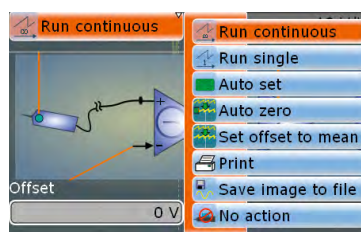
Оконная функция БПФ позволяет отображать спектры для определенных временных отрезков захваченного сигнала. Два временных отрезка, которые были подвергнуты обработке с помощью функции БПФ, выделены серым цветом (полученные спектры отображаются слева и справа в нижней части экрана). Оконная функция БПФ обеспечивает возможность установления зависимости между кратковременными ЭМП и сигналом во временной области. Красным прямоугольником выделен участок спектра, появление которого вызвано паразитным излучением, а зелеными прямоугольниками обозначен постоянный участок, который присутствует в обоих спектрах

Полно-функциональные пробники

- I Широкая линейка пробников для решения любых измерительных задач
- I Высокая точность измерения сигнала благодаря превосходным техническим характеристикам
- I Встроенный вольтметр R&S®ProbeMeter с погрешностью измерения 0,01 %
- I Активные пробники с микрокнопкой для управления прибором



Практичная конструкция: микрокнопка для удобного управления прибором. Различные наконечники пробников и провода заземления включены в комплект поставки прибора



Меню для настройки микрокнопки

Семейство пробников R&S®RTO

Пассивные пробники предназначены для выполнения общих измерений низкочастотных сигналов, не предъявляющих повышенных требований к точности. В стандартный комплект поставки осциллографа включены пассивные пробники R&S®RT-ZP10, по одному на каждый измерительный канал. Высоковольтные пассивные пробники R&S®RT-ZH10/-ZH11 используется для измерения напряжений свыше 400 В.

Активные пробники используются при наличии требований к низкому уровню нагрузки на ИУ или если измеряемый сигнал содержит высокочастотные составляющие, которые должны быть переданы в прибор без искажений. Даже сигналы килогерцового диапазона могут содержать высокочастотные составляющие, крайние частоты которых значительно превышают 100 МГц. Компания Rohde & Schwarz предлагает полное семейство высокотехнологичных активных пробников – как несимметричных, так и дифференциальных.

При анализе силовой электроники часто необходимы высоковольтные измерения. Пробник R&S®RT-ZD01 позволяет проводить измерения дифференциальных напряжений до 1,4 кВ. Для измерений тока имеется два токовых пробника: R&S®RT-ZC10 с диапазоном измерений до 150 А (СКЗ) и R&S®RT-ZC20 с диапазоном до 30 А (СКЗ).

Высокая точность измерения сигнала благодаря превосходным техническим характеристикам

Помимо полосы пропускания наиболее важными параметрами пробников являются входное сопротивление и динамический диапазон. Благодаря высокому входному сопротивлению 1 МОм активные пробники оказывают минимальную нагрузку на источник сигнала. Очень широкий динамический диапазон по вертикальной оси осциллографа предотвращает искажение сигнала даже при работе на высоких частотах, например при измерении амплитуды 16 В (размах) на частоте 1 ГГц для несимметричных пробников. При этом отсутствует необходимость в прерывании измерений в целях коррекции, поскольку смещение и погрешность коэффициента усиления пробников практически не зависят от температуры (например дрейф нуля менее 90 мкВ/°С для несимметричных пробников).

Микрокнопка для удобного управления прибором

Как же знакома следующая ситуация: пользователь тщательно подключил пробники к ИУ и хочет начать процесс измерения – однако ему не хватает свободной руки. Этого не может случиться при работе с активными пробниками компании Rohde & Schwarz, поскольку они оснащены расположенной на наконечнике микрокнопкой, которой могут быть назначены различные функции, такие как запуск/остановка (Run/Stop), автонастройка (Autoset) или регулировка смещения (Adjust Offset).

R&S®ProbeMeter: встроенный вольтметр для высокоточных измерений по постоянному току

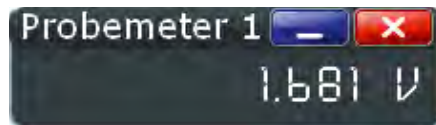
Корректны ли параметры электропитания? Является ли постоянное напряжение наложенным? Ответ на эти повседневные вопросы может быть получен с помощью встроенного вольтметра активных пробников (R&S®ProbeMeter). Он отображает постоянную составляющую измеряемого сигнала во всем динамическом диапазоне – вне зависимости от других настроек прибора.

По сравнению с традиционным каналом осциллографа встроенный вольтметр R&S®ProbeMeter обеспечивает более высокую точность измерения по постоянному току. Следующие преимущества позволяют упростить выполнение повседневных задач измерения:

- Быстрая проверка напряжений питания и уровней сигналов без изменения настроек осциллографа
- Автоматическая коррекция постоянной составляющей для проведения измерения по переменному току с оптимальным динамическим диапазоном
- Использование постоянного напряжения измеряемого сигнала в качестве опорного значения для настройки уровня запуска

- Значительно более высокая точность измерения постоянной составляющей по сравнению с традиционными осциллографами
- Синфазный режим по постоянному току и дифференциальное напряжение на R&S®RT-ZD10/20/30/40

► Для получения дополнительной информации обратитесь к брошюре с описанием изделия: [Цифровые осциллографы компании Rohde & Schwarz, пробники и принадлежности \(PD 3606.8866.12\)](#).



R&S®ProbeMeter: высокая точность измерения постоянной составляющей вне зависимости от настроек прибора и одновременно с проведением измерения канала



Токовый пробник R&S®RT-ZC20B (100 МГц, 30 А (СКЗ))



Дифференциальный высоковольтный пробник R&S®RT-ZD01 (100 МГц, 1 кВ (СКЗ))



Активные пробники компании Rohde & Schwarz (от 1,0 до 6,0 ГГц)



R&S®RT-ZS10/20/30



R&S®RT-ZS60/-ZZ80



R&S®RT-ZD10/20/30



R&S®RT-ZD40

Пробник	Ширина полосы пропускания	Коэффициент деления	Входное сопротивление	Входная емкость	Динамический диапазон	Дополнительно
Пассивные пробники						
R&S®RT-ZP10	500 МГц	10:1	10 МОм	~ 10 пФ	400 В (СКЗ)	
R&S®RT-ZH10	400 МГц	100:1	50 МОм	7,5 пФ	1 кВ (СКЗ)	
R&S®RT-ZH11	400 МГц	1000:1				
R&S®RT-ZZ80	8 ГГц	10:1	500 Ом	0,3 пФ	20 В (СКЗ)	
Активные пробники						
R&S®RT-ZS10E	1 ГГц	10:1	1 МОм	0,8 пФ	±8 В	Встроенный вольтметр R&S®ProbeMeter и микро-кнопка для управления прибором
R&S®RT-ZS10	1 ГГц					
R&S®RT-ZS20	1,5 ГГц					
R&S®RT-ZS30	3 ГГц					
R&S®RT-ZS60	6 ГГц					
Дифференциальные пробники						
R&S®RT-ZD01	100 МГц	100:1/1000:1	8 МОм	3,5 пФ	±140 В / ±1400 В	Встроенный вольтметр R&S®ProbeMeter и микро-кнопка для управления прибором
R&S®RT-ZD10	1 ГГц	10:1	1 МОм	0,6 пФ	±5 В	
		100:1		1,3 пФ	70 В пост. тока, 46 В перем. тока (пиковое)	
R&S®RT-ZD20	1,5 ГГц	10:1		0,6 пФ	±5 В	
R&S®RT-ZD30	3 ГГц					
R&S®RT-ZD40	4,5 ГГц			0,4 пФ		

Пробник	Ширина полосы пропускания	Макс. ток (СКЗ/пик)	Время нарастания	Погрешность чувствительности	Макс. входное напряжение	Дополнительно
Токовые пробники						
R&S®RT-ZC10	10 МГц	150 А / ±300 А	35 нс	±1 % до 150 А (СКЗ)	600 В (CAT II), 300 В (CAT III)	Требуется наличие внешнего источника питания, например R&S®RT-ZA13
R&S®RT-ZC20	100 МГц	30 А / ±50 А	3,5 нс	±1 % до 30 А (СКЗ)	300 В (CAT I)	
R&S®RT-ZC20B						
R&S®HZ-14	от 9 кГц до 1 ГГц					Пассивный и активный пробники для измерения напряженности электромагнитного поля в ближней зоне
R&S®HZ-15	от 30 МГц до 3 ГГц					Пробник для измерения напряженности электромагнитного поля в ближней зоне, усиление 20 дБ при использовании R&S®HZ-16

Широкая линейка принадлежностей

Безопасная транспортировка и простая установка в стойку

Большой выбор принадлежностей для хранения и транспортировки гарантируют полную защиту и легкость переноски прибора R&S®RTO. Набор для установки в стойку обеспечивает простоту интегрирования осциллографа в программные среды. Активный, пассивный и логический пробники могут храниться в специальном мешочке, расположенном на задней панели осциллографа R&S®RTO и обеспечивающем простоту доступа.

Принадлежности	
Крышка для передней панели цифровых осциллографов R&S®RTO/RTE	R&S®RTO-Z1
Мягкая сумка для цифровых осциллографов R&S®RTO/RTE и принадлежностей	R&S®RTO-Z3
Транспортный кейс для цифровых осциллографов R&S®RTO/RTE и принадлежностей	R&S®RTO-Z4
Мешочек для пробников к цифровым осциллографам R&S®RTO/RTE	R&S®RTO-Z5
Набор для установки в стойку 19» для цифровых осциллографов R&S®RTO/RTE с высотой 6 HU	R&S®ZZA-RTO



Основные технические характеристики

Основные технические характеристики		
Система вертикального отклонения		
Количество каналов	R&S®RTO1002/1012/1022	2
	R&S®RTO1004/1014/1024/1044	4
Полоса частот аналогового сигнала (-3 дБ) на 50 Ом	R&S®RTO1002 и R&S®RTO1004	600 МГц
	R&S®RTO1012 и R&S®RTO1014	1 ГГц
	R&S®RTO1022 и R&S®RTO1024	2 ГГц
	R&S®RTO1044	4 ГГц
Время нарастания	R&S®RTO1002 и R&S®RTO1004	583 пс
	R&S®RTO1012 и R&S®RTO1014	350 пс
	R&S®RTO1022 и R&S®RTO1024	175 пс
	R&S®RTO1044	100 пс
Импеданс		50 Ом ± 1,5 %, 1 МОм ± 1 % 15 пФ (измер.)
Чувствительность по входу	макс. ширина полосы пропускания во всех диапазонах	50 Ом: от 1 мВ/дел до 1 В/дел, 1 МОм: 1 мВ/дел до 10 В/дел
Эффективная разрядность (ENOB) АЦП	синусоида на всю шкалу, полоса частот <-3 дБ	> 7 битов (измер.)
Система сбора информации		
Частота дискретизации (в реальном масштабе времени)	R&S®RTO1002/1004/1012/1014/1022/1024	до 10 ГГц на канал
	R&S®RTO1044	до 10 ГГц на 4 канала до 20 ГГц на 2 канала
Память для собранных данных	в стандартной конфигурации, на канал при одном активном канале	R&S®RTO, 2-канальная модель: 20/40 млн отсчетов
		R&S®RTO, 4-канальная модель: 20/80 млн отсчетов
Максимальная скорость сбора данных	непрерывный сбор и отображение данных, 10 ГГц, 1 тыс. отсчетов режим ультраотсегментации	R&S®RTO, 2-канальная модель: 400/800 млн отсч.
		R&S®RTO, 4-канальная модель: 400/800 млн отсч.
Режимы прореживания	любое сочетание режима прореживания и арифметических операций с осциллограммой до 3 осциллограмм на канал	выборка, пиковый детектор, режим высокого разрешения, СКЗ
		выключены, огибающая, усреднение
Режимы интерполяции		линейный, sin(x)/x, выборка и хранение
Система горизонтального отклонения		
Диапазон временной развертки		от 25 пс/дел до 50 с/дел
Погрешность временной развертки	на момент поставки/калибровки	±5 млн ⁻¹
	опция R&S®RTO-B4	±0,02 млн ⁻¹
Компенсация сдвига фазы между каналами		±100 нс (в реальном времени, при обнаружении переключения между каналами (напр., состояния))
Система запуска		
Типы запуска		по фронту, по импульсу, по длительности, по ранту, по окну, по тайм-ауту, по интервалу, по крутизне сигнала, Data2Clock, по шаблону, по состоянию, по последовательному шаблону, I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, опционально: LIN, CAN, CAN-FD, FlexRay™, аудио, MIL, ARINC, USB, MDIO, Ethernet (10BASE-T), манчестерский и NRZ коды
Чувствительность	задание гистерезиса системы запуска	устанавливается автоматически или вручную в диапазоне от 0 до 5 делений
Минимально обнаружимый импульс	R&S®RTO1002/1004/1012/1014/1022/1024	100 пс
	R&S®RTO1044	50 пс

Основные технические характеристики		
Математические операции с осциллограммой		
Алгебраические действия		матоперации, логические операции, сравнение, частотная область, цифровые фильтры
Математические операции с аппаратным ускорением		+, -, *, 1/x, x , производная, \log_{10} , ln, \log_2 , масштаб, КИХ, модуль БПФ
Функции анализа и измерения		
Анализ с аппаратным ускорением		спектр, гистограмма, тестирование по маске, курсор
Измерения с аппаратным ускорением		амплитудные измерения, временные измерения
Общие характеристики		
Размеры	ширина × высота × глубина	427 мм × 249 мм × 204 мм
Масса	R&S®RTO1024	9,6 кг
Дисплей		10,4" LC TFT цветной сенсорный экран,
1024 × 768 пикселей (XGA)		
Интерфейсы		1 Гбит/с LAN, 4 × USB 2.0, GPIB (опционально), DVI для внешнего монитора, внешний запуск, выход запуска

Технические характеристики см. в документе PD 5214.5155.22 и на сайте www.rohde-schwarz.com

Информация для заказа

Наименование	Тип	Код заказа
Базовый блок (включая стандартные принадлежности: на канал: R&S®RT-ZP10, сумка для принадлежностей, краткое руководство пользователя, компакт-диск с руководством по эксплуатации, кабель питания)		
Цифровой осциллограф		
600 МГц, 10 ГГц, 20/40 млн. отсчетов, 2 канала	R&S®RTO1002	1316.1000.02
600 МГц, 10 ГГц, 20/80 млн. отсчетов, 4 канала	R&S®RTO1004	1316.1000.04
1 ГГц, 10 ГГц, 20/40 млн. отсчетов, 2 канала	R&S®RTO1012	1316.1000.12
1 ГГц, 10 ГГц, 20/80 млн. отсчетов, 4 канала	R&S®RTO1014	1316.1000.14
2 ГГц, 10 ГГц, 20/40 млн. отсчетов, 2 канала	R&S®RTO1022	1316.1000.22
2 ГГц, 10 ГГц, 20/80 млн. отсчетов, 4 канала	R&S®RTO1024	1316.1000.24
4 ГГц, 10 ГГц, 20/80 млн. отсчетов, 4 канала	R&S®RTO1044	1316.1000.44
Аппаратные опции (подключаемые)		
Анализ смешанных сигналов, 400 МГц	R&S®RTO-B1	1304.9901.03
Термостатированный кварцевый генератор (ОСХО) 10 МГц	R&S®RTO-B4	1304.8305.02
Интерфейс GPIB	R&S®RTO-B10	1304.8311.03
Съемный жесткий диск SSD, включая встроенное ПО Windows 7	R&S®RTO-B18	1317.6993.03
Съемный жесткий диск, включая встроенное ПО Windows 7	R&S®RTO-B19	1304.8328.03
Расширение памяти, 50 млн отсчетов на канал	R&S®RTO-B101	1304.8428.02
Расширение памяти, 100 млн отсчетов на канал	R&S®RTO-B102	1304.8434.02
Расширение памяти, 200 млн отсчетов на канал (для приборов с ОС Windows 7 Embedded)	R&S®RTO-B103	1304.8440.02
Расширение памяти, 400 млн отсчетов на канал (для приборов с ОС Windows 7 Embedded)	R&S®RTO-B104	1304.8457.02
Комплект обновления Windows 7	R&S®RTO-U1	1317.7048.02
Расширение полосы пропускания ¹⁾		
Расширение полосы пропускания прибора R&S®RTO1002/4 до 1 ГГц	R&S®RTO-B200	1316.1323.02
Расширение полосы пропускания прибора R&S®RTO1002/4 до 2 ГГц	R&S®RTO-B201	1316.1330.02
Расширение полосы пропускания прибора R&S®RTO1004 до 4 ГГц	R&S®RTO-B202	1316.1346.02
Расширение полосы пропускания прибора R&S®RTO1012/4 до 2 ГГц	R&S®RTO-B203	1316.1352.02
Расширение полосы пропускания прибора R&S®RTO1014 до 4 ГГц	R&S®RTO-B204	1316.1369.02
Расширение полосы пропускания прибора R&S®RTO1024 до 4 ГГц	R&S®RTO-B205	1316.1375.02
Обновление операционной системы с Windows XP Embedded до Windows 7 Embedded	R&S®RTO-U1	1317.7048.02

Наименование	Тип	Код заказа
Программные опции		
Синхронизация и декодирование последовательных протоколов		
Синхронизация и декодирование последовательных данных I ² C/SPI	R&S®RTO-K1	1304.8511.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных UART/RS-232/RS-422/RS-485	R&S®RTO-K2	1304.8528.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных CAN/LIN	R&S®RTO-K3	1304.8534.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных FlexRay™	R&S®RTO-K4	1304.8540.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных I ² S/LJ/RJ/TDM	R&S®RTO-K5	1317.3620.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных MIL-STD-1553	R&S®RTO-K6	1317.7419.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных ARINC 429	R&S®RTO-K7	1317.7425.02
Декодирование последовательных данных Ethernet	R&S®RTO-K8	1326.0220.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных CAN-FD	R&S®RTO-K9	1325.9881.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных MIPI RFFE	R&S®RTO-K40	1325.9900.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных манчестерского и NRZ кодов	R&S®RTO-K50	1326.0236.02
Декодирование последовательных данных 8b10b	R&S®RTO-K52	1326.0894.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных MDIO	R&S®RTO-K55	1326.0713.02
Синхронизация и декодирование последовательных данных USB 1.0/1.1/2.0/HSC	R&S®RTO-K60	1320.6690.02
Тестирование на соответствие стандартам		
Тестирование на соответствие стандарту USB 2.0	R&S®RTO-K21	1317.4103.02
Тестирование на соответствие стандарту Ethernet (10/100/1000BASE-T)	R&S®RTO-K22	1317.4678.02
Тестирование на соответствие стандарту 10G Ethernet	R&S®RTO-K23	1320.6261.02
Тестирование на соответствие стандарту BroadR-Reach	R&S®RTO-K24	1320.6684.02
Тестирование на соответствие стандарту MIPI D-PHY	R&S®RTO-K26	1317.5668.02
Анализ		
Программный I/Q-интерфейс	R&S®RTO-K11	1317.2975.02
Анализ джиттера	R&S®RTO-K12	1317.4690.02
Восстановление тактового сигнала	R&S®RTO-K13	1317.4703.02
Режим высокой четкости	R&S®RTO-K17	1326.0536.02
Анализ параметров электропитания	R&S®RTO-K31	1317.5739.02
Пробники		
500 МГц, пассивный, 10:1, 10 МОм 9,5 пФ, макс. 400 В	R&S®RT-ZP10	1409.7550.00
400 МГц, пассивный, высокого напряжения, 100:1, 50 МОм 7,5 пФ, 1 кВ (СКЗ)	R&S®RT-ZH10	1409.7720.02
400 МГц, пассивный, высокого напряжения, 1000:1, 50 МОм 7,5 пФ, 1 кВ (СКЗ)	R&S®RT-ZH11	1409.7737.02
8 ГГц, пассивный, Z0, 10:1, 500 Ом 0,3 пФ, 20 В (СКЗ)	R&S®RT-ZZ80	1409.7608.02
1 ГГц, активный, 1 МОм 0,8 пФ	R&S®RT-ZS10E	1418.7007.02
1 ГГц, активный, 1 МОм 0,8 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZS10	1410.4080.02
1,5 ГГц, активный, 1 МОм 0,8 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZS20	1410.3502.02
3 ГГц, активный, 1 МОм 0,8 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZS30	1410.4309.02
6 ГГц, активный, 1 МОм 0,3 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZS60	1418.7307.02
100 МГц, высокого напряжения, активный, дифференциальный, 8 МОм 3,5 пФ, 1 кВ (СКЗ) (CAT III)	R&S®RT-ZD01	1422.0703.02
1 ГГц, активный, дифференциальный, 1 МОм 0,6 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой, включает 10:1 внешний аттенюатор, 1,3 пФ, 70 В пост. тока, 46 В перем. тока (пиковое)	R&S®RT-ZD10	1410.4715.02
1,5 ГГц, активный, дифференциальный, 1 МОм 0,6 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZD20	1410.4409.02
3 ГГц, активный, дифференциальный, 1 МОм 0,6 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZD30	1410.4609.02
4,5 ГГц, активный, дифференциальный, 1 МОм 0,4 пФ, R&S®ProbeMeter, с микрокнопкой	R&S®RT-ZD40	1410.5205.02
10 МГц, токовый, пост./перем. ток, 0,01 В/А, 150 А (СКЗ), разъем BNC	R&S®RT-ZC10	1409.7750.02
100 МГц, токовый, пост./перем. ток, 0,1 В/А, 30 А (СКЗ), разъем BNC	R&S®RT-ZC20	1409.7766.02
100 МГц, токовый, пост./перем. ток, 0,1 В/А, 30 А (СКЗ) интерфейс пробников Rohde&Schwarz	R&S®RT-ZC20B	1409.8233.02

Наименование	Тип	Код заказа
Принадлежности для пробников		
Набор принадлежностей для пассивного пробника R&S RT-ZP10 (диаметр наконечника 2,5 мм)	R&S RT-ZA1	1409.7566.00
Запасной набор принадлежностей для R&S RT-ZS10/10E/20/30	R&S RT-ZA2	1416.0405.02
Набор наконечников для R&S RT-ZS10/10E/20/30	R&S RT-ZA3	1416.0411.02
Минизажимы	R&S RT-ZA4	1416.0428.02
Микрозажимы	R&S RT-ZA5	1416.0434.02
Набор проводов	R&S RT-ZA6	1416.0440.02
Набор наконечников для R&S RT-ZD20/30	R&S RT-ZA7	1417.0609.02
Набор наконечников для R&S RT-ZD40	R&S RT-ZA8	1417.0867.02
Адаптер SMA	R&S RT-ZA10	1416.0457.02
Источник питания для токовых пробников	R&S RT-ZA13	1409.7789.02
Внешний аттенюатор, 10:1, 2 ГГц, 70 В пост. тока, 46 В перем. тока (пиковое)	R&S RT-ZA15	1410.4744.02
Принадлежности		
Крышка для передней панели осциллографов R&S RTO/R&S RTE	R&S RTO-Z1	1317.6970.02
Мягкая сумка для цифрового осциллографа R&S RTO и принадлежностей	R&S RTO-Z3	1304.9118.02
Транспортный кейс для цифровых осциллографов R&S RTO/RTE и принадлежностей	R&S RTO-Z4	1317.7025.02
Мягкая сумка для пробников осциллографов R&S RTO/R&S RTE	R&S RTO-Z5	1317.7031.02
Калибровочная плата для испытания на соответствие стандарту USB 2.0	R&S RT-ZF1	1317.3420.02
Калибровочная плата для испытания на соответствие стандарту Ethernet	R&S RT-ZF2	1317.5522.02
Кабель для измерения джиттера в стандарте 1000BASE-T	R&S RT-ZF2C	1317.5639.02
Калибровочная плата для измерений мощности	R&S RT-ZF20	1800.0004.02
Набор пробников для измерения напряженности электромагнитного поля в ближней зоне, от 9 кГц до 1 ГГц	R&S HZ-14	1026.7744.03
Набор компактных пробников для измерения напряженности электромагнитного поля в ближней зоне, от 30 МГц до 3 ГГц	R&S HZ-15	1147.2736.02
Предусилитель 3 ГГц, 20 дБ, адаптер питания 100...230 В, для опции R&S HZ-15	R&S HZ-16	1147.2720.02
Набор для установки в стойку 19» для осциллографов R&S RTO/R&S RTE с высотой 6 HU	R&S ZZA-RTO	1304.8286.00

Сервисные опции		
Расширенная гарантия, один год	R&S WE1	Обратитесь в ближайшее торговое представительство компании Rohde & Schwarz.
Расширенная гарантия, два года	R&S WE2	
Расширенная гарантия, три года	R&S WE3	
Расширенная гарантия, четыре года	R&S WE4	
Расширенная гарантия, включая калибровку, один год	R&S CW1	
Расширенная гарантия, включая калибровку, два года	R&S CW2	
Расширенная гарантия, включая калибровку, три года	R&S CW3	
Расширенная гарантия, включая калибровку, четыре года	R&S CW4	

От 50 МГц до 4 ГГц

Широкая линейка продуктов

R&S®RTO: Анализирует быстро. Позволяет увидеть больше

Исключительно широкий динамический диапазон до 4 ГГц и возможность обработки до 1 миллиона осциллограмм в секунду.

R&S®RTE: Простой. Мощный

Высокий уровень конфиденциальности измерений, широкий спектр принадлежностей и быстрое получение результатов.

R&S®RTM: Включите. Измеряйте

Начните измерять, пока остальные приборы еще загружаются.

R&S®HMO3000: Осциллограф на каждый день

Воспользуйтесь преимуществами сегментированной памяти.

R&S®HMO Compact: Точный. Компактный

Высокая производительность и экономия пространства.

R&S®HMO1002: Производит впечатление

Включает генератор и вольтметр.

Серия	R&S®RTO1000	R&S®RTE1000	R&S®RTM2000
Полоса пропускания	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 ГГц ■ 2 ГГц ■ 1 ГГц ■ 600 МГц 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2 ГГц ■ 1,5 ГГц ■ 1 ГГц ■ 500 МГц ■ 350 МГц ■ 200 МГц 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ГГц ■ 500 МГц ■ 350 МГц ■ 200 МГц
Максимальная частота дискретизации	20 ГГц	5 ГГц	5 ГГц
Максимальный объем памяти	800 млн отсчетов	200 млн отсчетов	<ul style="list-style-type: none"> ■ 20 млн отсчетов ■ 460 млн отсчетов (опционально)
Сегментированная память	по умолчанию	по умолчанию	опция
Отображение	<ul style="list-style-type: none"> ■ 10,4" ■ 1024 × 768 пикселей ■ сенсорный экран 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 10,4" ■ 1024 × 768 пикселей ■ сенсорный экран 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 8,4" ■ 1024 × 768 пикселей
Опция анализа смешанных сигналов	<ul style="list-style-type: none"> ■ полоса пропускания 400 МГц ■ 16 каналов ■ 5 ГГц ■ 200 млн отсчетов 	<ul style="list-style-type: none"> ■ полоса пропускания 400 МГц ■ 16 каналов ■ 5 ГГц ■ 100 млн отсчетов 	<ul style="list-style-type: none"> ■ полоса пропускания 400 МГц ■ 16 каналов ■ 2,5 ГГц ■ 20 млн отсчетов
Функции анализа			
Стандартные	анализ спектра / БПФ		БПФ
	испытание на соответствие маске		
	архив		
Опциональные	синхронизация и декодирование сигналов последовательных шин		
	анализ параметров электропитания		
	HD		архив
	I/Q		
	джиттер		
	испытание на соответствие		



R&S®HMO3000	R&S®HMO Compact	R&S®HMO1002
<ul style="list-style-type: none"> ■ 500 МГц ■ 400 МГц ■ 300 МГц 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 200 МГц ■ 150 МГц ■ 100 МГц ■ 70 МГц 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 100 МГц ■ 70 МГц ■ 50 МГц
4 ГГц	2 ГГц	1 ГГц
8 млн отсчетов	2 млн отсчетов	1 млн отсчетов
опция	—	—
<ul style="list-style-type: none"> ■ 6,5" ■ 640 × 480 пикселей 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 6,5" ■ 640 × 480 пикселей 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 6,5" ■ 640 × 480 пикселей
<ul style="list-style-type: none"> ■ полоса пропускания 350 МГц ■ 16 каналов ■ 1 ГГц ■ 2 млн отсчетов 	<ul style="list-style-type: none"> ■ полоса пропускания 350 МГц ■ 8 каналов ■ 1 ГГц ■ 1 млн отсчетов 	<ul style="list-style-type: none"> ■ полоса пропускания 350 МГц ■ 8 каналов ■ 500 млн отсчетов ■ 500 тыс. отсчетов

Сервис, которому можно доверять

- Представлен во всем мире
- Индивидуальный подход
- Гибкий и под заказ
- Гарантированное качество
- Традиционная надежность

О компании Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz представляет собой независимую группу компаний, специализирующуюся на производстве электронного оборудования. Компания Rohde & Schwarz является ведущим поставщиком решений в области контрольно-измерительного оборудования, теле- и радиовещания, систем защищенной радиосвязи, кибербезопасности, а также радиоконтроля и радиолокации. Rohde & Schwarz успешно работает уже более 80 лет, представительства и сервисные центры компании находятся более чем в 70 странах. Штаб-квартира компании расположена в Мюнхене, (Германия).

Ресурсосберегающие методы проектирования

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

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

ROHDE & SCHWARZ В РОССИИ

г. Москва

115093, ул. Павловская, д. 7, стр. 1
тел.: +7 (495) 981 35 60
e-mail: info.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. 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

www.rohde-schwarz.ru

R&S® является зарегистрированным торговым знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Фирменные названия являются торговыми знаками их владельцев
Напечатано в России | PD 5214.2327.12 | Редакция 18.00 | Август 2015 г. | R&S®RTO
Параметры, указанные без допусков, не гарантированы | Допустимы изменения
© 2010 – 2015, Rohde & Schwarz GmbH Co. KG | 81671 Munich, Germany



5214232712

