

R&S® ESSENTIALS

# ИЗОЛИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРОБНИКОВ R&S® RT-ZISO

Высокое напряжение. Оптическая развязка. Удобный интерфейс.



Описание изделия  
Версия 01.00

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Изолированная система подключения пробников R&S®RT-ZISO задает новый эталон в технологиях измерений. Это инновационное решение обеспечивает непревзойденную точность, чувствительность, динамический диапазон и полосу пропускания при проектировании нового поколения силовых устройств на основе полупроводников с широкой запрещенной зоной, таких как карбид кремния (SiC) и нитрид галлия (GaN). Благодаря своим превосходным рабочим характеристикам система позволяет проводить точные дифференциальные измерения до  $\pm 3000$  В при уровнях опорного напряжения  $\pm 60$  кВ со временем нарастания  $< 450$  пс. И что особенно важно — система способна подавлять быстрые синфазные сигналы, которые искажают измерения.

## Ключевые особенности

- ▶ Полоса пропускания от 100 МГц до 1 ГГц (с возможностью расширения)
- ▶ CMRR  $> 90$  дБ ( $> 30\,000:1$ ) на частоте 1 ГГц
- ▶ Дифференциальный вход и диапазон компенсации смещения  $\pm 3000$  В
- ▶ Диапазон CMRR  $\pm 60$  кВ
- ▶ Диапазон чувствительности по входному напряжению  $\pm 10$  мВ
- ▶ Две возможности подключения: через интерфейс пробников Rohde & Schwarz или разъем SMA

## Универсальное и точное подключение пробников

Микроминиатюрный коаксиальный разъем MMCX имеет повышенную эффективность экранирования шума и широко применяется в испытаниях широкозонных полупроводников. Разъем уменьшает петли коммутации и сводит к минимуму паразитную емкость, которая может вызывать синфазные шумы в электрических цепях. Благодаря номинальному напряжению 170 В (СКЗ) в непрерывном режиме и максимальному напряжению 500 В (СКЗ) этот разъем становится идеальной контрольной точкой для узлов затвора транзистора.

Для удовлетворения особых требований к измерениям в системе R&S®RT-ZISO предлагаются наконечники пробников MMCX с параметрами 8 В (СКЗ)  $\pm 45$  В (пик.) (1,5х) и  $\pm 300$  В (10х). Наконечники пробников также имеют гнезда для стержней квадратного сечения с шагом 2,54 мм и широких стержней квадратного сечения с шагом 5,08 мм, которые применяются в менее сложных измерительных установках. Кроме того, система R&S®RT-ZISO включает в себя стандартный изолированный пассивный пробник, который пригоден для быстрых измерений с категорией безопасности 1000 В CAT III.

## Оптическая развязка

Изолированная система подключения пробников R&S®RT-ZISO предназначена для проведения измерений в сложных условиях высокого напряжения и быстрого переключения. Оптоволоконная конструкция создает гальваническую развязку между испытуемым устройством и измерительной установкой, благодаря чему достигается максимальный коэффициент подавления синфазного сигнала (CMRR) на частоте до 1 ГГц. Система компенсирует температурные дрейфы и корректирует погрешности усиления для достижения максимальной точности измерения сигналов — без каких-либо компромиссов.

## Области применения

По мере развития технологий полупроводников с широкой запрещенной зоной, таких как полевые транзисторы на основе карбида кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN) и биполярные транзисторы с изолированным затвором, увеличиваются скорости нарастания и уровни напряжения. В связи с этим требуется подробный анализ следующих параметров:

- ▶ Импульсные преобразователи на основе устройств с широкой запрещенной зоной
- ▶ Двухимпульсные испытания
- ▶ Плавающие измерения
- ▶ Измерения на шунте
- ▶ Схемы инверторов
- ▶ Анализ электроприводов

# КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

## Головка пробника

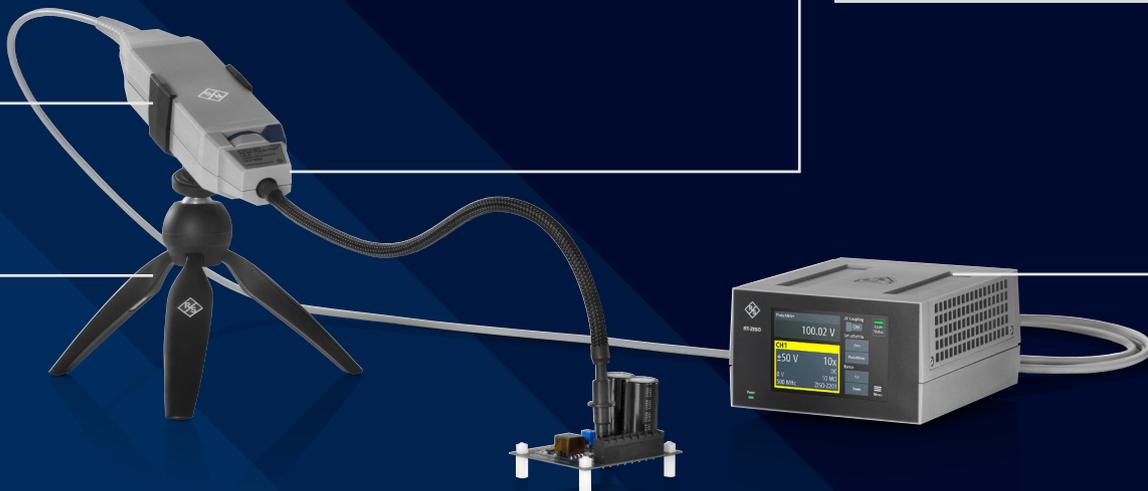
- ▶ Электрооптическое преобразование сигнала пробника
- ▶ Интерфейс SMA для наконечников пробников

## Наконечник пробника

- ▶ Простое и безопасное подключение различных наконечников пробников
- ▶ Автоматическая идентификация наконечника

## Приемник пробника

- ▶ Управление настройками пробника на сенсорном экране
- ▶ R&S®ProbeMeter для точного считывания среднеквадратичного значения
- ▶ Преобразование и компенсация сигнала



## Подставка пробника

- ▶ Универсальное и прочное размещение пробника
- ▶ Опорный штатив с резьбой  $\frac{1}{4}$  20 UNC

## Наконечники пробников для решения разнообразных задач

- ▶ На наконечники пробников можно устанавливать разъемы MMCX, стандартные и широкие стержни квадратного сечения и изолированные пассивные пробники.
- ▶ Длинные изгибаемые кабели обеспечивают удобный доступ и не увеличивают механическую нагрузку на контрольную точку.

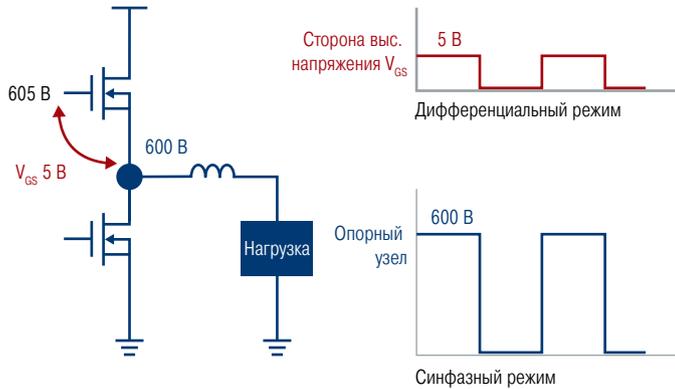
## Интерфейс приемника пробника (вид сзади)

- ▶ Поддерживает интерфейс пробников Rohde & Schwarz и подключение SMA-BNC к любому осциллографу

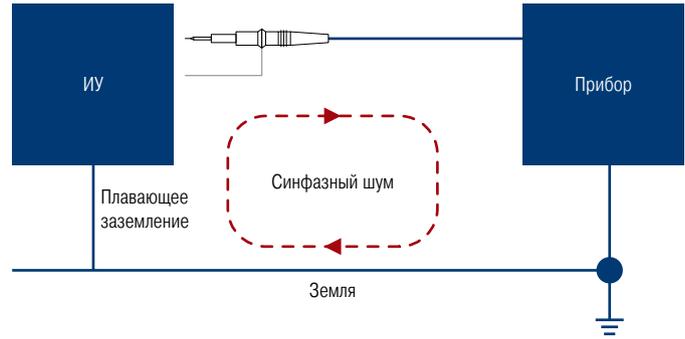


# СЛОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ПРОБНИКОВ С БЫСТРЫМИ СИНФАЗНЫМИ СИГНАЛАМИ

Синфазные сигналы могут возникать в выходных двухтактных каскадах, которые дополняют полевые транзисторы в полумостовых преобразователях, синхронных выпрямителях, двунаправленных коммутаторах и прочих устройствах. При измерениях «затвор-сток» на стороне высокого напряжения быстрое изменение уровней напряжения на узлах коммутации также создает затруднения для традиционных высоковольтных дифференциальных пробников, которые не справляются с подавлением синфазных сигналов на высоких частотах.

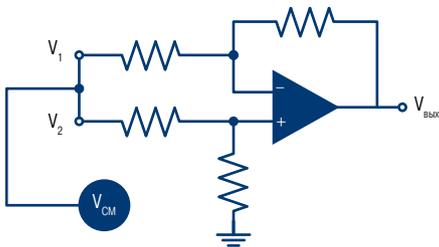


В изолированных схемах преобразования мощности отсутствие общего заземления приводит к тому, что испытуемое устройство остается плавающим. При использовании измерительной установки с опорным заземлением создается большой контур заземления, который вносит синфазный шум и искажает результаты измерений. Это особенно типично для мощных трехфазных инверторов и электроприводов.



## Ограничения по коэффициенту подавления синфазного сигнала в стандартных системах подключения пробников

Высоковольтные дифференциальные пробники наиболее часто применяются для проведения измерений мощности. Дифференциальный вход сравнивает разность напряжений на положительном (+) и отрицательном (-) узлах, создавая разность между выводами пробника. Синфазный шум в обоих выводах компенсируется с помощью компаратора. Эффективность подавления синфазных сигналов на входе пробника определяется коэффициентом подавления синфазного сигнала (CMRR).



$$V_{out} = A_{dm}(V_1 - V_2) + A_{cm}(V_{cm})$$

$$CMRR = \left( \frac{A_{dm}}{|A_{cm}|} \right)$$

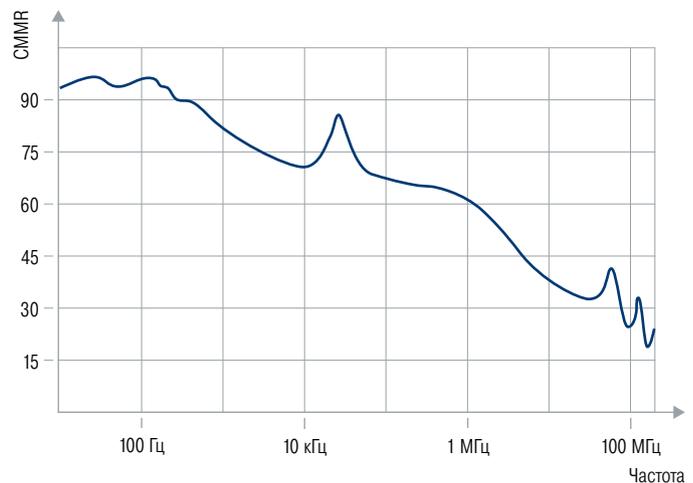
$$CMRR_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{A_{dm}}{|A_{cm}|} \right)$$

## Ухудшение CMRR и напряжения при увеличении полосы пропускания

Большинство высоковольтных дифференциальных пробников имеют превосходный CMRR на низких частотах (< 100 Гц). Работа этих пробников зависит от согласования двух внутренних входных делителей. При увеличении частоты усиливаются паразитные эффекты и согласование становится всё сложнее или даже невозможным. В результате CMRR и номинальное напряжение снижаются по мере роста частоты сигналов (скорость нарастания).

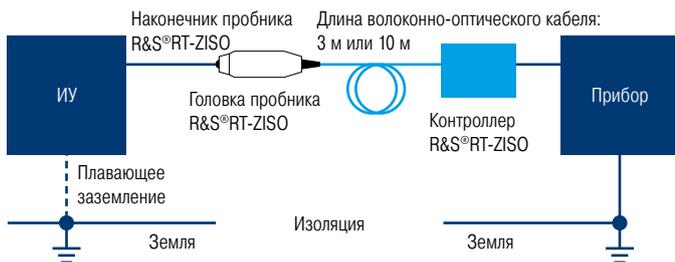
Традиционные высоковольтные дифференциальные пробники могут иметь CMRR < 30 дБ в своем номинальном диапазоне частот от 100 МГц до 200 МГц. В сценариях, где CMRR не играет важной роли, эти пробники могут нормально справляться со своими задачами.

CMRR для стандартного высоковольтного дифференциального пробника, дБ



# РАЗВЯЗКА С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Для устранения петель синфазного шума требуется развязка относительно земли. В изолированной системе подключения пробников R&S®RT-ZISO обмен сигналами между головкой пробника и приемником пробника осуществляется посредством лазеров и таким образом ограничивается электрическая обратная цепь для синфазных сигналов. Наконечник и головка пробника имеют плавающую конструкцию, измеренные сигналы оптическим способом передаются на приемник пробника. Даже если измерительный прибор и испытуемое устройство подключаются к общей заземляющей шине, благодаря отсутствию электрической цепи петли синфазного шума полностью изолируются.

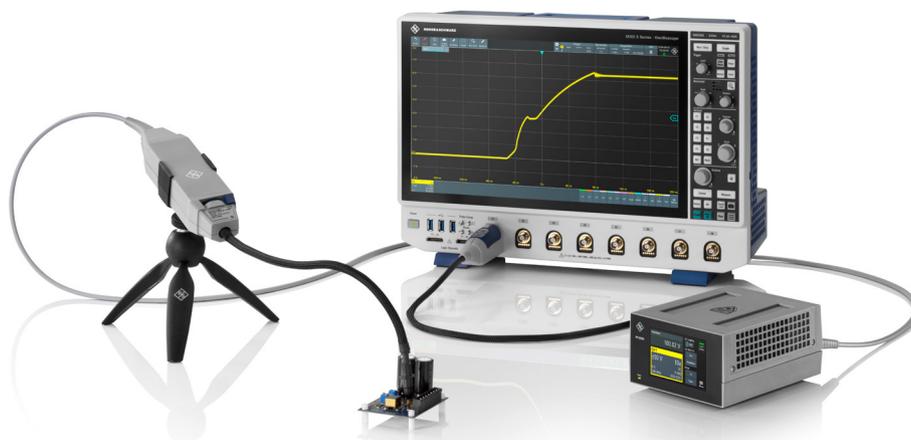


Сигналы между головкой пробника и приемником пробника передаются по оптическому соединению, а электропитание головки пробника обеспечивается через оптическое волокно. Для головки пробника не требуется внешний источник питания, что исключает риск образования еще одной петли синфазного шума (данный риск отсутствует при использовании изолированного источника, например батареи питания).

Дополнительное преимущество волоконно-оптического кабеля заключается в том, что можно гибко варьировать расстояние до испытуемого устройства. Особенно в критических условиях высокой мощности сильный синфазный шум и высокие частоты ограничивают безопасное расстояние до испытуемого устройства. В системе R&S®RT-ZISO можно использовать волоконно-оптические кабели длиной 3 м или 10 м.

## Полоса пропускания

Система R&S®RT-ZISO разработана для силовой электроники, поэтому главным параметром является коэффициент подавления синфазного сигнала (CMRR) на высоких частотах. Уменьшение времени нарастания и спада при коммутации оказывает существенное влияние на требования к полосе пропускания.



CMRR > 90 дБ с ±60 кВ на 1 ГГц

Полоса пропускания от 100 МГц до 1 ГГц

Диапазон входного напряжения и компенсации смещения ±3000 В

Две возможности подключения

## Опции полосы пропускания

	R&S®ZISO-B901	R&S®ZISO-B902	R&S®ZISO-B903	R&S®ZISO-B905	R&S®ZISO-B910
Ширины полосы;	100 МГц	200 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Время нарастания (от 10% до 90%)	< 4 нс	< 2 нс	< 1,14 нс	< 800 пс	< 450 пс

# РОЛЬ НАКОНЕЧНИКОВ ПРОБНИКОВ



Наконечники пробников и разъемы также оказывают существенное влияние на коэффициент подавления синфазного сигнала. Одна из причин, по которой традиционные высоковольтные дифференциальные пробники не справляются с текущими требованиями, заключается в том, что для соединения с точкой приложения пробника здесь используются вилки и гнезда 4 мм типа «банан», зачастую вместе с зажимами типа «крокодил» или длинными тонкими стержнями. Эти соединения необходимы для обеспечения безопасности при работе с высокими напряжениями и поддержания достаточной длины пути тока утечки. Легкое рассогласование в передаче сигнала между выводами (+) и (-) снижает эффективность дифференциальных операционных усилителей в подавлении синфазного шума. Длинные кабели и отсутствие экрана также способствуют образованию синфазного шума вокруг испытуемого устройства.

В системе R&S®RT-ZISO предлагается широкий набор наконечников пробников. Наконечник пробника с разъемом MMCX очень важен для получения оптимального коэффициента подавления синфазного сигнала. Коаксиальная конструкция экранирует сигнальный тракт и сводит помехи к минимуму. Постоянное коаксиальное расстояние в кабеле наконечника также помогает уменьшать размер петли синфазного шума. Для достижения максимальной точности измерения сигналов рекомендуется проектировать контрольные точки с расчетом на разъемы MMCX. Кроме того, предлагаются наконечники со стандартными и широкими стержнями квадратного сечения, однако они имеют слегка пониженный коэффициент подавления синфазного сигнала на высоких частотах.

## **R&S®ZISO-Z101: MMCX, 1,5x, 8 В (СКЗ), ±45 В (пик.); R&S®ZISO-Z201: MMCX, 10x, ±300 В**

Разъем MMCX обеспечивает наилучшую точность измерения сигналов с превосходным CMRR на высоких частотах. Для измерений со временем нарастания < 700 пс рекомендуется использовать контрольные точки с разъемом MMCX. Ввиду пониженного затухания наконечник пробника поддерживает лишь ограниченный диапазон входного напряжения и компенсации смещения, однако данная характеристика важна при проведении измерений, требующих максимальной чувствительности с пониженным шумом.

## **R&S®ZISO-Z202: стержень квадратного сечения (SQPIN), 25x, ±750 В, шаг 2,54 мм**

Несмотря на то, что стержень квадратного сечения можно легко рассматривать в качестве контрольной точки в ходе проектирования, необходимо учитывать, что короткое расстояние может не соответствовать требованиям к длине пути тока утечки и приводить к образованию электрической дуги. Стержни квадратного сечения R&S®ZISO-Z202 способны измерять напряжение до ±750 В и обеспечивают аналогичный диапазон компенсации смещения ±750 В. Как было сказано выше, CMRR и диапазон напряжений уменьшаются по мере увеличения частоты.

## **R&S®ZISO-Z203: широкий стержень квадратного сечения (WSQPIN), 100x, ± 3000 В (пик.), шаг 5,08 мм**

С ростом напряжения также возрастает длина пути тока утечки, поэтому требуются увеличенные расстояния между открытыми выводами пробника. В таких случаях следует использовать наконечники с широким стержнем квадратного сечения, которые имеют увеличенный диапазон входного напряжения и компенсации смещения.

## **R&S®ZISO-Z301: наконечник для быстрых измерений, 10x, ±300 В; R&S®ZISO-Z302: наконечник для быстрых измерений, 100x, ±3000 В**

Изолированные наконечники особенно удобны для быстрых измерений испытуемого устройства без выделенных контрольных точек. Их кабели длиной 120 см обладают достаточной гибкостью для проведения функциональных испытаний и поиска неисправностей.



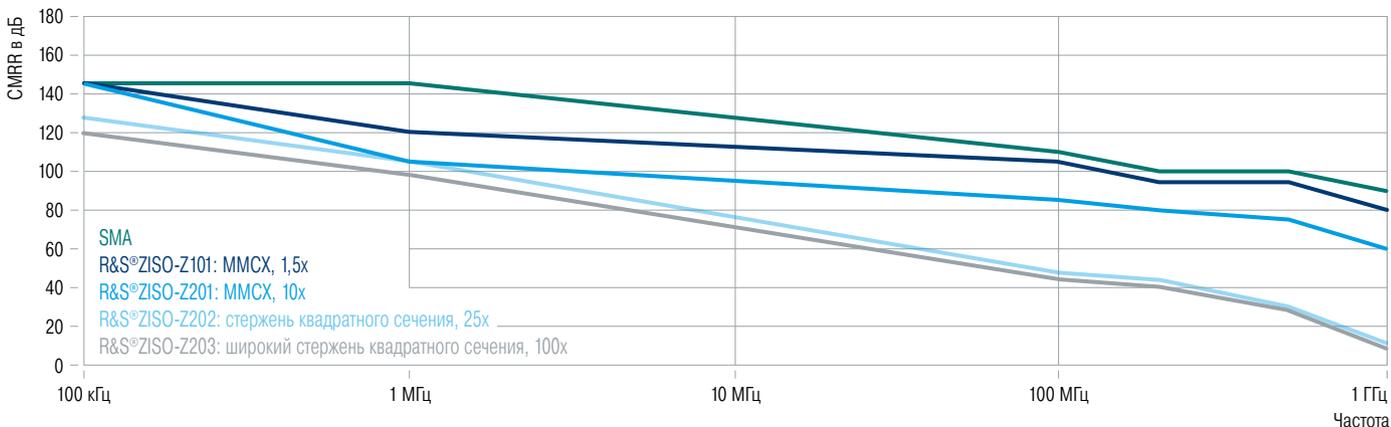
**Изолированная система подключения пробников Rohde & Schwarz разработана с учетом приоритета безопасности. Система соответствует категории безопасности CAT III, а различные наконечники пробников ограничивают риск прикосновения к открытым металлическим поверхностям.**

## Основные параметры наконечников пробников

Параметр	R&S®ZISO-Z101	R&S®ZISO-Z201	R&S®ZISO-Z202	R&S®ZISO-Z203	R&S®ZISO-Z301	R&S®ZISO-Z302
Входной интерфейс	MMCX	MMCX	стержень квадратного сечения (2,54 мм)	широкий стержень квадратного сечения (5,08 мм)	наконечник для быстрых измерений	наконечник для быстрых измерений
Длина кабеля	37 см	21 см	32 см	38 см	120 см	120 см
Ослабление	1,5x	10x	25x	100x	10x	100x
Входное сопротивление	50 Ом	10 МОм	10 МОм	40 МОм	10 МОм	100 МОм
Входная емкость	< -20 дБ <sup>1)</sup>	3,7 пФ	3,5 пФ	3,2 пФ	12 пФ	4,6 пФ
Макс. измеряемое входное напряжение	8 В (СКЗ), ±45 В (пик.)	±300 В	±750 В	±3000 В (пик.)	±300 В	±3000 В
Настраиваемое напряжение компенсации смещения	±45 В	±300 В	±750 В	±3000 В	±300 В	±3000 В
Напряжение относительно земли	CAT III 1000 В	CAT III 1000 В	CAT III 1000 В	CAT III 1000 В	CAT III 300 В	CAT III 1000 В
Температурная нагрузка	от 0 °C до +40 °C					

<sup>1)</sup> R&S®ZISO-Z101 имеет согласование импеданса 50 Ом, поэтому здесь указано значение в дБ, которое соответствует коэффициенту отражения.

### Наконечники пробников: уменьшение CMRR и входного напряжения по мере увеличения частоты



### Механические факторы

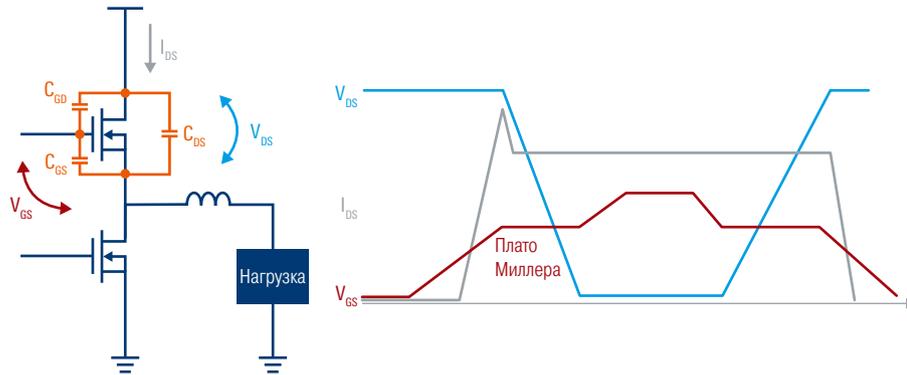
Испытуемые устройства имеют различные размеры, и подходящая контрольная точка зачастую может располагаться в очень неудобном месте. В связи с этим мы разработали решение с удлиненным наконечником пробника и изгибаемым вручную кабелем. Для обеспечения наилучшего шумоподавления коаксиальный кабель можно снабдить дополнительным экраном, который увеличивает вес кабеля. С помощью кабеля можно согнуть наконечник пробника под любым нужным углом, чтобы свести к минимуму нагрузку в точке подключения. Разъем MMCX имеет минимальную осевую силу 20 Н для отсоединения.

В силовой электронике компоненты испытуемого устройства обычно значительно нагреваются. При проведении точных измерений с близким расположением контрольной точки разъемы для поверхностного монтажа могут не выдерживать вес наконечника пробника и выходить из строя. Разъемы со сквозными отверстиями могут более надежно фиксировать наконечник пробника, однако они также оказывают влияние на компоновку печатной платы, где необходимо выделить пространство для всех уровней разъема. Система R&S®RT-ZISO сводит к минимуму описываемые выше механические нагрузки и обеспечивает более удобный доступ к пробнику.



# ИЗМЕРЕНИЯ НА СТОРОНЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В импульсных силовых устройствах часто применяются полумостовые схемы и выходные двухтактные каскады. В целях оптимизации эффективности разработчикам необходимо учитывать переходные процессы при переключении и характеристики времени на затворе. Измерения на стороне высокого напряжения сложно проводить по причине отсутствия опорного заземления. Быстрые и значительные перепады напряжения на источнике генерируют быстрые синфазные сигналы между затвором и истоком устройства на стороне высокого напряжения. При определении характеристик таких силовых устройств посредством двухимпульсных испытаний испытываются устройства на стороне высокого напряжения. При наличии синфазных помех может быть затруднительным наблюдение за входными характеристиками, в которых преобладает емкость Миллера.

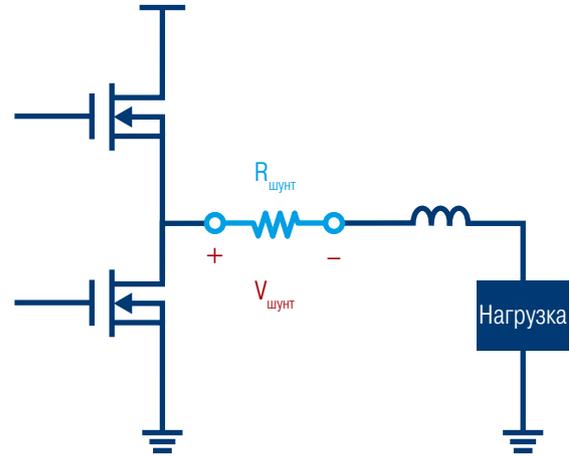


На снимке экрана ниже представлена осциллограмма измерения «затвор-исток» на стороне высокого напряжения с помощью системы R&S®RT-ZISO. Кратковременный провал длительностью 1,85 нс соответствует участку заряда емкости Миллера, который в иных ситуациях перекрывается синфазным сигналом переключения на источнике транзистора на стороне высокого напряжения. Быстро переключаемые узлы помогают цепям быстрее реагировать на изменения нагрузки и эффективно снижать потери на переключение при включении и выключении транзисторов. Традиционные высоковольтные дифференциальные пробники с ограниченным коэффициентом подавления синфазного сигнала на высоких частотах сталкиваются с трудностями при измерениях устройств, основанных на новых технологиях и топологиях.



# ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА НА ШУНТЕ

Благодаря превосходным показателям шума и высокой чувствительности изолированная система подключения пробников R&S®RT-ZISO также отлично подходит для измерений тока на высоких частотах. Традиционные методы измерения тока с помощью датчиков с эффектом Холла, обмоток трансформатора и пояса Роговского ограничены в своих возможностях реагировать на изменения магнитных полей при быстрых переключениях тока. Метод измерения тока на шунтирующем резисторе требует меньших затрат и охватывает более широкий диапазон частот. Низкое сопротивление шунта ограничивает рассеяние мощности и напряжение нагрузки, однако обеспечивает высокую чувствительность к шуму. На шунтирующих резисторах имеются высокие уровни напряжения, а хорошие показатели CMRR имеют важное значение для изолированной системы подключения пробников.



## Характеристики постоянного тока

Погрешность затухания	после саморегулировки	
	диапазон входного напряжения <math>\pm 0,01\text{ В}</math>	$\pm 1,5\%$ полной шкалы
	диапазон входного напряжения $\pm 0,01\text{ В}$	$\pm 2,5\%$ полной шкалы
Температурный дрейф, затухание		$\pm 0,15\%$ /°C (изм.)
Нулевая погрешность	после саморегулировки (относительно входа)	$\pm 0,5\text{ мВ} \pm 0,02 \times$ диапазон входного напряжения
Диапазон компенсации смещения	во всех применимых настройках затухания	$\pm 30\text{ В}$

## Чувствительность и шум

Диапазон входного напряжения	R&S®ZISO-B901 (100 МГц)	R&S®ZISO-B902 (200 МГц)	R&S®ZISO-B903 (350 МГц)	R&S®ZISO-B905 (500 МГц)	R&S®ZISO-B910 (1 ГГц)
$\pm 0,01\text{ В}$	107 мкВ	121 мкВ	153 мкВ	172 мкВ	245 мкВ
$\pm 0,025\text{ В}$	140 мкВ	161 мкВ	220 мкВ	252 мкВ	383 мкВ
$\pm 0,05\text{ В}$	211 мкВ	255 мкВ	363 мкВ	417 мкВ	623 мкВ
$\pm 0,1\text{ В}$	382 мкВ	465 мкВ	683 мкВ	780 мкВ	1,16 мВ
$\pm 0,5\text{ В}$	1,84 мВ	2,26 мВ	3,35 мВ	3,81 мВ	5,65 мВ
$\pm 1\text{ В}$	5,90 мВ	7,27 мВ	9,49 мВ	10,9 мВ	16,0 мВ

Показатели шума в значительной степени зависят от входного диапазона частот и требуют высокого CMRR для измерений быстро переключаемых токов. Система R&S®RT-ZISO имеет наивысшую в отрасли чувствительность вплоть до диапазона  $\pm 5\text{ мВ}$  и обеспечивает превосходные показатели шума.

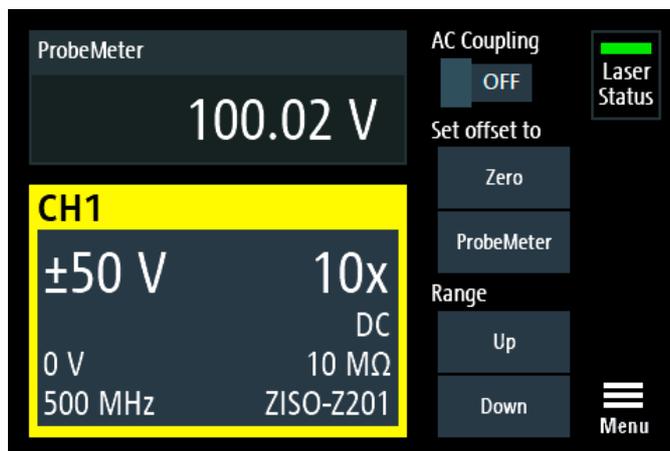
Частотная характеристика и тепловая стабильность играют еще более важную роль. Каждая головка пробника оснащается разработанными в Rohde & Schwarz специализированными интегральными платами, которые имеют плоскую АЧХ и оптимизированные тепловые характеристики в течение длительного времени.

# ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Система R&S®RT-ZISO с интерфейсами пробников Rohde & Schwarz гарантирует максимальное удобство. При подключении системы к осциллографу Rohde & Schwarz прибор определяет и настраивает данные наконечника пробника, чтобы согласовать затухание и диапазон на приемнике. Управление смещением и диапазоном можно легко настраивать на приборе. Электропитание системы пробников также подается непосредственно через интерфейс пробника Rohde & Schwarz. Настройка системы R&S®RT-ZISO на осциллографе Rohde & Schwarz гарантирует выбор правильных настроек для проведения измерений. Осциллограф Rohde & Schwarz — это непревзойденная скорость сбора данных, самое высокое в мире 18-разрядное разрешение в режиме высокой четкости и разнообразные удобные функции, такие как зональный запуск и быстрый спектр для быстрого определения характеристик проектируемых устройств.



Изолированная система подключения пробников R&S®RT-ZISO совместима со всеми осциллографами, оснащенными интерфейсом BNC или SMA. Приемник пробника имеет сенсорный экран для просмотра и изменения настроек системы, удобного управления настройками диапазона и смещения пробника. На экране также отображается подключенный наконечник пробника.



## Защита ваших инвестиций

Если вы беспокоитесь о дополнительных затратах на проект и хотите как можно раньше определиться с полосой пропускания пробника, в системе R&S®RT-ZISO можно легко расширять полосу пропускания. Наименьшую базовую стоимость имеет система пробников с полосой пропускания 100 МГц. В будущем вы можете просто расширять полосу пропускания вместо приобретения новых пробников. Пробник имеет унифицированный интерфейс, поэтому вы можете постепенно вкладывать средства в решения Rohde & Schwarz для быстрых высокочастотных измерений в синфазном режиме. Система пробников может работать с любыми осциллографами других производителей, что означает гибкость в принятии решений.



При модернизации и техобслуживании изолированной системы подключения пробников требуются аппаратные изменения. Калибровка в соответствии с требуемыми значениями напряжения проводится в ближайшем к вам сервисном центре Rohde & Schwarz.

### Опции расширения полосы пропускания

R&S®ZISO-B202	расширение до 200 МГц
R&S®ZISO-B203	расширение до 350 МГц
R&S®ZISO-B205	расширение до 500 МГц
R&S®ZISO-B210	расширение до 1 ГГц

# БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ

Безопасность зачастую остается без внимания в изолированных системах подключения пробников. Коэффициенты подавления синфазного сигнала на высоких частотах и напряжениях жизненно важны для обеспечения изоляции и предъявляют повышенные требования к условиям проведения испытаний. Диапазоны входного напряжения и CMRR определяют максимальное неразрушающее напряжение, при котором должна обеспечиваться нормальная работа пробника. Еще более важным показателем является категория безопасности согласно стандарту IEC/EN 61010-31, который описывает требования к безопасности портативных пробников для электрических измерений и испытаний. Изолированная система подключения пробников R&S®RT-ZISO удовлетворяет требованиям стандарта и строго соответствует им для максимального номинального входного напряжения 1000 В (СКЗ) CAT III.



Безопасно для прикосновения

Опасность

Защитный барьер

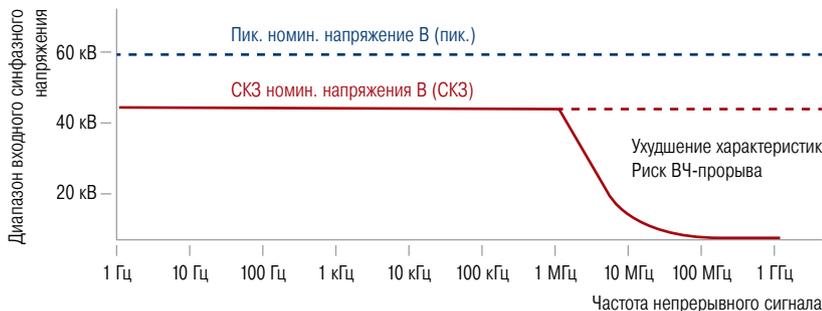
## Категория безопасности CAT III 1000 В

Конструкция головки пробника максимально изолирована, чтобы свести к минимуму открытую металлическую поверхность во время работы. Наконечники пробников также имеют изоляционные колпачки, которые обозначают безопасные для прикосновения участки. Благодаря этому можно использовать изолированные пассивные пробники R&S®ZISO-Z301 и R&S®ZISO-Z302 для быстрого доступа к точкам измерения в ходе отладки.



## Безопасное подключение наконечников пробников

Еще одной инновацией в системе R&S®ZISO является механизм безопасного подключения наконечников пробников. С помощью рычага можно быстро и безопасно подключить наконечник к головке пробника без применения дополнительных инструментов (например, гаечных ключей) или вкручивания наконечников вручную. В противном случае избыточная затяжка разъема SMA могла бы привести к повреждению контакта и ухудшению характеристик сигналов и изоляции. Ограничение непосредственного контакта с металлическим проводником помогает предотвращать электростатические разряды на чувствительных наконечниках и головках пробников.



## Зона защиты от ВЧ-прорыва

На высоких частотах возможно электрическое распространение синфазных шумов даже по воздуху. Путем сохранения расстояния 1 м вокруг головки пробника предотвращается возможный ВЧ-прорыв во время работы с пробником, если испытуемое устройство имеет высокую мощность и быстро изменяющийся синфазный шум.

## Лазерная безопасность

Для передачи сигналов и электропитания между головкой и приемником пробника применяются лазеры. Лазерная безопасность играет очень важную роль при работе с изолированной системой подключения пробников. Лазеры системы R&S®RT-ZISO во время работы соответствуют классу 1 согласно IEC 60825-1. Передаваемая оптическая мощность непрерывно контролируется и выключается, если существует риск повреждения волоконно-оптического кабеля.

## Характеристики безопасности

Макс. номинальное входное напряжение	непрерывное напряжение	1 000 В (СКЗ) CAT III
	переходное напряжение (гнездо-земля)	±4500 В (пик.)
Электрическая безопасность		согласно IEC/EN 61010-1, IEC/EN 61010-031
Лазерная безопасность		согласно IEC 60825-1, класс 1

# КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Изолированная система подключения пробников R&S®RT-ZISO

## Переходная характеристика

Время нарастания	от 10 % до 90 %	
	с опцией R&S®ZISO-B901	< 4 нс
	с опцией R&S®ZISO-B902 или расширением -Z202	< 2 нс
	с опцией R&S®ZISO-B903 или расширением -Z203	< 1,14 нс
	с опцией R&S®ZISO-B905 или расширением -Z205	< 800 пс
	с опцией R&S®ZISO-B910 или расширением -Z210	< 450 пс
Неравномерность	начиная от 10 нс после фронта	3 % (изм.)
Задержка распространения сигнала	вкл. соединительный кабель осциллографа	
	с опцией R&S®ZISO-B403 (волоконно-оптический кабель 3 м)	27 нс (изм.)
	с опцией R&S®ZISO-B410 (волоконно-оптический кабель 10 м)	63 нс (изм.)

## Коррекция частотной

Ширины полосы	начиная от 0 В, рассчитана на основе 0,45/время нарастания	
	с опцией R&S®ZISO-B901	100 МГц
	с опцией R&S®ZISO-B902 или расширением -Z202	200 МГц
	с опцией R&S®ZISO-B903 или расширением -Z203	350 МГц
	с опцией R&S®ZISO-B905 или расширением -Z205	500 МГц
	с опцией R&S®ZISO-B910 или расширением -Z210	1 ГГц
Неравномерность	1 кГц до половины полосы пропускания системы	0,2 дБ (изм.)
Подавление синфазного сигнала (изм.)	Постоянный ток	145 дБ
	1 МГц	145 дБ
	100 МГц	110 дБ
	200 МГц	100 дБ
	500 МГц	100 дБ
	1 ГГц	90 дБ

## Входной импеданс

Входное сопротивление		1 МОм ± 1%
Входная емкость		8 пФ (изм.)

## Характеристики постоянного тока

Ослабление		0,04:1
		0,01:1
	автоматически задается разрешением осциллографа по вертикали (поддерживается в серии MXO, осциллографы R&S®RTO6 и R&S®RTP с интерфейсом пробников Rohde & Schwarz; ручная настройка требуется для соединений SMA/BNC со связью 50 Ом; возможность подключения к осциллографам со связью по входу 1 МОм с помощью BNC-адаптера)	0,2:1
		0,4:1
		2:1
		4:1
		20:1
		40:1
		120:1
Погрешность затухания	после саморегулировки	
	диапазон входного напряжения > ±0,01 В	±1,5% полной шкалы
	диапазон входного напряжения ±0,01 В	±2,5% полной шкалы
Температурный дрейф, затухание		±0,15%/°C (изм.)
Нулевая погрешность	после саморегулировки (относительно входа)	±0,5 мВ ±0,02 × диапазон входного напряжения

## Динамический диапазон

Диапазон входного напряжения	0,04:1	±0,01 В
	0,1:1	±0,025 В
	0,2:1	±0,05 В
	0,4:1	±0,1 В
	2:1	±0,5 В
	4:1	±1 В
	20:1	±5 В
	40:1	±10 В
	120:1	±30 В
Диапазон компенсации смещения	во всех применимых настройках затухания	±30 В
Погрешность компенсации смещения		$\pm(0,35\% \times  \text{смещение}  + 0,35\% \times \text{диапазон входного напряжения})$ (изм.)
Окно рабочих напряжений	каждое сигнальное гнездо относительно земли, не для держания в руках, с безопасным расстоянием 1 м до головки пробника	±60 кВ
	для держания в руках в сочетании с R&S®ZISO-Zxxx (за исключением R&S®ZISO-Z301)	1 000 В (СКЗ) CAT III
	для держания в руках в сочетании с R&S®ZISO-Z301	300 В CAT II

## Напряжение шума системы (изм.)

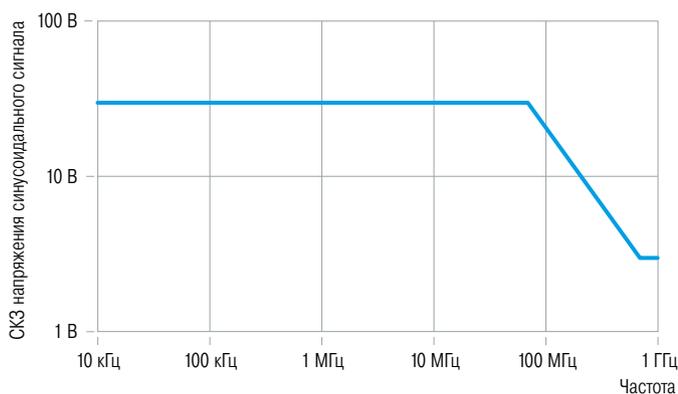
измерено на совместимом осциллографе Rohde & Schwarz (шум системы зависит от входного каскада осциллографа)

Диапазон входного напряжения	R&S®ZISO-B901 (100 МГц)	R&S®ZISO-B902 (200 МГц)	R&S®ZISO-B903 (350 МГц)	R&S®ZISO-B905 (500 МГц)	R&S®ZISO-B910 (1 ГГц)
±0,01 В	107 мкВ	121 мкВ	153 мкВ	172 мкВ	245 мкВ
±0,025 В	140 мкВ	161 мкВ	220 мкВ	252 мкВ	383 мкВ
±0,05 В	211 мкВ	255 мкВ	363 мкВ	417 мкВ	623 мкВ
±0,1 В	382 мкВ	465 мкВ	683 мкВ	780 мВ	1,16 мВ
±0,5 В	1,84 мВ	2,26 мВ	3,35 мВ	3,81 мВ	5,65 мВ
±1 В	5,90 мВ	7,27 мВ	9,49 мВ	10,9 мВ	16,0 мВ
±5 В	18,9 мВ	23,5 мВ	34,3 мВ	39,0 мВ	58,5 мВ
±10 В	37,0 мВ	45,7 мВ	67,4 мВ	77,1 мВ	115 мВ
±30 В	110 мВ	134 мВ	201 мВ	229 мВ	342 мВ

## Макс. номинальное входное напряжение

Непрерывное напряжение	ухудшение характеристик, см. руководство пользователя, входной внутренний и наружный проводник относительно земли с R&S®ZISO-Zxxx (за исключением R&S®ZISO-Z301)	1 000 В (СКЗ) CAT III
	ухудшение характеристик, см. руководство пользователя, входной внутренний и наружный проводник относительно земли с R&S®ZISO-Z301	300 В (СКЗ) CAT III
	ухудшение характеристик, см. график ниже, входной внутренний проводник относительно опорного вывода без R&S®ZISO-Zxxx	30 В (СКЗ)

Макс. СКЗ номинального синусоидального напряжения между входом пробника и опорным выводом пробника в зависимости от частоты



## Базовый блок

Связь по входу	Постоянный ток	500м
----------------	----------------	------

## R&S®ProbeMeter

Указанные значения погрешности измерений действительны только для компенсации смещения 0 В. R&S®ProbeMeter можно использовать для измерений дифференциальных и синфазных напряжений.

### Погрешность измерений

Связь по постоянному току (изм.)	только головка пробника и с R&S®ZISO-Zxxx (за исключением R&S®ZISO-Z302)	
	от +15 °C до +35 °C	±0,2% от показания ±0,01 В × затухание наконечника
с R&S®ZISO-Z302	от 0 °C до +40 °C	±0,4% от показания ±0,02 В × затухание наконечника
	от +15 °C до +35 °C	±0,8% от показания ±0,01 В × затухание наконечника
Связь по переменному току (изм.)	только головка пробника и с R&S®ZISO-Zxxx (за исключением R&S®ZISO-Z302)	
	от +15 °C до +35 °C	±0,4% от показания ±0,01 В × затухание наконечника
с R&S®ZISO-Z302	от 0 °C до +40 °C	±0,8% от показания ±0,02 В × затухание наконечника
	от +15 °C до +35 °C	±0,4% от показания ±0,01 В × затухание наконечника
Температурный дрейф	от 0 °C до +40 °C	±1,6% от показания ±0,02 В × затухание наконечника
		0,02 %/°C от показания ±2 мВ/°C (изм.)
Подавление 50/60 Гц		£ 87 dB
Время установления		147 мс

## Общие сведения

Температура		
Температурная нагрузка	диапазон рабочих температур	от 0 °C до +40 °C
	диапазон температур хранения	от -40 °C до +70 °C
Климатическая нагрузка		+25 °C/+40 °C циклическая при относительной влажности 95% без конденсации, согласно IEC 60068-2-30
	Высота	управление до 2000 м транспортировка до 4500 м
ЭМС		в соответствии с Директивой по электромагнитной совместимости (2014/30/EC), IEC/EN 61326-1 (таблица 2), IEC/EN 61326-2-1, CISPR 11/EN 55011 (класс A)
Межкалибровочный интервал		2 года
Безопасность		согласно IEC/EN 61010-1, IEC/EN 61010-031, IEC 60825 1
RoHS		согласно EN IEC 63000
Внешний источник питания		от 100 до 240 В ± 10% при 50/60 Гц, макс. 1,0 А или 1,4 А
Механические характеристики		
Габариты	головка пробника, без разъемов и защиты от изгиба (Ш × В × Д)	приблиз. 50 мм × 40 мм × 172 мм (1,97" × 1,58" × 6,77")
	приемник пробника, без разъемов и защиты от изгиба (Ш × В × Д)	приблиз. 120 мм × 69 мм × 158 мм (4,72" × 2,72" × 6,22")
Масса	длина волоконно-оптического кабеля	
	опция R&S®ZISO-B403	приблиз. 3 м (10 футов)
Интерфейс пробников	опция R&S®ZISO-B410	приблиз. 10 м (33 фута)
	Входное гнездо	SMA
Разъем	пробник без принадлежностей	ок. 1,5 кг
	пробник со стандартными принадлежностями (вкл. чехол)	приблиз. 3,2 кг
Интерфейс пробников	Входное гнездо	SMA
	Разъем	через соединительный кабель осциллографа Интерфейс пробников Rohde & Schwarz без соединительного кабеля осциллографа SMA

## Модули наконечников пробников R&S®ZISO-Z10x и R&S®ZISO-Z20x

		R&S®ZISO-Z101	R&S®ZISO-Z201	R&S®ZISO-Z202	R&S®ZISO-Z203
Переходная характеристика					
Время нарастания	система, от 10% до 90%	< 450 пс (изм.)			
Неравномерность	начиная от 10 нс после фронта	2% (изм.)			
Коррекция частотной					
Ширины полосы;	система, -3 дБ, начиная от 0 В	> 1 ГГц (изм.)			
Неравномерность	1 кГц до половины полосы пропускания системы	0,2 дБ (изм.)			
Подавление синфазного сигнала (изм.)	Постоянный ток	145 дБ	145 дБ	129 дБ	120 дБ
	1 МГц	120 дБ	105 дБ	105 дБ	98 дБ
	100 МГц	100 дБ	85 дБ	47 дБ	44 дБ
	200 МГц	95 дБ	80 дБ	43 дБ	40 дБ
	500 МГц	95 дБ	75 дБ	30 дБ	28 дБ
	1 ГГц	80 дБ	60 дБ	11 дБ	8 дБ
Входной импеданс					
Входное сопротивление	система	50 Ом ± 1%	10 МОм ± 1%	40 МОм ± 1%	
Коэффициент отражения	система	< -12 дБ (изм.)	3,7 пФ (изм.)	3,5 пФ (изм.)	3,2 пФ (изм.)
Характеристики постоянного тока					
Ослабление	система	1.5:1	10:1	25:1	100:1
Погрешность затухания	система	±2%			
Макс. номинальное входное напряжение					
Непрерывное напряжение	между наконечником пробника и опорным выводом пробника	8 В (СКЗ)	300 В (СКЗ)	750 В (СКЗ)	2500 В (СКЗ)
	между выводами пробника и заземлением, ухудшение характеристик	1 000 В (СКЗ) CAT III			
Переходное напряжение		±45 В (пик.)	±500 В (пик.) <sup>1)</sup>	±1000 В (пик.) <sup>1)</sup>	±3500 В (пик.) <sup>1)</sup>
Динамический диапазон					
Диапазон входного напряжения		±45 В	±300 В	±750 В	±3000 В

### Общие сведения

Температура		
Температурная нагрузка	диапазон рабочих температур	от 0°C до +40°C
Климатическая нагрузка		+25°C/+40°C циклическая при относительной влажности 95% без конденсации, согласно IEC 60068-2-30
Высота	управление	до 2000 м
Безопасность		в соответствии с Директивой по низковольтному оборудованию 2014/35/EU, IEC 61010-1, IEC 61010-031, IEC 60825
RoHS		согласно EN IEC 63000
Механические характеристики		
Габариты	диаметр наконечника пробника	ок. 5 мм
	длина кабеля	
	R&S®ZISO-Z201	ок. 21,5 см
	R&S®ZISO-Z202	ок. 32 см
	R&S®ZISO-Z203	ок. 38 см
Масса	только пробник	ок. 75 г
Вход пробника		
Разъем	R&S®ZISO-Z201	MMCX
	R&S®ZISO-Z202	SQPIN 2,54 мм
	R&S®ZISO-Z203	WSQPIN 5,08 мм

<sup>1)</sup> Между наконечником пробника и опорным выводом.

## Модули наконечников пробников R&S®ZISO-Z30x

		R&S®ZISO-Z301	R&S®ZISO-Z302
<b>Переходная характеристика</b>			
Время нарастания	система, от 10% до 90%	700 пс (изм.)	900 пс (изм.)
Неравномерность	начиная от 10 нс после фронта	2% (изм.)	
<b>Коррекция частотной</b>			
Ширины полосы;	система, -3 дБ, начиная от 0 В	> 500 МГц (изм.)	
<b>Входной импеданс</b>			
Входное сопротивление	система	10 Ом ± 1%	100 МОм ± 1%
Входная емкость	система	11 пФ (изм.)	4,6 пФ (изм.)
<b>Характеристики постоянного тока</b>			
Ослабление	система	10:1	100:1
Погрешность затухания	система	±2%	
<b>Макс. номинальное входное напряжение</b>			
Непрерывное напряжение	между наконечником пробника и опорным выводом, ухудшение характеристик	300 В (СКЗ)	3 540 В (СКЗ)
	между выводами пробника и заземлением, ухудшение характеристик	300 В (СКЗ) CAT III	1 000 В (СКЗ) CAT III
Переходное напряжение		±45 В (пик.)	±500 В (пик.) <sup>2)</sup>
<b>Динамический диапазон</b>			
Диапазон входного напряжения		±300 В	

### Общие сведения

<b>Температура</b>		
Температурная нагрузка	диапазон рабочих температур	от 0 °С до +40 °С
Климатическая нагрузка		+25°С/+40°С циклическая при относительной влажности 95% без конденсации, согласно IEC 60068-2-30
Высота	управление	до 2000 м
Безопасность		в соответствии с Директивой по низковольтному оборудованию 2014/35/EU, IEC 61010-1, IEC 61010-031, IEC 60825 согласно EN IEC 63000
RoHS		
<b>Механические характеристики</b>		
Габариты	диаметр наконечника пробника	ок. 5 мм
	диаметр опорного вывода	ок. 2 мм
	длина кабеля	ок. 1,2 м
Масса	только пробник	ок. 75 г
<b>Вход пробника</b>		
Разъем		наконечник для быстрых измерений

<sup>2)</sup> Между наконечником пробника и опорным выводом.

# ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Обозначение	Тип	Код заказа
<b>Конфигурация пробника, базовая модель</b>		
Изолированная система подключения пробников, ±30 В, 1 кВ (СКЗ) CAT III (в зависимости от модуля наконечника), интерфейс пробников Rohde & Schwarz и BNC Вкл. транспортный кейс и руководство пользователя	R&S®RT-ZISO	1804.5000K02
<b>Выберите длину кабеля</b>		
волоконно-оптический кабель 3 м	R&S®ZISO-B404	1804.5017.02
волоконно-оптический кабель 10 м	R&S®ZISO-B410	1804.5023.02
<b>Выберите полосу пропускания системы</b>		
опция 100 МГц	R&S®ZISO-B901	1804.5030.02
опция 200 МГц	R&S®ZISO-B902	1804.5046.02
опция 350 МГц	R&S®ZISO-B903	1804.5052.02
опция 500 МГц	R&S®ZISO-B905	1804.5069.02
опция 1 ГГц	R&S®ZISO-B910	1804.5075.02
<b>Выберите наконечники пробников</b>		
MMCX 1,5x 50 Ом, модуль наконечника для R&S®RT-ZISO, 8 В (СКЗ), ±45 В (пик.), 1 кВ (СКЗ) CAT III	R&S®ZISO-Z101	1803.4100.02
MMCX 10x 10 МОм, модуль наконечника для R&S®RT-ZISO, ±300 В (пик.), 1 кВ (СКЗ) CAT III	R&S®ZISO-Z201	1803.4200.02
SQPIN 25x 10 МОм, модуль наконечника для R&S®RT-ZISO, ±750 В (пик.), 1 кВ (СКЗ) CAT III	R&S®ZISO-Z202	1803.4300.02
WSQPIN 100x 40 МОм, модуль наконечника для R&S®RT-ZISO, ±3 кВ (пик.), 1 кВ (СКЗ) CAT III	R&S®ZISO-Z203	1803.4400.02
Наконечник для быстрых измерений 10x 10 МОм, модуль наконечника для R&S®RT-ZISO, ±300 В (пик.), 300 В (СКЗ) CAT III	R&S®ZISO-Z301	1803.4500.02
Наконечник для быстрых измерений 100x 100 МОм, модуль наконечника для R&S®RT-ZISO, ±3 кВ (пик.), 1 кВ (СКЗ) CAT III	R&S®ZISO-Z302	1803.4600.02
<b>Расширение полосы пропускания</b>		
расширение до 200 МГц	R&S®ZISO-B202	1804.5146.02
расширение до 350 МГц	R&S®ZISO-B203	1804.5152.02
расширение до 500 МГц	R&S®ZISO-B205	1804.5169.02
расширение до 1 ГГц	R&S®ZISO-B210	1804.5175.02

## Готовый набор с изолированными пробниками

Тип	Содержимое:	Код заказа
R&S®RT-ZISO01	100 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 3 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P11
R&S®RT-ZISO01L	100 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 10 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P21
R&S®RT-ZISO02	200 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 3 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P12
R&S®RT-ZISO02L	200 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 10 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P22
R&S®RT-ZISO03	350 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 3 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P13
R&S®RT-ZISO03L	350 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 10 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P23
R&S®RT-ZISO05	500 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 3 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P14
R&S®RT-ZISO05L	500 МГц изолированный пробник с кабелем длиной 10 м, вкл. наконечник пробника R&S®ZISO-Z301	1804.5000P24
R&S®RT-ZISO10	1 ГГц изолированный пробник с кабелем длиной 3 м, вкл. наконечники пробников R&S®ZISO-Z201 и R&S®ZISO-Z301	1804.5000P15
R&S®RT-ZISO10L	1 ГГц изолированный пробник с кабелем длиной 10 м, вкл. наконечники пробников R&S®ZISO-Z201 и R&S®ZISO-Z301	1804.5000P25

Сервисное обслуживание  
в Rohde & Schwarz

# ВЫ В НАДЕЖНЫХ РУКАХ

	ПРОГРАММЫ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	ПО ЗАПРОСУ
Калибровка	На период до пяти лет <sup>1)</sup>	Оплата за каждую калибровку
Гарантия и ремонт	На период до пяти лет <sup>1)</sup>	Ремонт по стандартной цене

<sup>1)</sup> Чтобы выбрать более длительный срок, свяжитесь с офисом продаж Rohde & Schwarz.

Управление приборами — просто и удобно

Платформа R&S®InstrumentManager упрощает регистрацию и управление приборами. Она позволяет планировать даты калибровки и заказывать определенные сервисы.

Подробнее о  
наших услугах по  
сервисному  
обслуживанию:





**Сервисное обслуживание  
в Rohde & Schwarz  
Вы — в надежных руках!**

- ▶ По всему миру
- ▶ На месте и лично
- ▶ Индивидуально и гибко
- ▶ С бескомпромиссным качеством
- ▶ На длительную перспективу

## Rohde & Schwarz

Технологическая группа компаний Rohde & Schwarz является одним из лидеров в деле создания более безопасного и подключенного мира благодаря своим передовым решениям в сфере контрольно-измерительного оборудования, технологических систем, а также сетей и кибербезопасности. Основанная более 90 лет назад группа компаний — надежный партнер для заказчиков из промышленного и государственного сектора по всему миру. Эта независимая компания, штаб-квартира которой находится в Мюнхене (Германия), имеет широкую торгово-сервисную сеть и представлена более чем в 70 странах.

[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)

## 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**

## Тренинги Rohde & Schwarz

[www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com)

## Служба поддержки Rohde & Schwarz

[www.rohde-schwarz.com/support](http://www.rohde-schwarz.com/support)

