

Keysight Technologies

СВЧ-анализаторы цепей серий PNA и PNA-L

Непревзойденное качество измерений
параметров СВЧ-цепей



Содержание

Семейство PNA обеспечивает непревзойденное качество измерений параметров СВЧ-цепей.....	03
Комплексное решение для множества областей применения	04
Инновационные функции во всех приборах семейства PNA.....	05
Интерфейсы для любых приложений.....	06
Серия PNA.....	07
Выберите оборудование для своих контрольно-измерительных задач.....	09
Инновационные приложения анализаторов серии PNA.....	10
PNA-L: Тестирование пассивных и активных компонентов по привлекательной цене.....	19
Структурная схема анализаторов цепей серии PNA-L.....	20
Серия PNA-L:	
экономичный вариант для измерения параметров материалов и целостности сигнала	21
Измерения на пластинах с помощью анализаторов семейства PNA	22
Расширение возможностей семейства PNA для поддержки многопортовых устройств	23
Создание комплексного решения	24

Семейство PNA обеспечивает непревзойденное качество измерений параметров СВЧ-цепей

Выбирайте лидера

Семейство приборов PNA создано на основе 45-летнего опыта компании Keysight в области анализа цепей. Эти анализаторы открывают новые горизонты производительности, скорости, точности и гибкости при тестировании СВЧ-компонентов. В данное семейство входят следующие приборы:

Серия PNA-X – самые функциональные и гибкие анализаторы цепей Keysight, позволяющие измерять все характеристики линейных и нелинейных компонентов с помощью одного прибора без изменения подключения.

Серия PNA – самые производительные в отрасли анализаторы цепей, поддерживающие множество расширенных измерительных приложений.

Серия PNA-L – анализаторы для измерения S-параметров и нелинейных характеристик пассивных компонентов, усилителей и преобразователей частоты.



Анализаторы цепей серии PNA-X

N5249B	от 10 МГц до 8,5 ГГц
N5241B	от 10 МГц до 13,5 ГГц
N5242B	от 10 МГц до 26,5 ГГц*
N5244B	от 10 МГц до 43,5 ГГц
N5245B	от 10 МГц до 50 ГГц
N5247B	от 10 МГц до 67 ГГц*

Анализаторы цепей серии PNA

N5221B	от 10 МГц до 13,5 ГГц
N5222B	от 10 МГц до 26,5 ГГц*
N5224B	от 10 МГц до 43,5 ГГц
N5225B	от 10 МГц до 50 ГГц
N5227B	от 10 МГц до 67 ГГц*

Анализаторы цепей серии PNA-L

N5239B	от 300 кГц до 8,5 ГГц
N5231B	от 300 кГц до 13,5 ГГц
N5232B	от 300 кГц до 20 ГГц
N5234B	от 10 МГц до 43,5 ГГц
N5235B	от 10 МГц до 50 ГГц

* В некоторых конфигурациях возможна работа на частотах менее 900 Гц

2 порта	от 300 кГц до 8,5 ГГц	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px; text-align: center;">PNA-X</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 5px; text-align: center;">PNA</div> <div style="background-color: #9C27B0; color: white; padding: 5px; text-align: center;">PNA-L</div>
2, 4 порта	от 10 МГц до 8,5 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 13,5 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 13,5 ГГц	
2, 4 порта	от 300 кГц до 13,5 ГГц	
2, 4 порта	от 300 кГц до 20 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 26,5 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 26,5 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 43,5 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 43,5 ГГц	
2 порта	от 10 МГц до 43,5 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 50 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 50 ГГц	
2 порта	от 10 МГц до 50 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 67 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 67 ГГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 1,5 ТГц	
2, 4 порта	от 10 МГц до 1,5 ТГц	



Комплексное решение для множества областей применения



PNA и PNA-L, являющиеся автономными анализаторами цепей с расширенными возможностями, могут стать ядром расширенных измерительных систем, позволяющих выполнять широкий спектр СВЧ-измерений.

Подготовьте свои средства измерений к решению будущих задач

Все приборы серии PNA имеют общую программную платформу, поэтому вам остается выбрать только уровень характеристик, соответствующий вашему бюджету и измерительным задачам. Такая общность гарантирует согласованность и воспроизводимость измерений и позволяет использовать общий интерфейс дистанционного управления для нескольких приборов как в научных исследованиях, так и на производстве. Разнообразные программные опции можно добавлять позже, по мере возникновения потребности.



Встроенная в PNA справочная система предоставляет полное руководство пользователя, включая обучающие материалы и документацию по программированию.



Инновационные функции во всех приборах семейства PNA

Гибкий современный интерфейс пользователя: кнопки передней панели, программная панель с вкладками, выпадающие меню, настраиваемая панель инструментов, быстрый доступ щелчком правой кнопки мыши, перетаскивание мышью и 12,1-дюймовый сенсорный дисплей

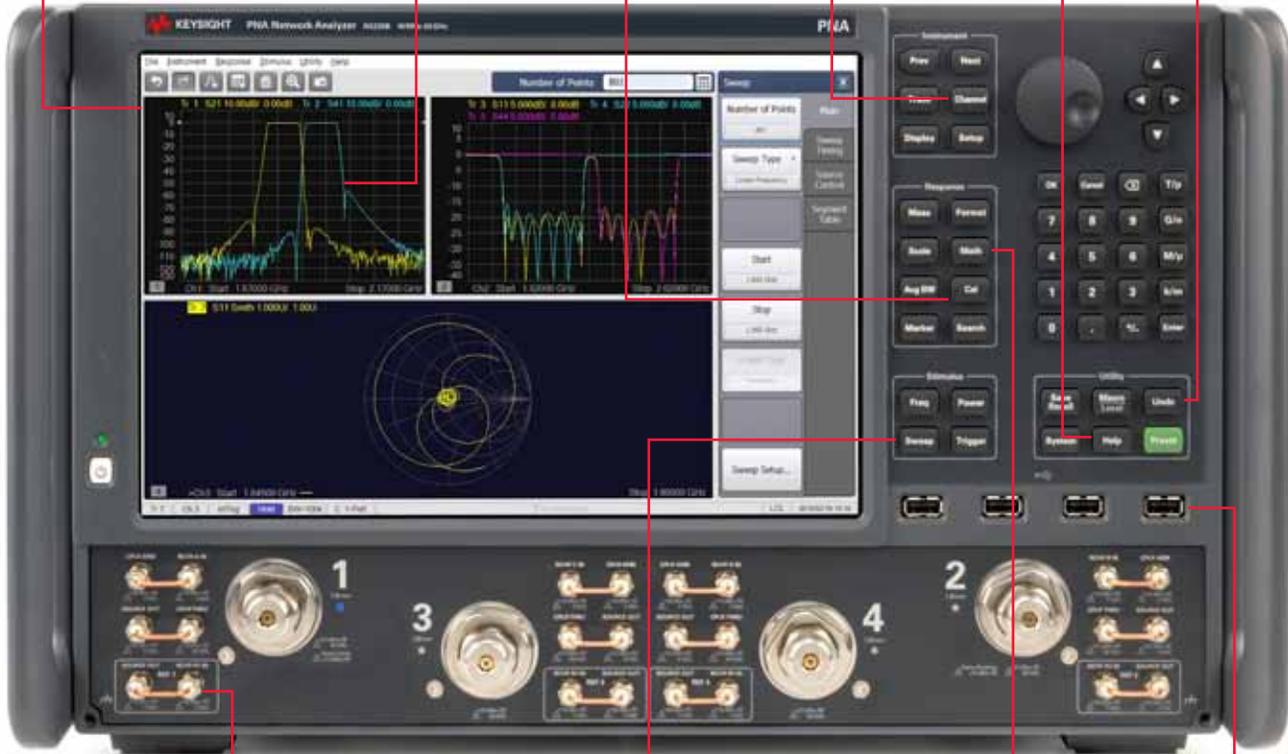
До 15 маркеров на трассу

Уникальные возможности калибровки

200 измерительных каналов и неограниченное число трасс

Встроенная справочная система

Отмена или повторное выполнение предыдущего действия



Настраиваемая схема измерений во всех моделях

Сви́пирование: линейное, логарифмическое, по мощности, немодулированным сигналом, по фазе, сегментированное

Редактор уравнений и анализ во временной области

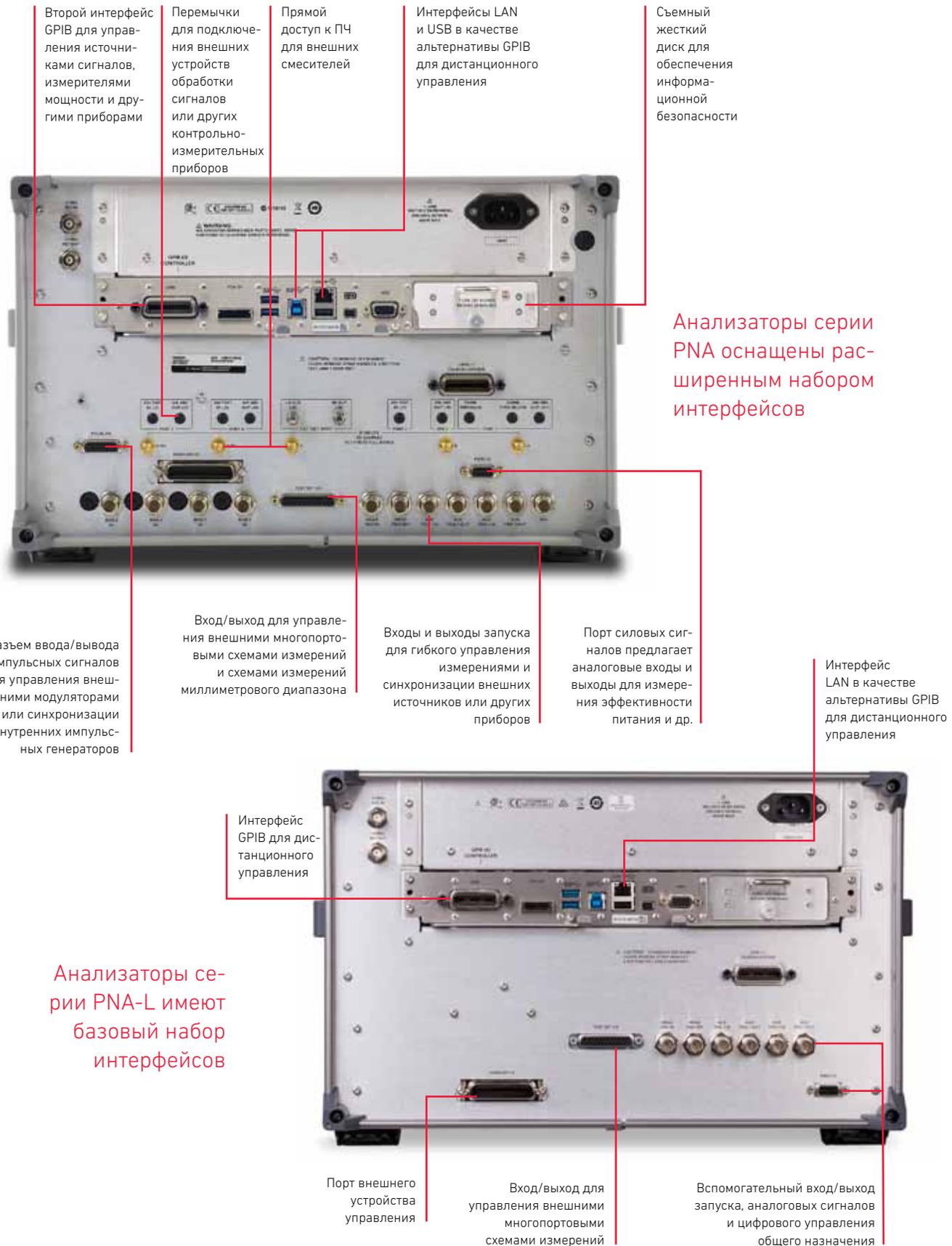
Подключение модуля ECal и других USB устройств



Все модели PNA оснащены сенсорным дисплеем высокого разрешения, который обеспечивает четкое изображение и простой доступ ко всем данным и трассам. Такое усовершенствование интерфейса пользователя облегчает работу и ускоряет подготовку сложных измерений.



Интерфейсы для любых приложений



Серия PNA

Анализаторы цепей серии PNA обладают лучшими в отрасли характеристиками для тестирования усилителей, смесителей и преобразователей частоты. Серия анализаторов PNA предлагает исключительное сочетание превосходной аппаратной части с мощным измерительным программным обеспечением, позволяющим быстро и точно измерять характеристики широкой номенклатуры устройств. Все модели выпускаются в двухпортовом исполнении с одним источником и четырехпортовом исполнении с двумя источниками. Встроенные импульсные модуляторы и генераторы облегчают измерение импульсных S-параметров.

Превосходные характеристики

- Высокая выходная мощность источника до +13 дБм на частоте 1 ГГц и до +11 дБм на частоте 67 ГГц
- Широкий динамический диапазон: 127 дБ на частоте 20 ГГц на тестовом порту
- Малый шум трассы: 0,002 дБ_{ср.кв.} в полосе 1 кГц
- Малый собственный шум приемника
- Высокое значение точки компрессии приемника
- Высокая скорость измерений: от 3,6 до 23 мкс на точку
- Высокая стабильность: < 0,03 дБ/°C

Расширенные приложения

Многие измерительные приложения, разработанные для PNA-X, доступны теперь и для PNA. Среди них:

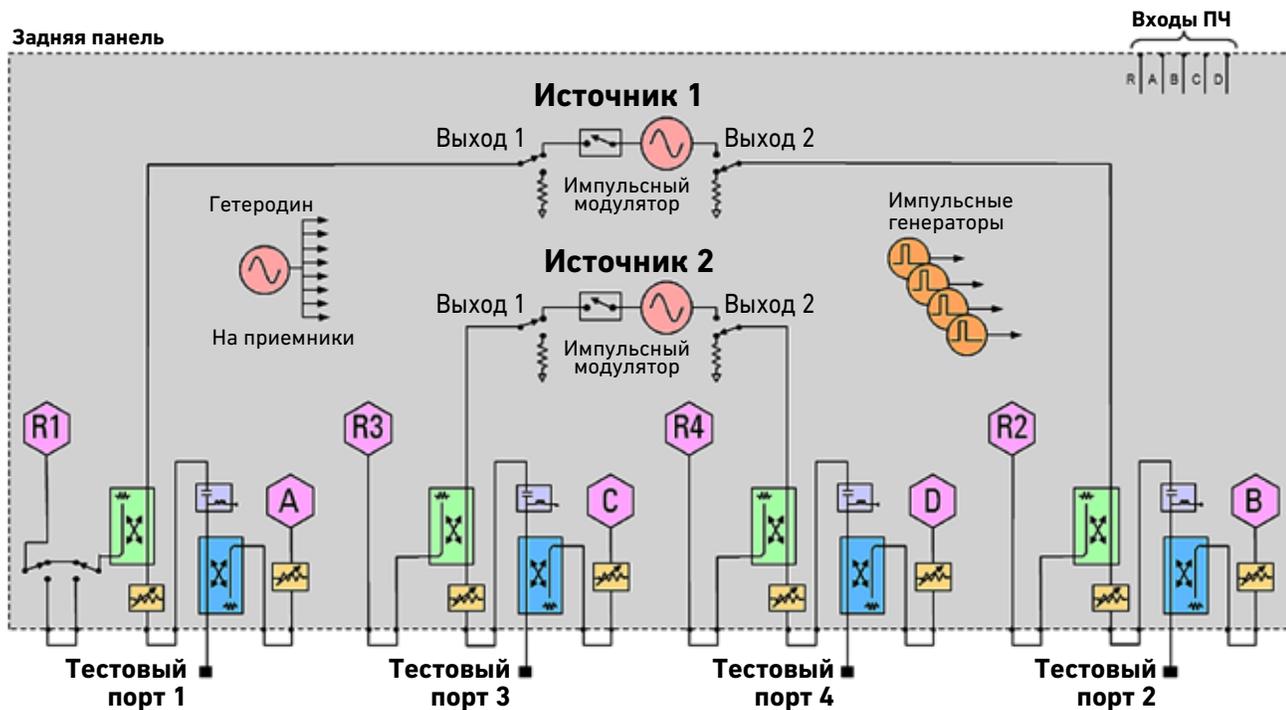
- Измерение характеристик импульсных ВЧ-сигналов (S93025/26A)
- Измерение компрессии усиления (S93086A)
- Измерение интермодуляционных искажений (S93087A)
- Измерение коэффициента шума стандартными приемниками (S93029A)
- Управление фазой источника (S93088A)
- Измерение параметров дифференциальных и I/Q устройств (S93089A)
- Подача дифференциальных и синфазных испытательных сигналов (S93460A)
- Измерение параметров преобразователей частоты (S93082/83A)
- Измерение параметров преобразователей частоты со встроенным гетеродином (S93084A)
- Автоматическое исключение влияния тестовой оснастки на результаты измерений (S93007A)



Благодаря регулируемой выходной мощности источника до +10 дБм и собственному уровню шумов приемника -114 дБм, PNA обеспечивает типовой динамический диапазон 124 дБ на частоте 67 ГГц, что шире, чем у любого другого анализатора цепей в этом диапазоне частот.



Серия PNA



Структурная схема анализатора серии PNA со схемой измерений (опция 419), с опциями для импульсных измерений и подачи внешней ПЧ.

Параметр	PNA E836x (не выпускается)	Новый PNA N522x
Мощность порта, 20 ГГц	+3 дБм	+13 дБм
Динамический диапазон системы, 20 ГГц	123 дБ	127 дБ
Точка компрессии на 0,1 дБ для приемника	-5 дБм	+12 дБ
Диапазон свипирования по мощности	27 дБ	38 дБ
Минимальная длительность импульса, широкополосное детектирование	50 мкс	100 нс

Новые анализаторы цепей серии PNA имеют существенно лучшие характеристики по сравнению с предыдущими моделями.



Выберите оборудование для своих контрольно-измерительных задач

	PNA-L N5230C / PNA-L N523xB (не выпускаются)	PNA E836x (не выпускается)	PNA N522xB	PNA-X N524xB
2-портовый, один источник	■	■	■	■
2-портовый, два источника				■
4-портовый, два источника	■ ¹		■	■
Источник с малым уровнем гармоник (< -60 дБн)				■
Схема измерений без коммутации ВЧ цепей на передней панели	■	■	■	
Схема измерений с коммутацией ВЧ цепей на передней панели	■	■	■	■
Коммутация ВЧ цепи на задней панели				■
Аттенюаторы источника	■	■	■	■
Аттенюаторы приемника		■	■	■
Схемы подачи смещения		■	■	■
Входы внешней ПЧ		■	■	■
Выходы ВЧ и гетеродина для внешних смесителей		■	■	■
Встроенные импульсные модуляторы			■	■
Встроенные импульсные генераторы			■	■
Запуск ПЧ для детектирования импульсов в узкой полосе		■	■	■
Коммутатор эталонного приемника R1		■	■	■
Встроенный сумматор сигналов				■
Измерение коэффициента шума с помощью стандартных приемников			■	■
Измерение коэффициента шума с помощью малошумящих приемников				■
Опции нелинейного векторного анализатора цепей				■

1. Сдвоенный источник доступен только для снятого с производства 4-портового анализатора PNA-L N5230C с диапазоном частот до 13,5 и до 20 ГГц.

Подробная информация о PNA-X приведена на странице www.keysight.com/find/pna-x и в брошюре об анализаторах серии PNA-X, номер документа 5990-4592EN



Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Простые, быстрые и точные измерения импульсных ВЧ сигналов (S93025/026A, опции 021, 022)

Проблемы измерения импульсных ВЧ-сигналов

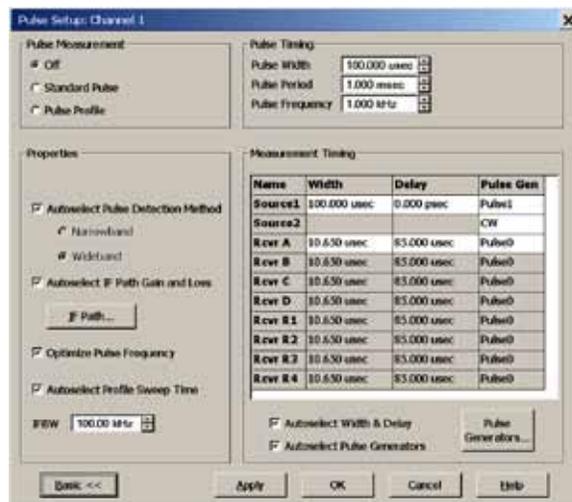
- Генерация импульсов и импульсная модуляция, необходимые для импульсных ВЧ измерений, увеличивают сложность схемы измерения
- Для узких импульсов:
 - Максимальная полоса ПЧ анализатора зачастую слишком мала для детектирования в широкой полосе
 - Узкополосное детектирование выполняется медленно, и измерения импульсов с небольшой скважностью получаются зашумленными



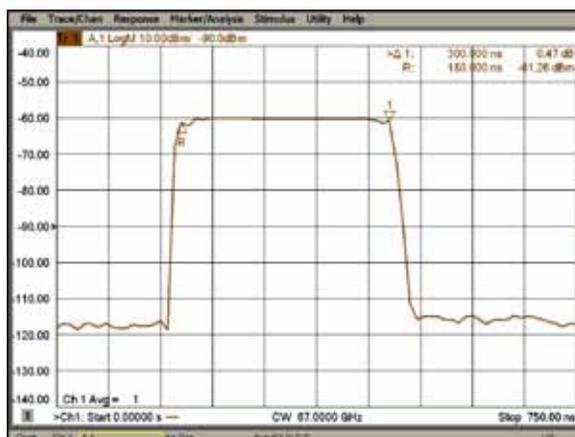
Анализатор PNA представляет собой простое в обращении одноблочное решение для быстрого и точного измерения характеристик импульсных ВЧ сигналов.

Особенности измерения импульсных ВЧ-сигналов с помощью PNA:

- S93025A предоставляет простой интерфейс пользователя для полного управления двумя встроенными импульсными модуляторами (опции 021 и 022) и четырьмя встроенными независимыми импульсными генераторами, а также обеспечивает регистрацию импульсов с минимальной длительностью 200 нс и измерение профиля импульса с максимальным разрешением 50 нс.
- S93026A добавляет возможность регистрации импульсов с минимальной длительностью 20 нс и измерение профиля импульса с максимальным разрешением 10 нс
- Повышенная скорость и точность измерений для детектирования в узкой полосе за счет применения аппаратных фильтров, патентованных методов зануления спектра и программного стробирования ПЧ
- Измерение с помощью широкополосного детектирования с длительностью импульсов от 100 нс
- Регулировка приемника для точного управления мощностью источника
- Разъем ввода/вывода импульсных сигналов на задней панели для синхронизации с внешним оборудованием и тестируемым устройством
- Точное измерение характеристик активных компонентов с помощью уникальных приложений для определения компрессии усиления, свипирования по частоте/мощности, измерения интермодуляционных искажений и коэффициента шума



Приложение для измерения импульсных ВЧ сигналов автоматически оптимизирует внутренние настройки для импульсов с указанными параметрами, значительно упрощая процедуру подготовки тестирования. В качестве альтернативы можно перейти в режим ручной настройки для удовлетворения специальных требований.



Измерение профиля импульса с помощью узкополосного детектирования поддерживает время свипирования 300 нс по 30 точкам.



Инновационные приложения анализаторов серии PNA

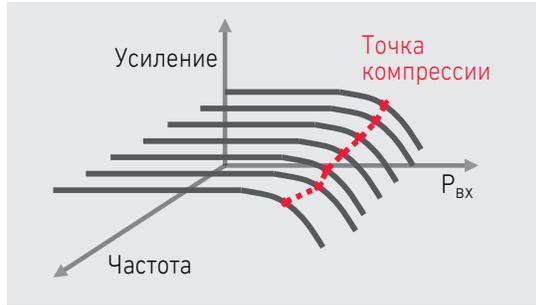
Быстрые и точные измерения зависимости компрессии усилителей и преобразователей от частоты (приложение S93086A)

Проблемы измерения компрессии

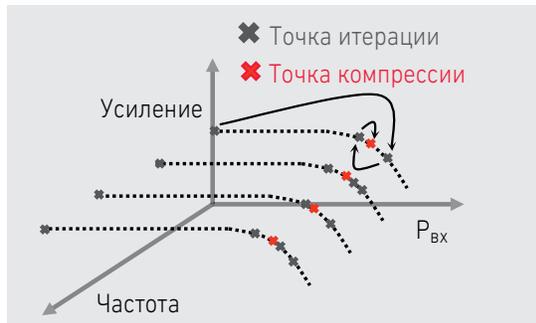
- Измерение компрессии усилителей или преобразователей частоты в их рабочем диапазоне частот выполняется на многих частотах и при разных значениях мощности, поэтому настройка измерения, калибровка и обработка данных требуют много времени и усилий
- На точность измерения оказывают влияние множество ошибок, таких как рассогласование тестового порта и датчика мощности с тестируемым устройством в процессе измерения абсолютных значений мощности, и линейная коррекция S-параметров в нелинейных измерениях компрессии

Особенности измерения компрессии (GCA) с помощью PNA:

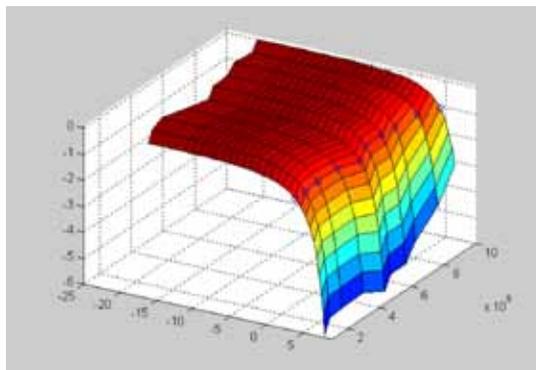
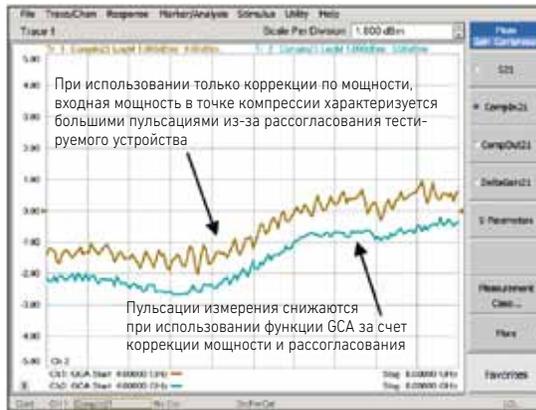
- Быстрые и удобные измерения в режиме интеллектуального (SMART) свипирования, который значительно уменьшает число точек измерения мощности, необходимых для построения точной зависимости компрессии от частоты
- Получение очень точных результатов за счет регламентированной процедуры калибровки, обеспечивающей коррекцию мощности и рассогласования
- Полное измерение характеристик устройства с помощью свипирования по двум параметрам с выбором зависимости мощности свипирования от частоты или частоты от мощности
- Гибкость за счет применения разных методов компрессии – компрессия из линейного усиления, максимального усиления, компрессия X/Y, компрессия из предыдущего состояния или компрессия из режима насыщения



Обычно измерение компрессии усиления с помощью анализатора цепей выполняется путем свипирования по мощности на нескольких немодулированных частотах. Функция GCA анализатора PNA упрощает измерение компрессии во всем рабочем диапазоне частот тестируемого устройства за счет чрезвычайно высокой скорости, точности и простой настройки.



Вместо линейного свипирования по мощности, функция интеллектуального (SMART) свипирования GCA использует адаптивный алгоритм для поиска нужной точки компрессии на каждой частоте с помощью малого числа измерений мощности, чем существенно сокращает время тестирования.



Полная характеристика устройства при свипировании по двум параметрам – зависимость усиления от частоты и мощности – может использоваться для моделирования.



Инновационные приложения анализаторов серии PNA

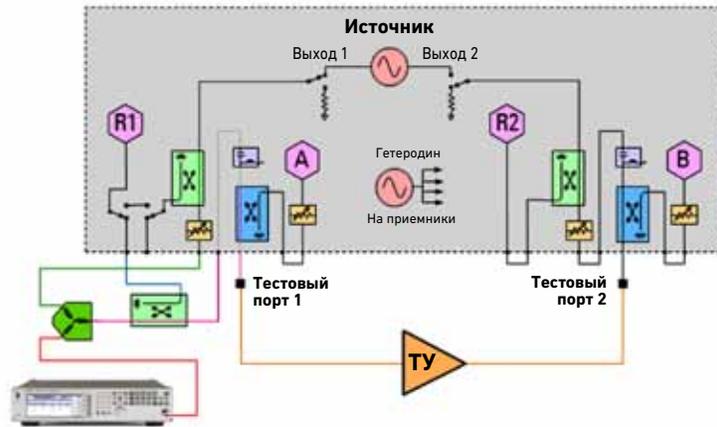
Быстрые двухтоновые измерения интермодуляционных искажений с помощью простой схемы (приложение S93087A)

Проблемы измерения интермодуляционных искажений

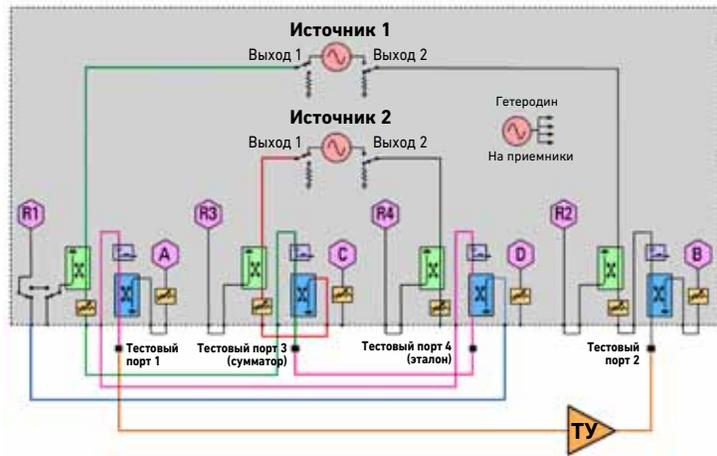
- Обычно для таких измерений используются два генератора сигналов, анализатор спектра и внешний сумматор, что требует ручной настройки всех приборов и принадлежностей
- Измерение выполняется долго, если интермодуляционные искажения измеряются в процессе свипирования по частоте или мощности
- Приборы и схемы измерения зачастую порождают большие погрешности из-за гармоник источника, перекрестной модуляции и фазового шума, а также из-за компрессии и собственных шумов приемника

Особенности измерения интермодуляционных искажений с помощью PNA:

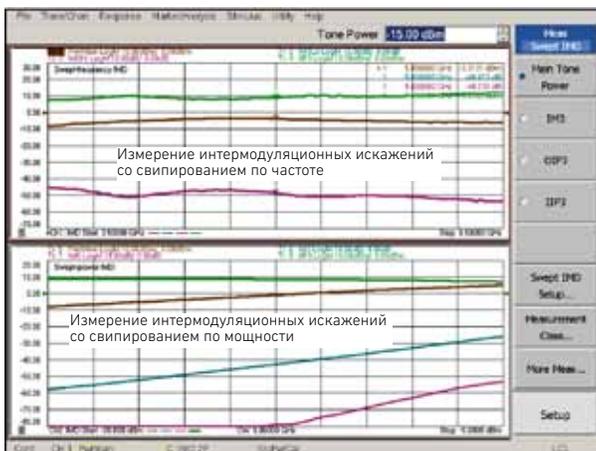
- Быстрые свипирующие измерения интермодуляционных искажений усилителей и преобразователей частоты
- Быстрые и простые измерения с помощью интуитивного интерфейса пользователя
- Регламентированная процедура калибровки упрощает работу и обеспечивает высокую точность измерений
- Режим анализатора спектра для диагностики и измерения паразитных составляющих исключает потребность в отдельном анализаторе спектра



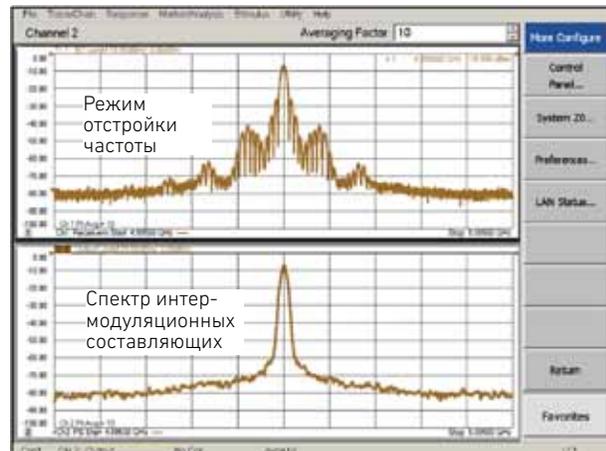
Для измерения интермодуляционных искажений можно использовать двухпортовый PNA с внешним источником сигнала, сумматором и ответвителем.



В четырехпортовом PNA для создания воздействующих сигналов при измерении интермодуляционных искажений можно использовать внутренние источники. Недействующие ответвители тестовых портов можно использовать в качестве сумматора и ответвителя эталонного сигнала.



Анализатор PNA за считанные секунды измеряет интермодуляционные искажения третьего порядка и точку пересечения по интермодуляционным искажениям третьего порядка в 201 точке по частоте (или мощности), в отличие от нескольких минут при использовании генератора сигналов и анализатора спектра.



Режим отстройки частоты часто встречается в векторных анализаторах цепей, но АЧХ традиционного ПЧ фильтра характеризуется большим уровнем боковых лепестков. Режим спектра интермодуляционных составляющих использует оптимизированный цифровой ПЧ фильтр с программным преселектором, что обеспечивает в PNA возможность измерения истинного спектра. Для ускоренного и расширенного анализа спектра предусмотрено приложение S93090xA.

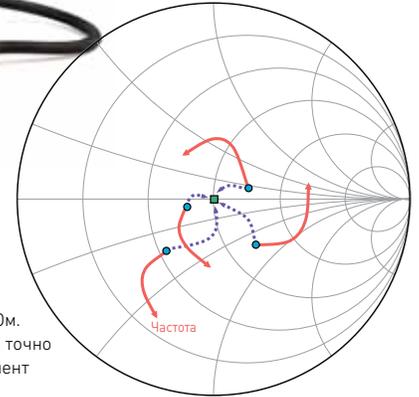


Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Быстрые и точные измерения коэффициента шума (приложение S93029A)

Проблемы измерения коэффициента шума традиционным методом двух температур

- Для выполнения всех измерений тестируемого устройства необходимо несколько приборов и несколько измерительных схем
- Точность измерения ухудшается при использовании тестовой оснастки, при измерении на полупроводниковых пластинах и в автоматизированных системах, где источники шума нельзя подключить прямо к тестируемому устройству
- Измерения выполняются медленно, зачастую давая меньшее число точек и недостоверные результаты из-за малой частоты дискретизации



На каждой тестовой частоте выполняется четыре и более измерений шума с известным импедансом источника, не равным 50 Ом. На основе этих измерений точно рассчитывается коэффициент шума для 50 Ом.

Особенности измерения коэффициента шума с помощью PNA:

- Прецизионные измерения шума усилителей и преобразователей частоты в промышленных условиях за счет применения расширенных методов коррекции ошибок
- Компенсация рассогласования источника за счет применения векторной коррекции, а также использование модуля ECal для настройки импеданса, чтобы устранить ошибки, порождаемые шумами
- Высокая точность измерений с тестовой оснасткой, на полупроводниковых пластинах и в автоматизированных системах
- Высокая скорость измерений: в 4-10 раз выше скорости анализаторов коэффициента шума серии Keysight NFA
- Точные измерения шума дифференциальных устройств с помощью векторного исключения симметрирующих преобразователей и гибридных устройств

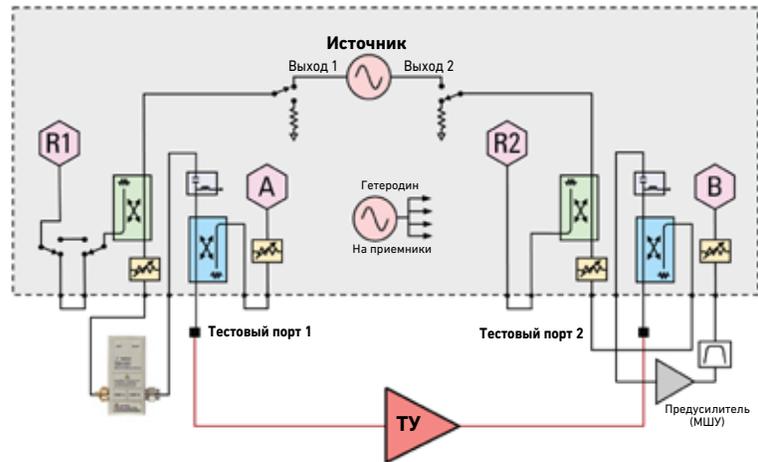
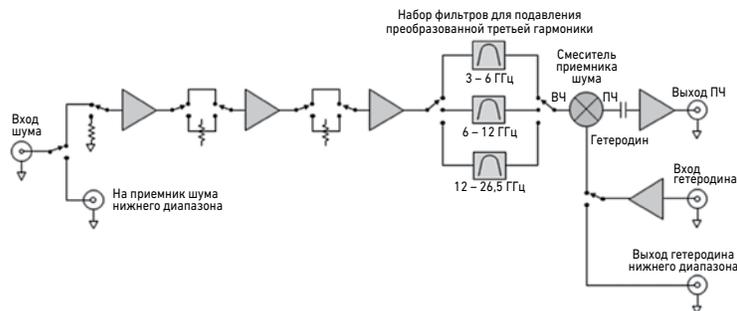


Схема измерения коэффициента шума с помощью PNA с применением модуля ECal для настройки импеданса, внешнего малошумящего усилителя (МШУ) и фильтра для повышения чувствительности и точности измерений.



Для измерений коэффициента широкополосного шума, Keysight рекомендует использовать PNA-X с малошумящим приемником (опция 029), который имеет встроенные МШУ, фильтры для подавления гармоник и, для моделей 44,5/50/67 ГГц, встроенное устройство согласования импеданса.



Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Быстрое измерение характеристик усилителя с активной нагрузкой и высоким коэффициентом отражения (приложение S93088A)

Проблемы измерения характеристик нагрузки

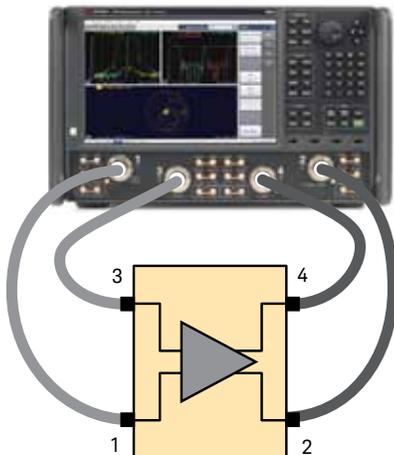
- Необходимость работы с мощными тестируемыми устройствами
- Механические согласующие устройства работают медленно и не могут обеспечить полное отражение от нагрузки

Особенности управления фазой источника с помощью PNA:

- Быстродействующие активные нагрузки, реализуемые вторым встроенным источником или внешним источником
- Полное отражение с заданными пользователем фиксированными или свипируемыми сдвигами фазы
- Измерение выходной мощности, согласования и коэффициента усиления усилителей при разной нагрузке
- Гибридные измерительные схемы, объединяющие механическую и активную настройку для согласования нагрузки на основной частоте и частоте гармоник



В гибридных схемах с произвольным импедансом большую часть отраженного сигнала обеспечивает пассивное согласующее устройство, поэтому в режиме полного отражения от активной нагрузки требуется значительно меньшая мощность.



Используя два внутренних источника анализатора PNA, iTMSA подает сигналы на дифференциальный усилитель, работающий в реальных условиях, позволяя точно измерять S-параметры смешанного режима в любых условиях работы.

Упрощение тестирования I/Q-преобразователей, I/Q-модуляторов и дифференциальных смесителей (приложение S93089A)

Проблемы измерения характеристик I/Q и дифференциальных преобразователей

- Необходимость работы с сигналами с разностью фаз 90° или 180°
- Традиционный подход с использованием гибридных ответвителей и(или) симметрирующих преобразователей имеет следующие недостатки:
 - узкий частотный диапазон, вынуждающий использовать несколько компонентов для широкополосных измерений;
 - ограниченное смещение фазы не позволяет определить оптимальную настройку при свипировании по фазе;
 - потери и погрешность (обычно $\pm 3\text{--}12^\circ$);
 - трудно использовать в схемах тестирования устройств на полупроводниковых пластинах.

Приложение PNA-X для дифференциальных и I/Q-устройств

- Точное управление фазой внутреннего и внешнего источников, нет необходимости использовать гибридные ответвители и симметрирующие преобразователи
- Возможность настройки приемников на все частоты, необходимые для полного тестирования устройства
- Свипирование по частоте для измерений во всей полосе частот или свипирование по фазе и мощности на заданной частоте для измерения разбаланса квадратурных или дифференциальных сигналов
- Измерения мощности с коррекцией рассогласования для повышения точности измерений

Тестирование дифференциальных усилителей в реальных условиях (приложение S93460A)

Проблемы измерения характеристик дифференциальных усилителей

- Обычные двухпортовые векторные анализаторы цепей с симметрирующими преобразователями не обеспечивают нужных характеристик для синфазного и смешанного режимов
- Частотный диапазон симметрирующих преобразователей изначально ограничен, что вынуждает разбивать измерение на несколько этапов для перекрытия широкого диапазона частот
- Фазовые ошибки симметрирующих преобразователей порождают погрешности дифференциальных характеристик
- Современные четырехпортовые векторные анализаторы цепей позволяют измерять S-параметры смешанного режима с несимметричным входным сигналом, но в реальных условиях в области компрессии дифференциальные усилители могут по-разному реагировать на такой сигнал

Особенности применения встроенного в PNA источника реальных сигналов iTMSA:

- Измерение S-параметров смешанного режима дифференциальных усилителей при подаче истинных дифференциальных и синфазных сигналов
- Коррекция рассогласования на входе тестируемого устройства для минимизации фазовой и амплитудной ошибки между двумя источниками
- Режим подачи сигнала только на вход предотвращает повреждение усилителя, вызванное подачей сигнала на выходной порт
- Произвольное смещение фазы и свипирование по фазе в тестовой оснастке для оптимизации согласования входной цепи с целью получения максимального коэффициента усиления



Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Точное измерение характеристик смесителей и преобразователей (приложение S93082/83A)

Проблемы измерения характеристик смесителей и преобразователей

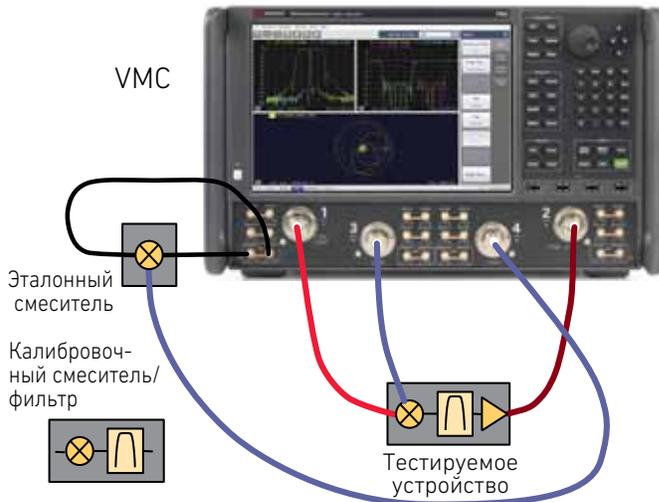
- Традиционный подход, заключающийся в применении анализатора спектра и внешних источников сигнала, громоздок, работает медленно и не дает информации о фазе и групповой задержке
- Традиционным векторным анализаторам спектра необходим внешний источник сигнала, который снижает скорость свипирования
- Традиционные векторные анализаторы спектра измеряют сдвиг фазы и групповую задержку относительно эталонного устройства
- Для минимизации пульсаций, вызванных входным и выходным рассогласованием, часто используются аттенюаторы, что сужает динамический диапазон и снижает стабильность калибровки



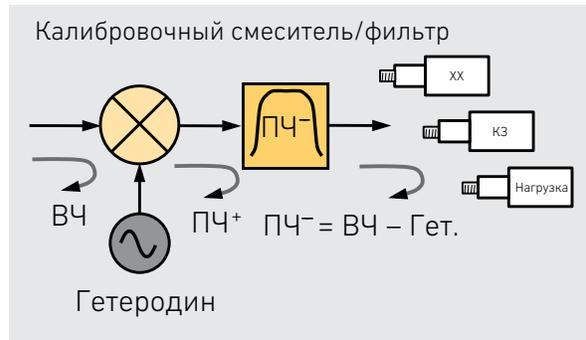
Приложение S93083A – скалярный смеситель/преобразователь плюс управление фазой (SMC+Phase) – упрощает схемы измерения характеристик смесителя и преобразователя, так как эталонные и калибровочные смесители не требуются. Калибровка упрощена за счет использования трех широкополосных компонентов: измерителя мощности в качестве стандарта амплитуды, генератора комбинационных частот в качестве стандарта фазы и калибровочного комплекта S-параметров (механический или электронный модуль калибровки).

Особенности измерения характеристик преобразователей частоты с помощью PNA:

- Простая схема с применением второго внутреннего источника сигнала в качестве гетеродина
- Типовое увеличение скорости измерения в 100 раз по сравнению с методом, основанным на применении анализатора спектра
- Высокая точность измерений за счет применения двух патентованных технологий:
 - Скалярного смесителя/преобразователя (SMC), который обеспечивает измерение согласования и наиболее точное измерение потерь/усиления преобразования, комбинируя двухпортовую калибровку с калибровкой измерителя мощности (приложение S93082A), а с приложением S93083A позволяет выполнять калиброванные измерения абсолютной групповой задержки без эталонного или калибровочного смесителя
 - Векторного смесителя/преобразователя (VMC), который позволяет измерять согласование, потери/усиление преобразования и выполнять малощумящие измерения фазы и абсолютной групповой задержки с помощью векторно-откалиброванного проходного смесителя (приложение S93083A)
- Коррекция входного и выходного рассогласования снижает пульсации и позволяет обойтись без аттенюаторов



Векторный смеситель/преобразователь (VMC) позволяет измерять согласование, потери/усиление преобразования, задержку, рассогласование по фазе между каналами или устройствами, а также фазовые сдвиги в устройстве.



В методе векторного смесителя/преобразователя используются калибровочные меры «холостой ход», «короткое замыкание» и «согласованная нагрузка», а также измерения отражения для создания частотно-преобразующей проходной меры с полным набором характеристик.

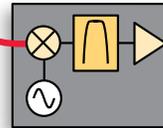


Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Измерение параметров преобразователей со встроенными гетеродинами (приложение S93084A)

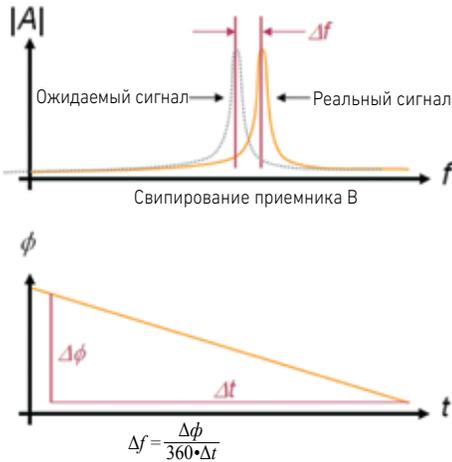
Приложение встроенного гетеродина

- Использует свипирование с грубой и точной настройкой для расчета отклонения частоты гетеродина от номинального значения
- Автоматически настраивает приемники PNA для коррекции дрейфа частоты гетеродина тестируемого устройства от свипирования к свипированию
- Работает с:
 - приложением для измерения коэффициента шума (S93029A)
 - приложением для измерения параметров смесителя/преобразователя частоты со скалярной калибровкой (S93082A)
 - приложением для измерения параметров преобразователя частоты (S93083A)
 - приложением для измерения компрессии преобразователя частоты (S93086A)
 - приложением для измерения интермодуляционных искажений (S93087A)

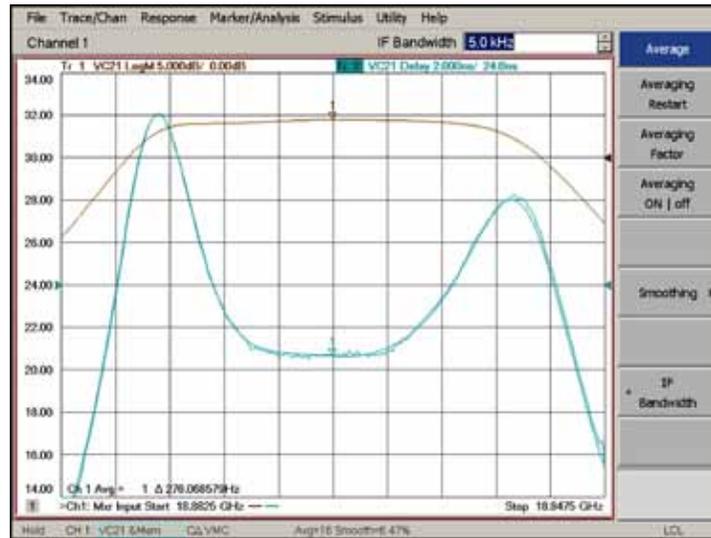


Тестируемое устройство

Приложение S93084A можно использовать в сочетании со многими другими приложениями для активных измерений PNA с целью тестирования преобразователей со встроенным гетеродином без доступа к внутреннему источнику опорной частоты.



Приложение S93084A использует свипирование с грубой перестройкой частоты (вверху) для определения номинальной отстройки гетеродина. Свипирование с фазой, зависящей от времени (внизу), позволяет точно оценивать отстройку гетеродина.



Сравнение измерений преобразователя с синхронизированным и несинхронизированным гетеродином демонстрирует превосходную корреляцию измерений. Для повышения точности при измерении параметров устройств со встроенными гетеродинами часто используется усреднение и умеренное сглаживание.



Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Расширение полосы частот PNA в миллиметровую область

Особенности уникальной аппаратной архитектуры PNA:

- СВЧ-анализатор цепей с однократным свипированием в диапазоне частот от 900 Гц до 120 ГГц
- Двух- или четырехпортовые решения для измерения характеристик различных симметричных и несимметричных устройств СВЧ-диапазона
- Дифференциальные и квадратурные измерения в СВЧ-диапазоне с помощью двух внутренних источников с управляемой фазой
- Полностью интегрированное решение для импульсных измерений в СВЧ-диапазоне с помощью встроенных импульсных модуляторов и импульсных генераторов
- Точная регулировка мощности в СВЧ-диапазоне за счет применения расширенных методов калибровки мощности источника
- Прямое подключение терагерцовых модулей расширения диапазона частот к PNA с помощью двух внутренних источников



Двух- и четырехпортовые широкополосные решения с однократным свипированием (от 900 Гц до 120 ГГц)

Анализаторы цепей СВЧ-диапазона N5290/91A на основе PNA с диапазоном частот до 120 ГГц выпускаются только в двухпортовом исполнении. Четырехпортовые решения реализуются на базе четырехпортового анализатора цепей PNA-X. Широкополосные системы N5290/91A обеспечивают полное тестирование пассивных и активных компонентов и преобразователей частоты. Эти системы отличаются от систем N5251A компактностью, улучшенными характеристиками и более широким диапазоном частот.

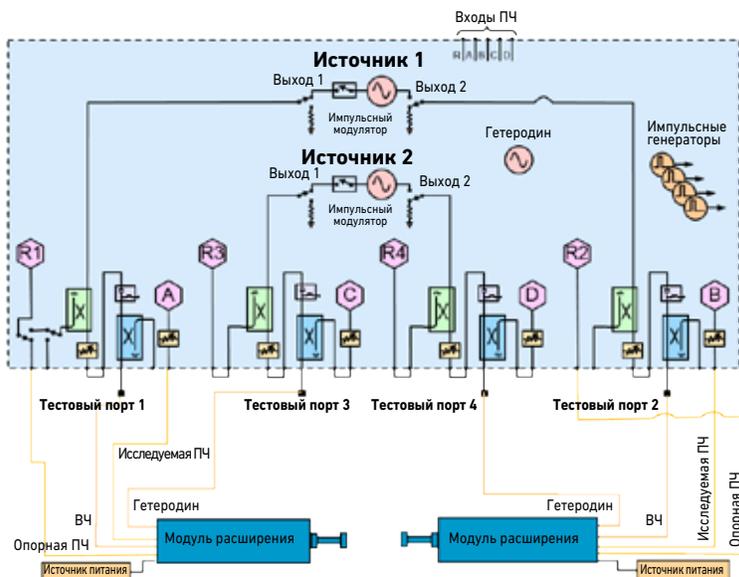
Двух- и четырехпортовые узкополосные решения

Контроллер схемы измерений СВЧ-диапазона N5262A подключает к PNA четыре испытательных СВЧ-модуля. Для двухпортовых измерений имеется контроллер схемы измерений СВЧ-диапазона N5261A.



Терагерцовые решения без схемы измерений

Прямое подключение модулей VDI к четырехпортовому PNA позволяет измерять S-параметры вплоть до 1,5 ТГц.



Архитектура двухпортовой системы с прямым подключением модулей

Структурная схема двухпортовой СВЧ-системы с четырехпортовым PNA и двумя модулями расширения частот до СВЧ-диапазона.

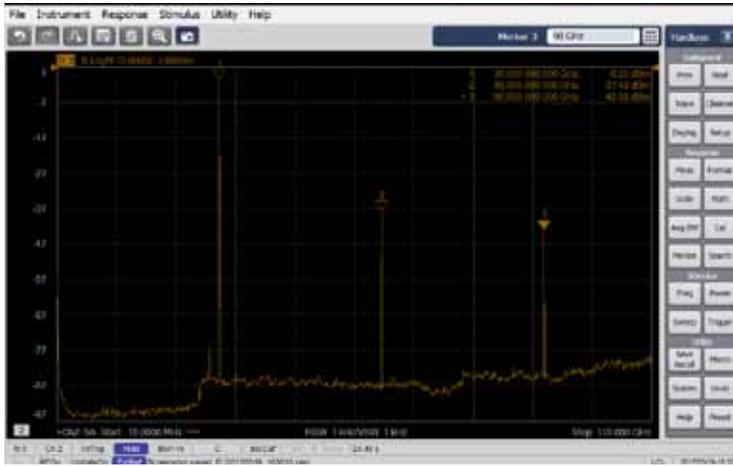


Инновационные приложения анализаторов серии PNA

Измерения в СВЧ-диапазоне с помощью PNA

Анализ спектра СВЧ-диапазона

Системы СВЧ-диапазона на основе PNA могут использовать все преимущества приложений анализа спектра. Это позволяет измерять гармоники высшего порядка и паразитные составляющие в миллиметровом диапазоне.



Приложение анализа спектра PNA используется для измерения гармоник усилителя СВЧ-диапазона.

Многоканальные СВЧ-измерения

Полные измерения характеристик активных устройств в СВЧ-диапазоне могут быть выполнены с помощью нескольких приложений PNA с использованием одной измерительной схемы или без изменения положения зонда полупроводниковой пластины. Для упрощения калибровки многоканальных систем используется функция калибровки всех каналов.



Для измерения параметров усилителя в диапазоне частот от 10 МГц до 125 ГГц, в дополнение к измерению S-параметров, используются приложения анализа спектра, измерения компрессии усиления, дифференциальных и квадратурных измерений.

Скалярные измерения смесителей

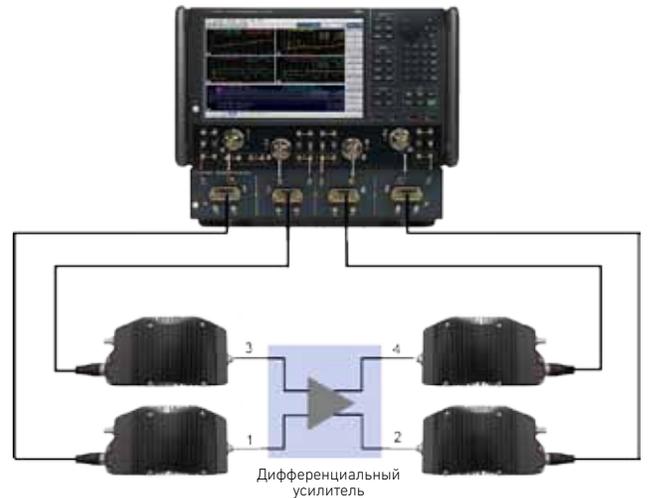
Измерение потерь/усиления преобразования и согласования на входе/выходе смесителей и преобразователей частоты в СВЧ-диапазоне.



PNA с двумя источниками, четырехпортовым контроллером N5292A и модулями расширения диапазона частот позволяет измерять характеристики смесителей и преобразователей в СВЧ-диапазоне. Второй источник PNA подает сигнал гетеродина на смеситель.

Дифференциальные и квадратурные СВЧ-измерения

- Самая высокая в отрасли точность измерения за счет применения расширенных методов коррекции ошибок
- Встроенная функция свипирования по фазе с управлением мощностью



Для дифференциальных измерений симметричного трансимпедансного усилителя используются четырехпортовый PNA, контроллер N5292A и модули расширения диапазона частот N5293A.



PNA-L: Тестирование пассивных и активных компонентов по привлекательной цене

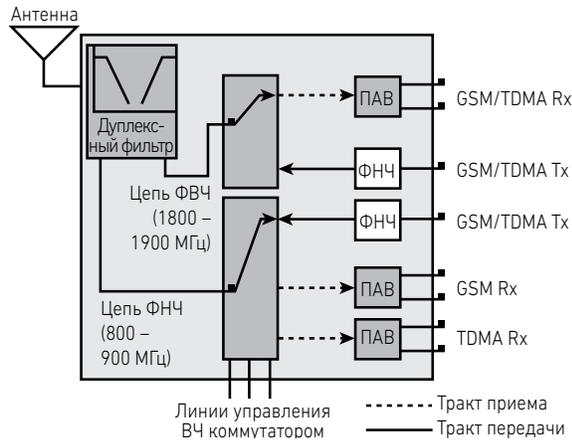
Keysight PNA-L предназначен для общего анализа электрических цепей и является оптимальным решением при ограниченном бюджете. Используя то же микропрограммное обеспечение, что и PNA, PNA-L предлагает идеальный баланс стоимости и производительности. PNA-L обладает гибкостью и эффективностью при применении как в научных исследованиях, так и на производстве. Область его применения простирается от мобильной связи и производства компонентов для беспроводных сетей до аэрокосмической и оборонной промышленности.



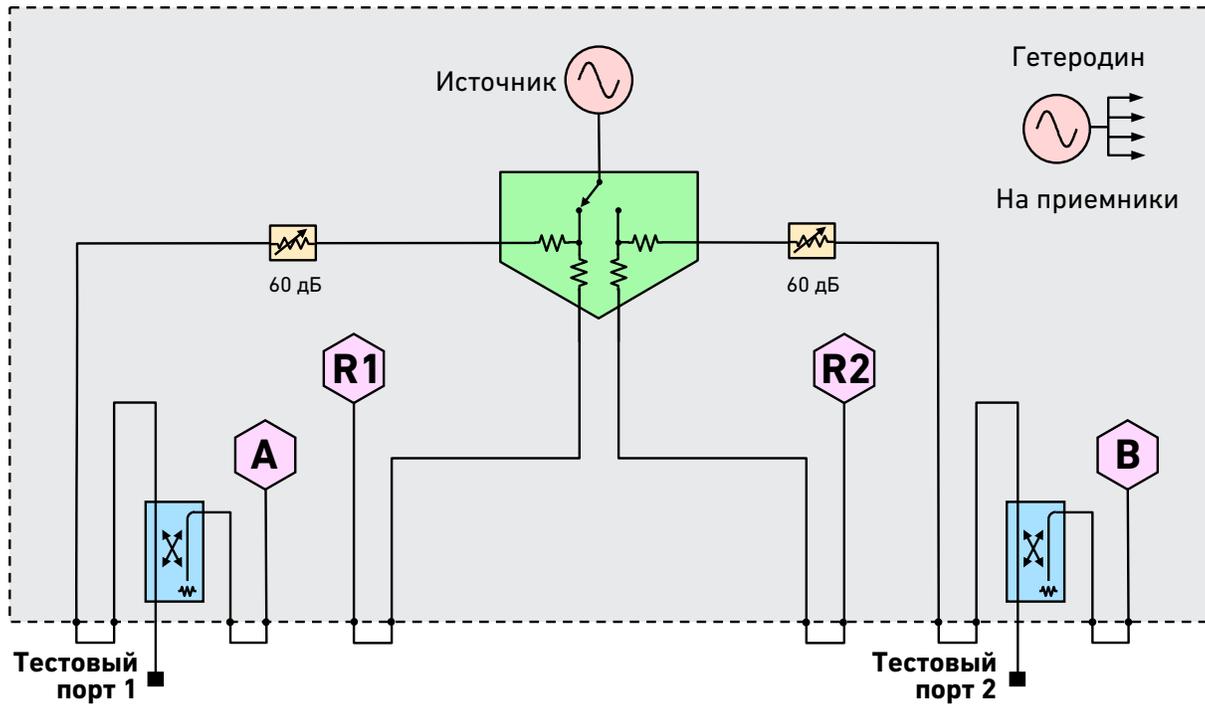
Симметричные/ дифференциальные компоненты

Для пассивных устройств, имеющих один или несколько симметричных/дифференциальных портов, PNA-L позволяет выполнять измерения S-параметров смешанного режима без дополнительных симметрирующих преобразователей с присущими им ограничениями.

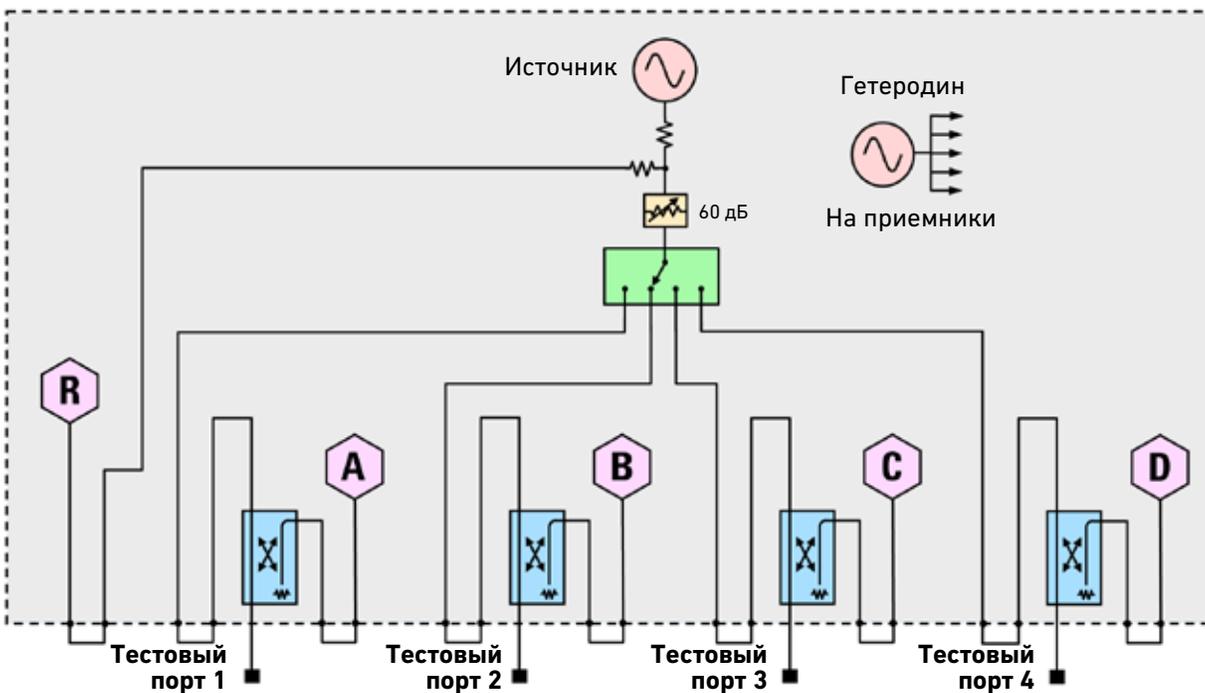
- Отображение дифференциальных и синфазных характеристик, а также характеристик смешанного режима в разных форматах
- Измеряемые параметры включают коэффициент подавления синфазного сигнала и разбаланс амплитуды и фазы
- Поддерживаемые конфигурации порта включают топологии несимметричный-на-симметричный и симметричный-на-симметричный



Структурная схема анализаторов цепей серии PNA-L



Структурная схема двухпортового анализатора серии PNA-L с опцией 216.



Структурная схема четырехпортового анализатора серии PNA-L с опцией 416.



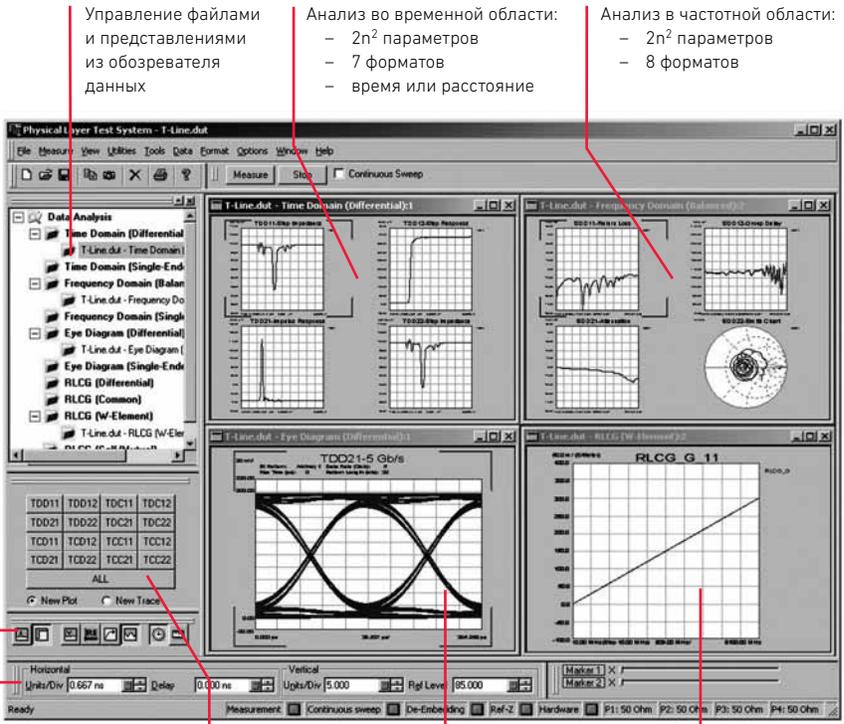
Серия PNA-L: экономичный вариант для измерения параметров материалов и целостности сигнала

ПО для тестирования на физическом уровне (PLTS)

Keysight PNA-L представляет собой идеальную платформу для программного обеспечения PLTS.

Особенности ПО PLTS:

- Измерения прямого и отраженного сигналов по входу и по выходу с предоставлением результатов во временной и частотной областях специально для анализа целостности сигнала
- Регламентированная процедура настройки, калибровки и регистрации данных
- Полный модальный анализ, включая несимметричные, дифференциальные и смешанные преобразования
- Мощный виртуальный генератор кодовых последовательностей для создания глазковых диаграмм на основе измеренных параметров канала
- Прецизионные модели RLCG, повышающие точность моделей и симуляторов
- Автоматическое исключение симметричного и асимметричного влияния тестовой оснастки
- Расширенный редактор формул для составления пользовательских уравнений, таких как сумма мощностей для измерений совместимости по перекрестным помехам



Управление файлами и представлениями из обозревателя данных

Анализ во временной области:
– $2n^2$ параметров
– 7 форматов
– время или расстояние

Анализ в частотной области:
– $2n^2$ параметров
– 8 форматов

Управление форматом, масштабом и маркерами через простую панель

Управление графиками с помощью контекстно-зависимых кнопок

Анализ глазковой диаграммы:
– $2n^2$ параметров
– 8 форматов

Извлечение модели RLCG
– $2n^2$ параметров

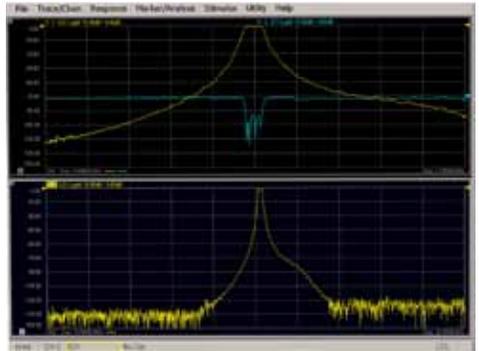
Измерение параметров материалов

Keysight предлагает несколько инструментов, помогающих определять диэлектрические и магнитные свойства материалов, и в том числе ПО для измерения параметров материалов N1500A, комплект диэлектрических пробников N1501A и разделенный цилиндрический резонатор 85072A. Основой системы является универсальный анализатор цепей Keysight, например PNA-L, измеряющий реакцию материала на ВЧ или СВЧ сигнал.

ПО PLTS предлагает широкий выбор средств анализа для инженеров, измеряющих целостность сигнала.

Особенности решения Keysight для измерения параметров материалов:

- Управление анализатором цепей для автоматических измерений зависимости диэлектрической проницаемости и магнитной проницаемости от частоты
- Отображение результатов в разных форматах (ϵ_r' , ϵ_r'' , $\tan \delta$, μ_r' , μ_r'' , $\tan \delta_m$, диаграмма Коул Коула)
- Множество методов измерений и математических моделей для удовлетворения требований большинства приложений
- Поддержка различных пробников и тестовых оснасток, а также измерений в свободном пространстве
- Непосредственный обмен данными с другими программами, работающими на ОС Windows, или через интерфейс объектной модели программных компонентов (COM)



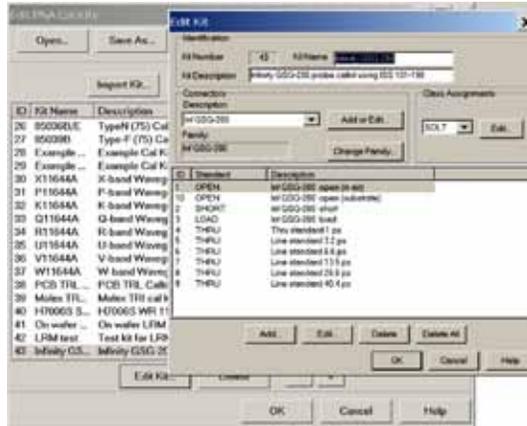
Измерения на пластинах с помощью анализаторов семейства PNA

Анализаторы цепей PNA и PNA-L можно легко объединять с зондовой станцией СВЧ диапазона для создания комплексной системы измерений на полупроводниковых пластинах. Для выполнения измерений на полупроводниковых пластинах можно использовать все мощные измерительные приложения PNA. Если для калибровки требуется датчик мощности, встроенное программное обеспечение PNA проведет пользователя через все этапы, необходимые для согласования калибровок мощности и S-параметров в едином наборе эталонных характеристик полупроводниковой пластины.



Особенности решения для измерений на полупроводниковых пластинах на основе PNA:

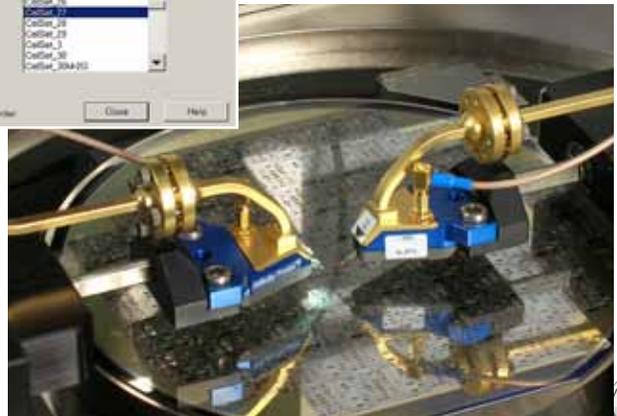
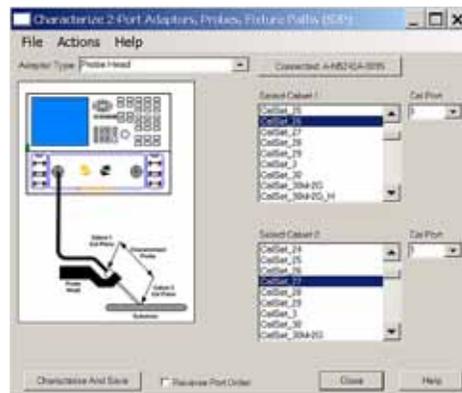
- Измерение характеристик фильтров, усилителей и преобразователей частоты
- Полный набор калибровок типа TRL для обеспечения точности измерений
- Возможность дифференциальных измерений с помощью несимметричных или реальных дифференциальных воздействующих сигналов
- Точное управление уровнем для прецизионных измерений мощности
- Макрос для измерения параметров пробников, упрощающий расчет S-параметров для исключения влияния пробника



Редактор калибровочного комплекта PNA упрощает ввод определенных эталона импеданса подложки (ISS) для калибровки на полупроводниковых пластинах

Полные решения для полупроводниковых пластин от Cascade Microtech

Компания Cascade Microtech является ведущим мировым производителем высококачественных СВЧ зондовых станций и официальным партнером по разработке решений компании Keysight. Cascade Microtech предлагает широкий ассортимент зондовых станций и пробников для охвата всех приложений и диапазонов частот. Кроме того, ПО WinCal XE повышает точность и производительность ВЧ измерений за счет применения регламентированной процедуры настройки, автоматической калибровки и проверки, последовательного выполнения тестов и других расширенных инструментов для ВЧ измерений.



Расширение возможностей семейства PNA для поддержки многопортовых устройств

Проблемы тестирования многопортовых устройств:

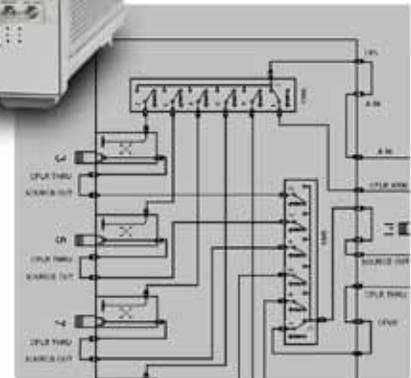
- Многие компоненты имеют более 4 портов
- Переключение кабелей выполняется медленно и порождает ошибки
- Стандартная двухпортовая калибровка не позволяет корректировать порты за пределами тестового тракта, что приводит к снижению точности

Особенности решения для многопортовых измерений на основе PNA и PNA-L:

- Интегрированные испытательные системы состоят из анализатора цепей и внешней многопортовой измерительной системы, прозрачно управляемой микропрограммным обеспечением PNA
- Измерение с одним подключением к тестируемому устройству повышает производительность тестирования
- Высокая точность за счет применения расширенных методов калибровки
- Полная совместимость с PLTS

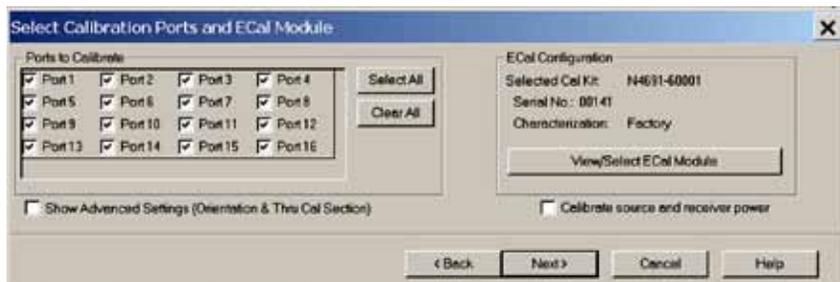
Гибкое оборудование схемы измерений

- Измерительные ответвители на каждом порту позволяют выполнять точные и стабильные измерения
- При необходимости можно добавлять внешние устройства для обработки сигналов, такие как аттенуаторы, усилители и устройства развязки
- Матричный коммутатор для расширения охвата тестируемых устройств или для переключения измерительных трактов в соответствии с требованиями конкретного тестируемого устройства



Расширенная калибровка

- N-портовая калибровка корректирует согласование нагрузки на всех портах тестируемого устройства независимо от того, находятся ли они в измерительном тракте или нет. Это обеспечивает высокую точность, независимо от развязки между портами тестируемого устройства
- Калибровка QSOLT (быстрая калибровка мерами K3, XX, «согласованная нагрузка» и «сквозное соединение») сокращает число корректировочных эталонов, необходимых для полной N-портовой калибровки
- В сочетании с измерительной системой можно применять адаптированную к приложению калибровку для поддержки измерений компрессии, интермодуляционных искажений и коэффициента шума



Создание комплексного решения

Расширенные средства калибровки

Калибровка анализаторов цепей чрезвычайно важна для прецизионных измерений и может быть особенно сложной при использовании некоаксиальных соединений, например в тестовой оснастке, зондовой станции или волноводной системе. Семейство анализаторов PNA поддерживает широкий диапазон механических и электрических калибровочных комплектов и предлагает расширенные методы калибровки, упрощающие тестирование и обеспечивающие лучшую в своем классе точность. Средства калибровки Keysight включают:

- Высокопроизводительные двух- и четырехпортовые модули ECal с диапазоном частот от 300 кГц до 67 ГГц и с девятью типами разъемов
- QSOLT и n-портовую калибровку для многопортовых испытательных систем
- Основанные на данных модели калибровочных мер и расширенные математические функции для повышения точности на высоких частотах
- Измерения мощности с коррекцией согласования для устранения ошибок рассогласования
- Программное исключение влияния тестовой оснастки, согласование портов и преобразование импеданса



Защитите вложения в программное обеспечение

Компания Keysight защищает ваши вложения в ПО 8753, 8720 и 8510, предлагая средства преобразования кода для сокращения расходов.

www.keysight.com/find/nadisco

Форум по анализаторам цепей

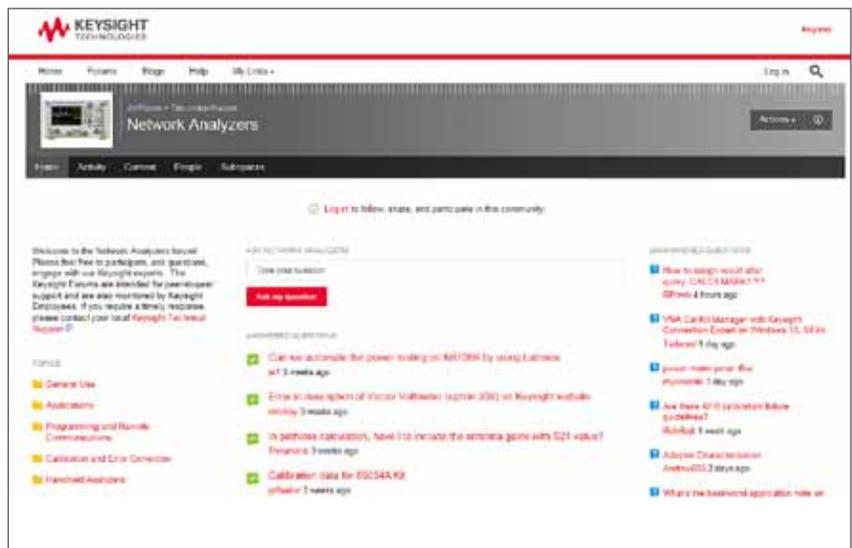
Посетите дискуссионный форум, посвященный анализаторам цепей, чтобы узнать, как ваши коллеги решают некоторые наиболее сложные измерительные проблемы.

www.keysight.com/find/na_forum

Рекомендации по применению

Дополнительную информацию о применении анализаторов цепей PNA можно найти на странице

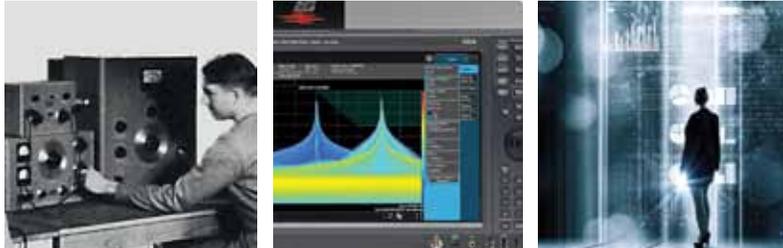
www.keysight.com/find/pnaapps



Развиваемся с 1939 года

Уникальное сочетание наших приборов, программного обеспечения, знаний и опыта наших инженеров позволит вам воплотить в жизнь новые идеи. Мы открываем двери в мир технологий будущего.

От Hewlett-Packard и Agilent к Keysight



myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Персонализированная подборка только нужной вам информации.

http://www.keysight.com/find/emt_product_registration

Зарегистрировав свои приборы, вы получите доступ к информации о состоянии гарантии и уведомлениям о выходе новых публикаций по приборам.

KEYSIGHT SERVICES

Accelerate Technology Adoption.
Lower costs.

Услуги Keysight

www.keysight.com/find/service

Центр сервиса и метрологии Keysight готов предложить вам свою помощь на любой стадии эксплуатации средств измерений – от планирования и приобретения новых приборов до модернизации устаревшего оборудования. Широкий спектр услуг ЦСМ Keysight включает услуги по проверке и калибровке СИ, ремонту приборов и модернизации устаревшего оборудования, решения для управления парком приборов, консалтинг, обучение и многое другое, что поможет вам повысить качество ваших разработок и снизить затраты.

Планы технической поддержки Keysight

www.keysight.com/find/AssurancePlans

ЦСМ Keysight предлагает разнообразные планы технической поддержки, которые гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

Торговые партнеры компании Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners

Получите двойную выгоду: глубокие профессиональные знания в области измерений и широкий ассортимент решений компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнерами.



Дополнительная информация доступна по следующим ссылкам:

www.keysight.com/find/accessories

www.keysight.com/find/antenna

www.keysight.com/find/ecal

www.keysight.com/find/materials

www.keysight.com/find/multiport

www.keysight.com/find/plts

www.keysight.com/find/pna

www.keysight.com/find/pulsedrf



Unlocking Measurement Insights

Российское отделение Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская
наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286 (Звонок по России
бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр Keysight Technologies в России

115054, Москва, Космодамианская
наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com



www.keysight.com/go/quality

Система управления качеством
Keysight Technologies, Inc.

сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2015

Технические характеристики и описания
продуктов могут изменяться без
предварительного уведомления.

© Keysight Technologies, 2011 - 2014, 2017

Published in USA, December 01, 2017

5990-8290RURU

www.keysight.com

