

Keysight Technologies

Векторные анализаторы цепей

Руководство по выбору



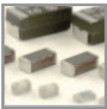

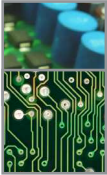


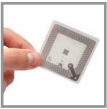




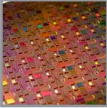


















Содержание

Векторные анализаторы цепей компании Keysight	04
Анализ и тестирование активных компонентов.....	05
Анализ и тестирование пассивных компонентов.....	07
Задачи общего назначения, использование в учебных лабораториях.....	09
Производственные испытания.....	12
Анализ межсоединений высокоскоростных последовательных устройств	14
Монтаж и обслуживание	15
Сопутствующие продукты и принадлежности для анализаторов цепей.....	16
Сравнение основных характеристик и функций	18
Модернизация и переход на приборы следующего поколения.....	21
Дополнительные материалы.....	22
Web-ресурсы	22



Уверенность в результатах измерений









При тестировании активных или пассивных устройств важно найти оптимальное сочетание производительности и скорости измерительного оборудования. При проведении НИОКР наши векторные анализаторы цепей (ВАЦ) высшего класса обеспечивают такой уровень достоверности измерений, который помогает трансформировать глубокие знания в высокое качество разработок. На производстве наши недорогие ВАЦ обеспечивают производительность и надёжность, что позволяет превращать детали в конкурентоспособные компоненты. Каждый ВАЦ компании Keysight Technologies - это воплощение нашего профессионального опыта в области тестирования параметров линейных и нелинейных устройств. И в лаборатории, и на производстве, и в полевых условиях будете уверены в точности измерений.

	Производитель				Оператор	
	Устройства/материалы	Компоненты	Модули/подсистемы	Установки/системы		
Беспроводная связь	Конденсаторы Катушки индуктивности Ферритовые шайбы Ячейки памяти Печатные платы Материалы   	Антенны Кабели Соединители Переходы Генераторы   	Фильтры Фильтры базовых станций   Усилители Усилители мощности МШУ  	Входные модули  Смесители Преобразователи частоты  	Базовые станции  Наземная станция системы спутниковой связи  Одноранговая связь (P2P)  РЛС 	Базовые станции Ретрансляционные станции  Наземная станция  РЛС  Военная связь 
	Аэрокосмическая и оборонная отрасли					
Промышленность, наука, медицина	НИОКР 	Обучение 	Компоненты для высокоскоростной передачи данных  	Компоненты и системы для диагностики   Медицинские и производственные процессы 	Диагностика 	

Векторные анализаторы цепей компании Keysight

Компания Keysight предлагает ряд ВАЦ с различными диапазонами частот, рабочими характеристиками и универсальностью.

Чтобы помочь Вам выбрать оптимальное решение, в данном руководстве по выбору содержится обзор и наглядное сравнение всех наших анализаторов цепей. Кроме того, приведены типовые области применения этих приборов, измерительные задачи и способы их решения с помощью анализаторов цепей компании Keysight.

Модель	Типовые применения	Диапазон частот	
 <p>N524xB серии PNA-X Самые совершенные и гибкие ВАЦ</p>	<ul style="list-style-type: none"> Замена целой стойки с оборудованием одним прибором Полное определение линейных и нелинейных параметров устройств 	<ul style="list-style-type: none"> От 10 МГц до 8,5/13,5/26,5/ 43,5/50/67 ГГц До 1,5 ТГц с модулями расширения частотного диапазона Расширение диапазона частот вниз до 900 Гц доступно в моделях N5242B/45B/47B 	
<p>Семейство PNA Непревзойдённое качество измерений</p>	 <p>N522xB серии PNA Высокопроизводительные ВАЦ СВЧ-диапазона</p>	<ul style="list-style-type: none"> Анализ пассивных компонентов с самой высокой производительностью Определение параметров активных компонентов Метрологические и калибровочные лаборатории 	<ul style="list-style-type: none"> От 10 МГц до 13,5/26,5/43,5/50/67 ГГц До 1,5 ТГц с модулями расширения частотного диапазона Расширение диапазона частот вниз до 900 Гц доступно в моделях N5222B/27B
	 <p>N523xB серии PNA-L Экономичные ВАЦ СВЧ-диапазона</p>	<ul style="list-style-type: none"> Измерение S-параметров в СВЧ-диапазоне Анализ целостности сигналов Измерения параметров материалов 	<ul style="list-style-type: none"> От 300 кГц до 8,5/13,5/20 ГГц От 10 МГц до 43,5/50 ГГц
<p>ENA Снижение затрат на тестирование</p>	 <p>E5080A ENA ВАЦ ВЧ-диапазона с высокими характеристиками и современным графическим интерфейсом пользователя</p>	<ul style="list-style-type: none"> Тестирование ВЧ-компонентов Тестирование режекторных фильтров с высоким коэффициентом подавления в полосе заграждения Тестирование многопортовых модулей 	<ul style="list-style-type: none"> От 9 кГц до 4,5/6,5/9 ГГц
	 <p>E5072A ENA ВАЦ ВЧ-диапазона с высокими характеристиками и конфигурируемыми измерительными блоками</p>	<ul style="list-style-type: none"> Тестирование ВЧ-усилителей Тестирование компонентов базовых станций Измерения пассивных интермодуляционных помех 	<ul style="list-style-type: none"> От 30 кГц до 4,5/8,5 ГГц
	 <p>E5071C ENA ВАЦ ВЧ-диапазона с высокими характеристиками</p>	<ul style="list-style-type: none"> Тестирование ВЧ-компонентов Тестирование многопортовых модулей Измерение параметров материалов Анализ целостности сигналов 	<ul style="list-style-type: none"> От 9 кГц до 4,5/6,5/8,5 ГГц От 300 кГц до 14/20 ГГц
	 <p>E5061B ENA ВАЦ НЧ/ВЧ-диапазона с функцией анализа импеданса Недорогой ВАЦ ВЧ-диапазона</p>	<ul style="list-style-type: none"> Тестирование НЧ-компонентов/схем Анализ импеданса компонентов Тестирование ВЧ-компонентов Тестирование компонентов кабельного телевидения 	<ul style="list-style-type: none"> От 5 Гц до 0,5/1,5/3 ГГц От 100 кГц до 1,5/3 ГГц
	 <p>E5063A ENA Недорогой ВАЦ ВЧ-диапазона для тестирования пассивных компонентов</p>	<ul style="list-style-type: none"> Производственные испытания антенн Тестирования пассивных ВЧ-компонентов Измерение параметров материалов Производственные испытания печатных плат 	<ul style="list-style-type: none"> От 100 кГц до 0,5/1,5/3/4,5/6,5/ 8,5/14/18 ГГц

Анализ и тестирование активных компонентов

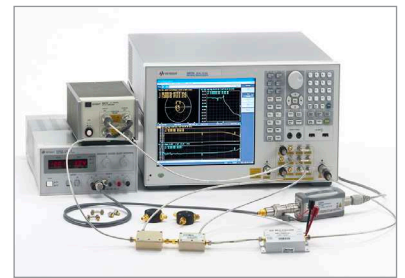
Проблемы измерений

Анализаторы цепей компании Keysight можно использовать для тестирования параметров активных компонентов, таких как усилители, смесители и преобразователи частоты. Они могут легко измерять обычно нормируемые параметры усилителей, такие как коэффициент усиления, компрессия коэффициента усиления и фазы, изоляция, обратные потери и групповое время запаздывания (ГВЗ). Измерение гармонических (нелинейных) искажений часто используется для получения представления о нелинейном поведении усилителей и требует, чтобы приёмник настраивался на частоту, отличную от частоты сигнала источника. Устройства с преобразованием частоты, такие как смесители и преобразователи частоты, создают уникальные проблемы измерений, поскольку частоты входных и выходных сигналов отличаются. Анализаторы цепей, используемые для тестирования таких устройств, должны иметь режим смещения частоты для обнаружения выходных сигналов, частоты которых отличаются от частот входных сигналов.

Дополнительные измерительные приборы и устройства формирования сигналов могут потребоваться для тестирования с использованием двухтонального сигнала, высоких уровней входной и выходной мощности или для других видов измерений, включая измерение коэффициента шума, коэффициента утечки мощности в соседний канал (ACPR) и модуля вектора ошибки (EVM). В результате, испытательная система становится сложной или требует её реализации в виде нескольких станций.

Технические решения компании Keysight

Компания Keysight предлагает широкий выбор гибких и доступных по цене технических решений для векторного анализа цепей активных компонентов. ВАЦ компании Keysight предназначены для определения линейных и нелинейных параметров с наивысшей точностью. В дополнение к высоким характеристикам, разнообразные измерительные приложения упрощают настройку, сокращают время тестирования и повышают точность измерений.



Ключевые преимущества

- Коэффициент усиления, согласование и изоляция усилителей: измерение S-параметров
- Измерение характеристик преобразования AM-AM и AM-PM: свипирование уровня мощности, калибровка мощности источника и приёмника
- Возможность конфигурации для измерений с высокими уровнями мощности/в импульсных режимах: конфигурируемый измерительный блок, высокая выходная мощность, аттенюаторы источника и приёмника, внутренние импульсные генераторы, управление внешними импульсными генераторами, внутренние импульсные модуляторы
- Измерение потерь/усиления преобразования устройств с преобразованием частоты: режим смещения частоты, калибровка мощности источника и приёмника, скалярная калибровка смесителя
- Измерение ГВЗ и фазы устройств с преобразованием частоты: режим смещения частоты, калибровка амплитуды и фазы, векторная калибровка смесителя
- Генерация/измерение сигнала гетеродина: второй внутренний источник, управление внешним источником ВЧ-сигнала, 3-портовая калибровка и измерения, калибровка мощности сигнала гетеродина
- Измерения смесителей со следующими топологиями: свипируемая частота ВЧ-сигнала/ фиксированная частота гетеродина (фиксированная частота ПЧ/ свипируемая частота ПЧ), двухкаскадный преобразователь частоты, преобразователь со встроенным гетеродином
- Точная установка уровня выходной мощности и измерение абсолютного уровня мощности: калибровка мощности источника и приёмника, коррекция рассогласования по измерителю мощности, регулировка уровня мощности источника по приёмнику
- Измерение гармонических искажений: режим смещения частоты, калибровка мощности источника и приёмника, низкий уровень гармоник источника, аттенюатор приёмника
- Измерение интермодуляционных искажений (ИМИ): режим смещения частоты, второй внутренний источник, управление внешним источником, внутренняя схема суммирования, измерение ИМИ в режиме свипирования
- Измерения коэффициента шума
- Измерение S22 в "горячем" (рабочем) режиме (Hot-S22): режим смещения частоты, второй внутренний источник, внутренняя схема суммирования
- Измерение КПД добавленной мощности: управление входами напряжения постоянного тока и/или измерителем постоянного тока
- Смещение по постоянному току: встроенный источник смещения, управление источником/внутренние втулки подачи смещения
- Активные "горячие" параметры (в рабочем режиме): устранение проблем взаимного влияния активного устройства и системы тестирования
- Нелинейный векторный анализ цепей (NVNA): анализ сигналов, X-параметры

Анализ и тестирование активных компонентов (продолжение)

Модели	Свойства											
	Измерение коэффициента усиления, согласования и изоляции усилителей	Измерение параметров преобразований AM-AM, AM-PM усилителей	Конфигурация для измерений с высокими уровнями мощности ¹	Измерения в импульсных режимах	Смещение по пост. току/ входы напряжения постоянного тока	Режим смещения частоты, измерение потерь/усиления преобразования, фазы и ГВЗ	Мастер настройки/ быстрый запуск измерений	Приложения для тестирования активных компонентов ²	Анализ спектра	Два внутренних источника	Внутренняя схема суммирования/ переключатели трактов	NVNA
PNA-X	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PNA	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• ⁷		
PNA-L	•	•	• ³	• ⁴		• ⁶	•	•				
E5080A	•	•		• ⁴	•	•	•					
E5072A	•	•	• ³	• ⁴	•	•	•					
E5071C	•	•		• ⁴	•	•	•					
E5061B с опцией НЧ-диапазона	•	•		• ⁴	• ⁵							
E5061B с опцией ВЧ-диапазона	•	•		• ⁴								
M9485A	•	•	•	•	•	•	•	•				
FieldFox	•				• ⁵	• ⁸						

1. Включает конфигурируемый измерительный блок, высокую выходную мощность, аттенуатор источника и аттенуатор приёмника.
2. Включает приложения для измерения компрессии усиления в режиме свипирования частоты, ИМИ с использованием двухтонального сигнала, измерений в импульсных режимах, измерений коэффициента шума для усилителей и преобразователей частоты.
3. Аттенуатор приёмника недоступен.
4. Требуются внешние импульсные генераторы и модуляторы.
5. Встроенный источник напряжения смещения постоянного тока, втулки подачи смещения по постоянному току отсутствуют.
6. Измерения фазы/ГВЗ недоступны.
7. Требуется 4-портовый анализатор цепей серии PNA.
8. Измерение скалярных параметров передачи в режиме смещения частоты с использованием измерителя мощности с шиной USB или анализатора спектра.

Типовые технические решения

Наиболее комплексное и гибкое решение

СВЧ-анализатор цепей N524xB серии PNA-X

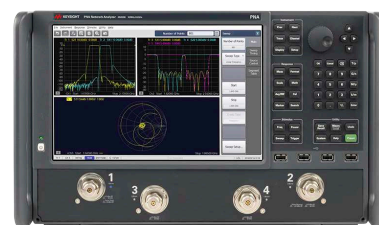
- От 10 МГц до 8,5/13,5/26,5/43,5/50/67 ГГц, 2- или 4-портовый (расширение диапазона частот вниз до 900 Гц доступно в моделях N5242B/45B/47B)
- Два внутренних источника с низким уровнем гармоник, схема суммирования, импульсные генераторы/модуляторы и малошумящий приёмник
- Переключатели конфигурирования внутренних трактов анализатора для проведения множества измерений за одно подключение
- Измерительные приложения для усилителей и преобразователей частоты, предназначенные для упрощения установки параметров, ускорения проведения измерений и повышения их точности



Наивысшая производительность

СВЧ-анализатор цепей N522xB серии PNA

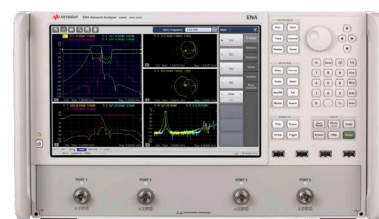
- От 10 МГц до 13,5/26,5/43,5/50/67 ГГц, 2- или 4-портовый (расширение диапазона частот вниз до 900 Гц доступно в моделях N5222B/27B)
- Два внутренних источника (только для 4-портовых моделей) и импульсные генераторы/модуляторы
- Самая высокая производительность и точность при тестировании ВЧ-компонентов
- Измерительные приложения для усилителей и преобразователей частоты, предназначенные для упрощения установки параметров, ускорения проведения измерений и повышения их точности



Отраслевой стандарт для тестирования ВЧ-компонентов, гибкость

Анализатор цепей E5080A серии ENA

- От 9 кГц до 4,5/6,5/9 ГГц, 2- или 4-портовый
- Широкий диапазон выходной мощности источника (от -90 до +15 дБм)
- Режим смещения частоты, измерение параметров смесителей со скалярной (SMC) и векторной (VMC) калибровкой



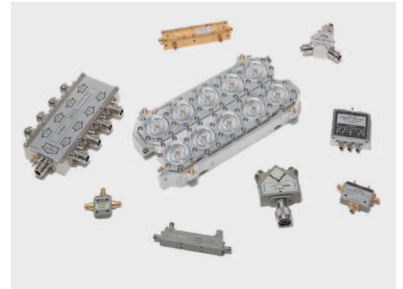
Анализ и тестирование пассивных компонентов

Проблемы измерений

Для качественных систем связи часто требуются пассивные устройства с высокими характеристиками, такие как фильтры, суммирующие устройства, коммутаторы и линии передачи, имеющие низкую неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), низкие вносимые потери в полосе пропускания и высокие коэффициенты подавления в полосе заграждения. Эти устройства иногда используются в балансных схемах, поэтому они имеют несколько входных и выходных портов, что усложняет конфигурацию измерительной системы. Основная проблема при тестировании этих устройств - как можно скорее и проще получить точные данные. Для определения характеристик в многополосном режиме работы требуется широкий диапазон частот измерения.

Технические решения компании Keysight

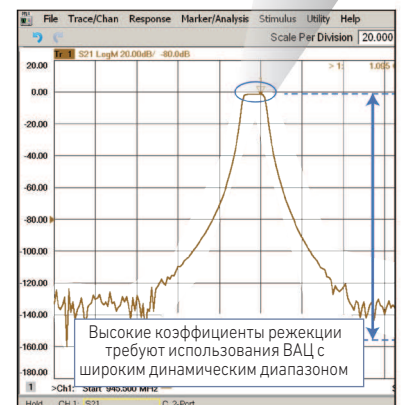
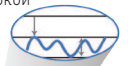
ВАЦ компании Keysight имеют широкий диапазон частот: от 5 Гц до 1,5 ТГц. Низкий уровень зашумленности графика, передовые методы калибровки и высокая стабильность помогают проводить анализ пассивных компонентов с требуемой точностью. ВАЦ с конфигурируемым измерительным блоком обеспечивают прямой доступ к приёмникам, увеличивая динамический диапазон системы для более точных и быстрых измерений параметров устройств. Графики могут быть представлены в различных форматах, а различные функции поиска с использованием маркеров, включающие параметры фильтров, и математические операции над графиками облегчают анализ данных.



Ключевые преимущества

- Широкий динамический диапазон: быстрые и точные измерения характеристик фильтров
- Широкий диапазон частот: перекрывает возможности измерения характеристик внутри и вне полосы пропускания
- Прямой доступ к приёмнику: получение максимально широкого динамического диапазона
- Недорогое техническое решение: технические характеристики и функциональные возможности, вполне достаточные для решения задач тестирования
- Низкий уровень зашумленности графика и высокая стабильность: измерение параметров устройств с высоким качеством
- Калибровка по неизвестной перемычке: точные измерения параметров невстраиваемых устройств
- Определение параметров/исключение тестовой оснастки (перехода): точные измерения характеристик устройств со смешанными типами соединителей
- Измерения S-параметров смешанного режима для балансных устройств: точные измерения без симметрирующего устройства
- Поддержка многопортового измерительного блока: обеспечение более простого анализа многопортовых или нескольких тестируемых устройств (ТУ)
- Полная N-портовая калибровка: точные многопортовые измерения с полной коррекцией рассогласования
- Метрологическая опция: самая высокая точность и стабильность для анализа компонентов с метрологическим качеством
- Анализ во временной области/функция временной селекции: отладка и простое моделирование
- Функции анализа графика, использующие маркеры и математические операции над графиками

Точные измерения низких вносимых потерь и низкой неравномерности АЧХ требуют использования ВАЦ с низким уровнем зашумленности графика и высокой стабильностью характеристик.



Анализ и тестирование пассивных компонентов (продолжение)

Модели	Свойства										
	Мин./макс. значения диапазона частот в серии	Широкий динамический диапазон (дБ)	Расширенный динамический диапазон при прямом доступе к приёмнику	Приемлемая цена	Уровень шума трассы графика при полосе ПЧ 1 кГц (дБ СКЗ) ¹	Калибровка по неизвестной перемычке	Функция исключения/определения параметров тестовой оснастки (перехода)	Измерения S-параметров смешанного режима (балансные измерения) ²	Многопортовые решения	Макс. число портов при полной многопортовой калибровке	Метрологическая опция
PNA-X	10 МГц/67 ГГц	> 130	●		0,002	●	●	●	●	> 4	
PNA	10 МГц/67 ГГц	> 130	●		0,002	●	●	●	●	> 4	●
PNA-L	300 кГц/50 ГГц	> 130	●	●	0,004	●	●	●	●	> 4	
E5080A	9 кГц/9 ГГц	> 135		●	0,0005	●	●	●	●	4	
E5072A	30 кГц/8,5 ГГц	> 120	●		0,0005	●	●			2	
E5071C	9 кГц/20 ГГц	> 120		●	0,0004	●	●	●	●	4	
E5061B с опцией НЧ-диапазона	5 Гц/3 ГГц	> 120			0,003		●			2	
E5061B с опцией ВЧ-диапазона	100 кГц/3 ГГц	> 120		●	0,003		●			2	
E5063A	100 кГц/18 ГГц	> 115		●	0,0006	●	●			2	
M937xA	300 кГц/26,5 ГГц	> 115		●	0,003	●	●	●	●	До 32	
M9485A	1 МГц/9 ГГц	> 130	●	●	0,003	●	●	●	●	До 24	
FieldFox	30 кГц/50 ГГц	> 95		●	0,004 ³	●		●		2	

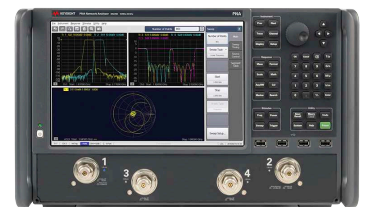
1. Вычисляется на основе технических характеристик при различных установках полосы ПЧ.
2. Однопортовые дифференциальные измерения.
3. Уровень шума трассы графика на частоте 1 ГГц при полосе ПЧ 300 кГц.

Типовые технические решения

Высочайшая точность вплоть до сверхвысоких частот

Анализатор цепей N522xB серии PNA

- От 900 Гц/10 МГц до 13,5/26,5/43,5/50/67 ГГц, 2- или 4-портовый
- Широкий динамический диапазон (> 128 дБ на частоте 26,5 ГГц, > 112 дБ на частоте 67 ГГц)
- Самая высокая точность в мире. Метрологическая опция для наиболее точных измерений S-параметров.
- Поддержка полной N-портовой калибровки
- Возможность использования модулей миллиметрового диапазона для расширения диапазона частот до 1,5 ТГц



Самая высокая точность для тестирования пассивных ВЧ-компонентов

Анализатор цепей E5080A серии ENA

- От 9 кГц до 4,5/6,5/9 ГГц, 2- или 4-портовый
- Широкий динамический диапазон: 135 дБ (нормир.), 147 дБ (тип.)
- Низкий уровень зашумленности графика (0,0015 дБ СКЗ при полосе ПЧ, равной 10 кГц), высокая температурная стабильность (0,005 дБ/°C)



Наилучшее соотношение цена/производительность

Анализатор цепей E5063A серии ENA

- Перекрытие широкого диапазона частот до 18 ГГц, 2-портовый
- Самый недорогой векторный анализатор цепей компании Keysight



Удобство реконфигурирования системы в соответствии с задачами

Векторные анализаторы цепей в формате PXI (PXI VNA) (M937xA и M9485A)

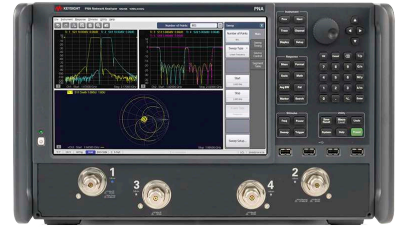
- Поддержка полной N-портовой калибровки
- От 300 кГц до 4/6,5/9/14/20/26,5 ГГц (M937xA)
- Лучшие среди векторных анализаторов цепей в формате PXI характеристики по быстрдействию, динамическому диапазону, уровню зашумленности графика и температурной стабильности (M9485A)



Задачи общего назначения, использование в учебных лабораториях

Проблемы измерений

Векторные анализаторы цепей общего назначения используются в учебных лабораториях технических ВУЗов, а также во многих радиочастотных лабораториях для измерения S-параметров, мощности и параметров материалов для широкого круга пассивных и активных компонентов, имеющих как несимметричные, так и дифференциальные входы и выходы. Устройства обычно имеют 2 или 3, иногда 4 порта и должны измеряться в коаксиальной среде, тестовой оснастке или на пластине. На измерение всех необходимых параметров активных устройств, таких как усилители, смесители и преобразователи частоты, зачастую уходит очень много времени. Тестовое оборудование не используется каждый день и часто распределяется по времени между несколькими группами.



Технические решения компании Keysight

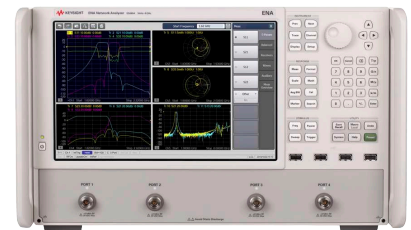
Компания Keysight предлагает широкий спектр ВАЦ общего назначения, от мощных и экономичных настольных моделей, перекрывающих диапазон частот от нескольких гигагерц до сотен гигагерц, до портативных моделей, которые облегчают их совместное использование различными группами и обеспечивают результаты, сравнимые с соответствующими настольными моделями.

- Настольные модели серий ENA и PNA-L обеспечивают превосходное быстродействие и точность измерений по приемлемым ценам
- Модели серии PNA обеспечивают самую высокую точность измерений S-параметров и могут использоваться с модулями миллиметрового диапазона для расширения диапазона частот до 1,5 ТГц
- ВАЦ в формате PXI (PXI VNA) предлагает наилучшие характеристики среди других ВАЦ в формате PXI, занимая только один слот в модульной измерительной системе
- Мастер калибровки, направляющий действия пользователя, и модули электронной калибровки ECal упрощают процедуру калибровки
- Портативный анализатор цепей FieldFox легко переносить из лаборатории в лабораторию



Ключевые преимущества

- 4-портовые модели упрощают тестирование ответвителей, циркуляторов, делителей мощности и других 3- и 4-портовых устройств, а также балансных/дифференциальных компонентов
- Модули электронной калибровки ECal заменяют механические калибровочные наборы, обеспечивая более быстрое и простое выполнение калибровки и значительно снижая вероятность ошибки оператора
- Калибровка по измерителю мощности обеспечивает точные измерения входной и выходной мощности ТУ в очень широком диапазоне уровней мощности
- Встроенная поддержка функций удлинения портов, согласования портов, исключения цепей и преобразования импедансов обеспечивает одинаково высокую точность измерений в коаксиальной среде, на пластине и в тестовой оснастке
- Смещение частоты источника и приёмников позволяет проводить измерения характеристик смесителей и преобразователей частоты
- Внешние модули миллиметрового диапазона позволяют расширить диапазон частот до 1,5 ТГц
- Программное обеспечение для тестирования параметров материалов обеспечивает полное определение характеристик диэлектрических свойств



Задачи общего назначения, использование в учебных лабораториях (продолжение)

Модели	Свойства							
	2-портовые модели	4-портовые модели	Поддержка ECal	Калибровка по измерителю мощности	Режим смещения частоты	Измерения на пластине и в тестовой оснастке	Поддержка модулей мм-диапазона	Анализ спектра и независимый источник сигналов
PNA-X	•	•	•	•	•	•	•	•
PNA	•	•	•	•	•	•	•	•
PNA-L	•	• ¹	•	•	•	•		
E5080A	•	•	•	•	•	•		
E5072A	•		•	•	•	•		
E5071C	•	•	•	•	•	•		
E5061B с опцией НЧ-диапазона	•		•					
E5061B с опцией ВЧ-диапазона	•		•					
E5063A	•		•					
M937xA	•	• ²	•		•			
FieldFox	•		•		• ³			•

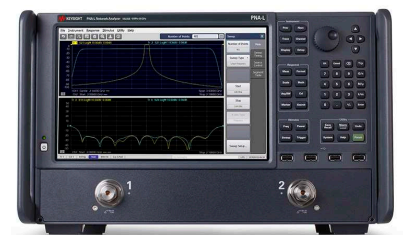
1. Только модели с диапазонами частот до 13,5 и 20 ГГц.
2. Добавьте дополнительные модули, чтобы получить до 32 портов в одном шасси в формате PXI.
3. Измерение скалярных параметров передачи в режиме смещения частоты с использованием измерителя мощности с шиной USB или анализатора спектра.

Типовые технические решения

Наиболее эффективное решение для измерений S-параметров в СВЧ-диапазоне

СВЧ-анализатор цепей N523xB серии PNA-L

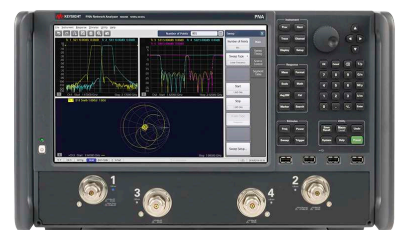
- От 300 кГц до 8,5/13,5/20 ГГц, от 10 МГц до 43,5/50 ГГц, 2-портовый
- От 300 кГц до 13,5/20 ГГц, 4-портовый
- Базовые измерения S-параметров и свойств материалов



Непревзойдённая точность измерений S-параметров

СВЧ-анализатор цепей N522xB серии PNA

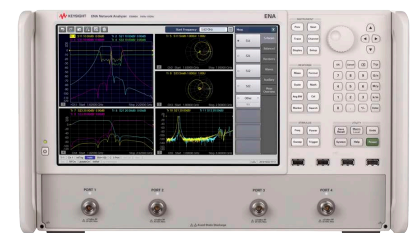
- От 10 МГц до 13,5/26,5/43,5/50/67 ГГц, 2- или 4-портовый
- Широкий динамический диапазон (> 128 дБ на частоте 26,5 ГГц, > 112 дБ на частоте 67 ГГц)
- Опции измерения линейных и нелинейных характеристик устройств
- Возможность использования модулей миллиметрового диапазона для расширения диапазона частот до 1,5 ТГц



Лучшие в своём классе характеристики и расширенные возможности использования

Векторный анализатор цепей E5080A серии ENA

- От 9 кГц до 4,5/6,5/9 ГГц, 2- или 4-портовый
- Широкий динамический диапазон: 135 дБ (нормир.), 147 дБ (тип.)
- Современный графический интерфейс пользователя



Задачи общего назначения, использование в учебных лабораториях (продолжение)

Удобство реконфигурирования системы в соответствии с задачами

Векторные анализаторы цепей в формате PXIe M937xA

- От 300 кГц до 4/6,5/9/14/20/26,5 ГГц
- Конкурентный уровень основных технических характеристик, таких как динамический диапазон, скорость измерения и уровень зашумленности графика
- Измерение параметров балансных устройств ВЧ- и СВЧ-диапазона
- Поддержка полной N-портовой калибровки ($N > 4$)



Многоцелевой инструмент для быстрого анализа параметров

Ручные комбинированные СВЧ-анализаторы FieldFox N991xA/N995xA¹

- От 30 кГц до 4/6,5/9/14/18/26,5 ГГц для N991xA
- От 300 кГц до 32/44/50 ГГц для N995xA
- Измерение параметров передачи и отражения (S_{11}/S_{21}) или полного набора S-параметров для 2-портовых устройств
- Функция анализатора спектра
- Независимый источник сигналов и следящий генератор



1. Комбинированный анализатор = анализатор антенно-фидерных устройств (ААФУ) + векторный анализатор цепей (ВАЦ) + анализатор спектра (АС)

Производственные испытания

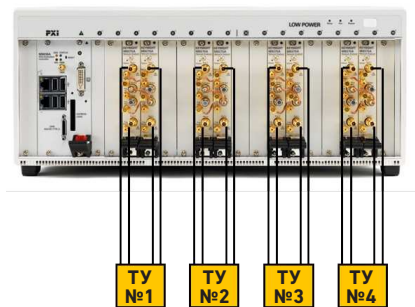
Проблемы измерений

Снижение стоимости тестирования - ключевая задача в условиях производства. Один из путей снижения стоимости тестирования - повышение производительности испытаний. Общее время измерения, выполняемого векторным анализатором цепей, включает время свипирования, время, необходимое на анализ данных, обработку изображения и передачу данных. Во многих случаях анализатор должен пересылать в автоматизированную испытательную систему результаты допускового контроля. Скорость свипирования и скорость анализа данных исключительно важны для тестирования в условиях серийного производства. Возможность сведения к минимуму степени вмешательства оператора, а также времени, необходимого для установления соединений и калибровки, будет также влиять на производительность измерений. Начальная стоимость оборудования, время безотказной работы системы, стоимость обслуживания и будущие затраты, связанные с модернизацией испытательных систем, также влияют на общую стоимость владения.



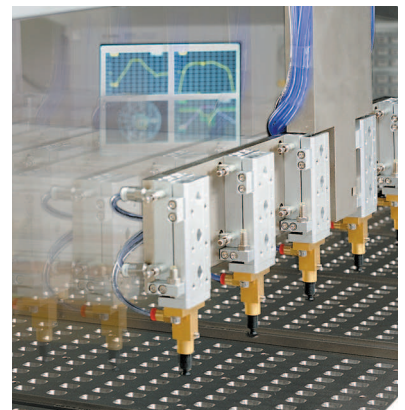
Технические решения компании Keysight

Компания Keysight предлагает широкий спектр ВАЦ, которые обеспечивают очень высокие скорости сбора данных и превосходную стабильность результатов измерений вследствие низкого уровня зашумленности графика и высокой температурной стабильности. Эти свойства в значительной степени способствуют оптимизации производственных испытаний. Многие ВАЦ оснащены интерфейсом манипулятора, что повышает производительность на автоматизированной производственной линии. Вы можете выбрать наиболее оптимальное решение для своих производственных задач и при этом приобрести только те функциональные возможности, которые необходимы, чтобы минимизировать начальную стоимость покупки.



Ключевые преимущества

- Быстродействующие процессоры и широкие полосы пропускания: очень высокие скорости сбора данных
- Более высокие скорости передачи данных для максимальной производительности
- Режим сегментированного свипирования: более быстрое тестирование за счёт настройки условий формирования сигналов стимулов
- Допусковый контроль с использованием ограничительных линий: простой и быстрый способ анализа данных с помощью ВАЦ
- Исключение цепей тестовой оснастки: измерение истинных характеристик тестируемого устройства
- Встроенные возможности программирования: настройка режима работы и анализа данных ВАЦ с соответствии с конкретными потребностями испытаний
- Модули электронной калибровки ECal: простая и быстрая процедура калибровки
- Интерфейс манипулятора: быстрое средство взаимодействия с автоматизированной испытательной системой
- Многопортовые и многопостовые решения: тестирование нескольких устройств или многопортовых устройств с минимальным числом подсоединений
- Прямой доступ к приёмнику: получение максимально широкого динамического диапазона
- Возможность модернизации процессорных плат: поддержание прибора на уровне, соответствующем современным требованиям
- Пути модернизации аппаратных средств: поддержка развивающихся потребностей измерения пользователя



Производственные испытания (продолжение)

Модели	Свойства										
	Быстрая обработка и пересылка данных	Режим сегментированного свипирования	Допусковый контроль	Исключение цепей тестовой оснастки	Встроенные возможности программирования	Поддержка ECal	Интерфейс манипулятора	Многопортовые/многoportовые решения	Прямой доступ к приёмнику	Возможность модернизации аппаратных средств	Возможность модернизации процессорных плат
PNA-X	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•
PNA	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•
PNA-L	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•
E5080A	•	•	•	•		•	•	•		•	
E5072A	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
E5071C	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
E5061B с опцией НЧ-диапазона	•	•	•	•	•	•	•				
E5061B с опцией ВЧ-диапазона	•	•	•	•	•	•	•			•	
E5063A	•	•	•	•		•	•			•	
M937xA	•	•	•	•	• ¹	•	• ²	•		•	• ³
M9485A	•	•	•	•	• ¹	•	• ²	•	•	•	• ³
FieldFox			•			•					

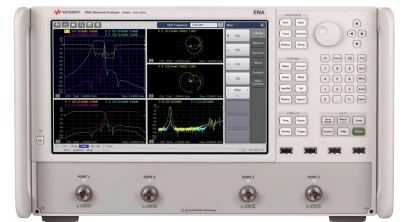
1. Возможность программирования доступна во встроенном или внешнем контроллере, используемом для управления модулем ВАЦ в формате PXI.
2. Требуется модуль цифрового ввода-вывода в формате PXIe M9341A/B.
3. В качестве центрального процессора для данного прибора используется встроенный или внешний контроллер с возможностью модернизации.

Типовые технические решения

Отраслевой стандарт для производственных испытаний ВЧ-устройств

Анализатор цепей E5080A серии ENA

- От 9 кГц до 4,5/6,5/9 ГГц, 2- или 4-портовый
- Высокая скорость измерений
- Широкий динамический диапазон: 135 дБ (нормир.), 147 дБ (тип.)
- Низкий уровень зашумленности графика (0,0015 дБ СКЗ при полосе ПЧ, равной 10 кГц), высокая температурная стабильность (0,005 дБ/°C)



Оптимальное соотношение цена/производительность

Анализатор цепей E5063A серии ENA

- От 100 кГц до 4,5/8,5/18 ГГц
- Динамический диапазон > 117 дБ
- Уровень зашумленности графика 0,006 дБ СКЗ
- Функция тестирования параметров печатных плат



Наиболее эффективное решение для производственных испытаний СВЧ-устройств

СВЧ-анализатор цепей N523xB серии PNA-L

- От 300 кГц до 8,5/13,5/20 ГГц, от 10 МГц до 43,5/50 ГГц, 2-портовый
- От 300 кГц до 13,5/20 ГГц, 4-портовый
- Широкий диапазон частот до 50 ГГц



Удобство реконфигурирования системы на основе потребностей тестирования

Векторные анализаторы цепей в формате PXI (PXI VNA) (M937xA и M9485A)

- Настоящий многопортовый векторный анализатор цепей для выполнения полностью калиброванных измерений
- Конфигурации векторных анализаторов цепей, содержащие до 32 портов в одном шасси (M937xA)
- Наилучшие показатели основных технических характеристик, таких как динамический диапазон, скорость измерений и уровень зашумленности графика (M9485A)
- Возможность организации многопостовых параллельных измерений (одновременных измерений нескольких тестируемых устройств)



Анализ межсоединений высокоскоростных последовательных устройств

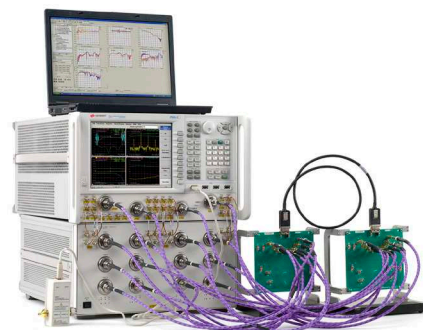
Проблемы измерений

С возрастанием скоростей передачи данных цифровых систем сохранение целостности сигналов при прохождении через ряд межсоединений коренным образом влияет на рабочие характеристики системы. Влияние компонентов физического уровня, таких как проводники печатных плат, соединители, кабели и корпуса интегральных схем, больше невозможно игнорировать. Быстрый и точный анализ характеристик межсоединений как во временной, так и частотной областях становится крайне необходимым для обеспечения надёжного функционирования системы. Поскольку управление несколькими испытательными системами - задача непростая, одна испытательная система, способная полностью определять характеристики дифференциальных высокоскоростных цифровых устройств, является очень мощным инструментом.

Технические решения компании Keysight

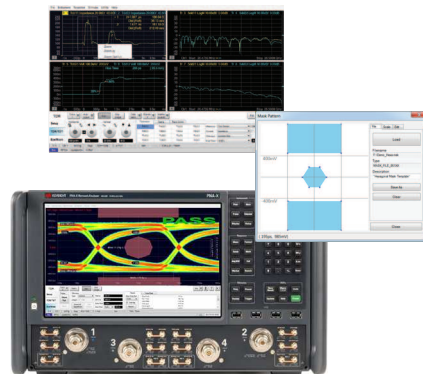
Программное обеспечение измерительной системы физического уровня (PLTS) N1930B

- Автоматическое удаление эффектов тестовой оснастки для точной и одновременно простой коррекции ошибок и исключения цепей нежелательных структур внутри тракта канала
- Имитатор канала обеспечивает возможность использования установок для введения предыскажений и коррекции (выравнивания) АЧХ, определяемых пользователем, для анализа реального канала
- Интерфейс MATLAB позволяет настроить и автоматизировать многие аспекты тестирования, что обычно сокращает разработку плана испытаний в два раза
- Отчет о проведенных измерениях подробно описывает все критически важные рабочие параметры ТУ, а также фиксирует точную информацию об испытательной системе, что позволяет сохранять важные технические данные плана испытаний



Расширенный анализ во временной области (ENA с опцией TDR, PNA с опцией S93011A)

- Интерфейс пользователя такой же, как у традиционных осциллографов с функцией измерения параметров отражения во временной области (TDR)
- Быстрая локализация источников потерь, отражений и перекрёстных помех путём одновременного анализа как во временной, так и частотной областях
- Встроенные схемы защиты внутри прибора обеспечивают высокую устойчивость к электростатическим разрядам
- Определение оптимальных установок предыскажений и коррекции (выравнивания) АЧХ для разрабатываемого канала связи
- Имитация реальных сигналов посредством внесения джиттера
- Анализ импеданса активных устройств в реальных условиях эксплуатации (Hot TDR) для измерения эффекта многократного отражения



Анализ межсоединений высокоскоростных последовательных устройств

Модели	Свойства									
	Макс. диапазон частот	Макс. число портов	Анализ в частотной области	Анализ во временной области	Анализ глазковых диаграмм	Анализ глазковых диаграмм для наихудшего случая	Hot TDR	Тестирование на соответствие стандартам (методы реализации) ¹	Анализ в режиме реального времени	Передовые методы коррекции ошибок ²
PLTS	До 67 ГГц	До 16	•	•	•	•	•	•	•	•
Расширенный анализ во временной области	ENA: до 20 ГГц PNA: до 67 ГГц	До 4	•	•	•	•	•	•	•	•

1. ПО PLTS имеет шаблоны наборов автоматизированных программ испытаний, которые помогают инженерам-разработчикам при тестировании на соответствие стандартам.

2. Передовые свойства: автоматическое удаление эффектов тестовой оснастки, дифференциальная TRL-калибровка, многопортовые измерения перекрёстных помех.

Монтаж и обслуживание

Проблемы измерений

Измерения, проводимые с использованием анализатора цепей в полевых условиях, по сути аналогичны измерениям, проводимым в лабораториях: так, пользователям для анализа характеристик таких устройств, как кабели и фильтры, необходимо измерять их S-параметры. Основное различие заключается в требованиях, предъявляемых к анализаторам цепей. При использовании в полевых условиях основной проблемой является портативность. Перемещать настольные измерительные приборы на тележке или пытаться разместить их в ограниченном пространстве внутри самолёта достаточно трудно. Подключение к сети питания переменного тока тоже может оказаться неразрешимой задачей. Поэтому портативный анализатор с батарейным питанием незаменим при необходимости тестирования в полевых условиях. Кроме того, в то время как температура внутри помещения может быть достаточно стабильной, метеорологические условия при работе на открытом воздухе существенно меняются, поэтому оборудование должно быть способно учитывать такие изменения. Любой ВАЦ должен иметь прочную конструкцию, поскольку он часто перемещается. Наконец, измерения, проводимые в полевых условиях, должны соответствовать измерениям, проводимым в лабораториях, и обеспечивать такую же точность.

Технические решения компании Keysight

Семейство анализаторов FieldFox

- Разработаны для использования в полевых условиях: батарейное питание, портативное исполнение и дисплей, обеспечивающий возможность просмотра результатов измерений при прямом солнечном свете
- Полностью герметизированный корпус, соответствующий требованиям стандартов MIL-PRF-28800F Class 2 и выдержавший типовые испытания; соответствует требованиям стандарта IEC/EN 60529 в части защиты от проникновения твёрдых посторонних предметов и воды
- Крупные клавиши, удобные для работы даже в перчатках
- Анализатор цепей: измерение всех четырёх S-параметров и возможность проведения калибровок, таких как полная 2-портовая калибровка и TRL; уникальная встроенная функция быстрой калибровки QuickCal для применения в полевых условиях
- Анализатор спектра (опция) и GPS-приёмник (опция) для анализа помех



Векторный анализатор цепей в формате PXIe (PXI VNA) M937xA

- Наилучшие показатели основных технических характеристик, таких как динамический диапазон, скорость измерений и уровень зашумленности графика, среди ВАЦ в формате PXI
- Полноценный двухпортовый ВАЦ, занимающий только один слот
- Поддержка полной N-портовой калибровки



ВЧ-анализатор цепей E5061B серии ENA

- Настольная модель с небольшой массой и диапазоном частот до 3 ГГц
- Подходит для измерений, которые требуют более высоких характеристик для аналоговых сигналов, таких как широкий динамический диапазон или высокая скорость развертки



Монтаж и обслуживание

Модели	Свойства								
	Портативность (масса)	Время работы от батареи	Измерение S-параметров	Диапазон частот	Динамический диапазон на частоте 3 ГГц	Полная 2-портовая калибровка	Анализ во временной области	Анализ спектра	Возможность программирования с использованием команд языка SCPI
FieldFox	6,6 фунта/ 3 кг	3,5 часа	•	От 30/300 кГц до 4/6,5/9/14/18/26,5/32/44/50 ГГц	95 дБ	•	•	•	•
ВАЦ в формате PXI (PXI VNA)	1,3 фунта/ 0,59 кг	Неприменимо	•	От 300 кГц до 4/6,5/9/14/20/26,5 ГГц	115 дБ	•	•	•	•
E5061B с опцией ВЧ-диапазона	30 фунтов/ 14 кг	Неприменимо	•	От 100 кГц до 1,5/3 ГГц	120 дБ	•	•	•	•

Сопутствующие продукты и принадлежности для анализаторов цепей

Модули электронной калибровки (ECal)

PNA ENA PXI VNA FieldFox

Модули электронной калибровки (ECal) позволяют провести точную калибровку ВАЦ с помощью одного подключения. Модули ECal полностью обеспечивают метрологическую прослеживаемость результатов измерений, поверяются по электронным эталонам импеданса и могут упростить ежедневные процедуры калибровки. ВЧ-модули ECal доступны с соединителями: тип N (50 Ом), тип N (75 Ом), 7 мм, 3,5 мм, тип F и 7-16. Доступны модули СВЧ-диапазона от 300 кГц до 67 ГГц с соединителями: 7 мм, тип N (50 Ом), 3,5 мм, 2,92 мм, 2,4 мм и 1,85 мм. В диапазонах частот до 13,5 и 20 ГГц доступны 4-портовые модули.

www.keysight.com/find/ecal



Принадлежности для тестирования в СВЧ-диапазоне

PNA ENA PXI VNA FieldFox

Компания Keysight предлагает полный ряд коаксиальных и волноводных принадлежностей для тестирования в ВЧ/СВЧ-диапазонах – от переходов, ограничителей мощности, устройств блокировки постоянного тока, аттенуаторов, и ответвителей до переключателей (коммутаторов) и системных усилителей. Эти принадлежности для тестирования упрощают создание испытательных систем, позволяя использовать весь потенциал оборудования для обеспечения наилучших результатов измерений.

www.keysight.com/find/mtacatalog



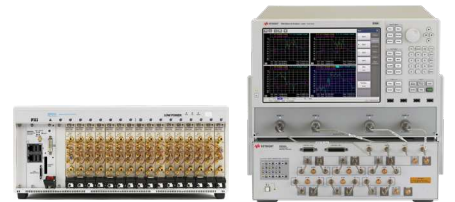
Два коаксиальных переключателя типа SPDT с шиной USB и диапазоном частот от 0 до 18 ГГц U1810B на измерительном порте анализатора цепей серии ENA

Многопортовые решения

PNA ENA PXI VNA

Для измерения параметров дифференциальных устройств, многопортовых компонентов с высокой степенью интеграции или тестирования множества 1-портовых устройств компания Keysight предлагает ряд решений, которые позволяют выполнить эти задачи и значительно сократить время тестирования.

www.keysight.com/find/multiport



ВАЦ в формате PXI (PXI VNA), включающий до 32 портов, многопортовый измерительный блок

Анализатор цепей E5080A с конфигурируемым многопортовым измерительным блоком E5092A

Широкополосные системы миллиметрового диапазона

PNA

Система миллиметрового диапазона N5290A/91A с одним циклом свипирования от 10 МГц до 110/120 ГГц, встроенными втулками смещения Кельвина и 2-или 4-портовыми измерениями S-параметров. Эта система является прямой заменой системы N5251A, имеет улучшенные характеристики и модули расширения частотного диапазона меньшего размера. В частности, новая функция регулировки уровня по приёмнику позволяет точно устанавливать уровень мощности источника на измерительном порте 1,0 мм. Компания Keysight также предлагает ряд диапазонных технических решений миллиметрового диапазона, которые позволяют использовать анализаторы цепей PNA и PNA-X для проведения измерений S-параметров в диапазоне частот до 1,5 ТГц.

www.keysight.com/find/N5291A



Система миллиметрового диапазона N5290A/91A с одним циклом свипирования

Сопутствующие продукты и принадлежности для анализаторов цепей (продолжение)

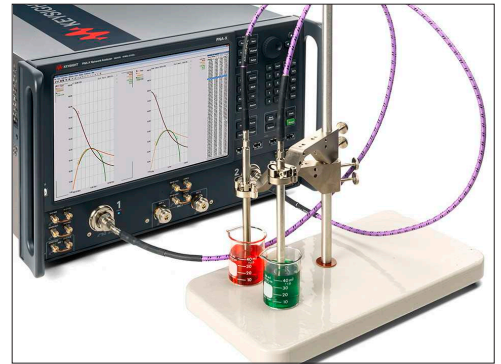
Измерение параметров материалов

PNA

ENA

FieldFox

Компания Keysight предлагает передовые методы измерения диэлектрических и магнитных свойств материалов. Набор диэлектрических пробников N1501A содержит аппаратные и программные средства для измерения комплексных параметров диэлектрической проницаемости жидкостей и твердых материалов на частотах от 200 МГц до 50 ГГц. Программное обеспечение для измерения параметров материалов N1500A автоматизирует использование различных методов в широком диапазоне частот и различных средах, включая линии передачи, свободное пространство и объемные резонаторы. Радиально-двухслойный цилиндрический диэлектрический резонатор 85072A до 10 ГГц измеряет комплексные параметры диэлектрической проницаемости, тангенс диэлектрических потерь тонких пленок, непокрытых подложек и других листовых материалов с малыми потерями как часть законченного технического решения для испытаний на соответствие стандарту IPC TM 650 2.5.5.13. Измерение электромагнитных свойств материалов важно проводить на всех этапах жизненного цикла изделий, включая проектирование, входной контроль, контроль производственного процесса и обеспечение качества. Компания Keysight устанавливает стандарты измерений в этой области, используя более чем 20-летний опыт и инновационные решения.



www.keysight.com/find/materials

Измерительный приемник для тестирования антенн

PNA

Компания Keysight предлагает множество компонентов для проведения точных измерений параметров антенн и эффективной площади рассеяния (ЭПР). Измерительный приемник N5264B на базе анализатора PNA-X является специализированным приёмником для тестирования антенн с частотой сбора данных 400000 точек в секунду одновременно по всем пяти измерительным каналам, что вдвое больше, чем способен обеспечить любой другой антенный приёмник на рынке. Измерительный приемник N5264B совместим с генераторами сигналов MXG или PSG, распределённым преобразователем частоты 85309B и смесителями 85320A/B. При совместном использовании с генератором сигналов MXG приёмник N5264B полностью заменяет источники сигналов 8530A и 8360B для существующих антенных полигонов, и это обычно приводит к 10-кратному увеличению быстродействия системы. Кроме того, встроенное программное обеспечение эмуляции кодов 8510x/8530A позволяет реализовать прямую замену 8530A в существующих антенных полигонах. Измерительный приемник N5264B поддерживается основными интеграторами антенных систем, такими как Microwave Vision Group, Nearfield Systemc Inc., ETS-Lindgren и System Planning Corporation.



Измерительный приемник N5264B на базе анализатора PNA-X

www.keysight.com/find/antenna

Модули восстановления калибровки CalPod

PNA

Компания Keysight предоставляет новый и уникальный способ быстрого и простого восстановления калибровки путём нажатия одной клавиши без отключения тестируемого устройства и физического подключения калибровочных мер. Модули CalPod особенно полезны при проведении испытаний в термокамерах и термобарокамерах для устранения влияний внешней среды, таких как изменение температуры кабелей, соединителей и переходов, из результатов измерений или устранения изменений из-за перемещения кабелей или отклонений характеристик коммутаторов.

www.keysight.com/find/calpods



Температурно-характеризованный модуль восстановления калибровки CalPod, 40 ГГц 85541A

Сравнение основных характеристик и функций

Модели	Характеристики							Размеры, масса	
	Диапазон частот	Динамический диапазон (дБ) на частотах 3 ГГц/20 ГГц при полосе ПЧ 10 Гц Система	Прямой доступ к приёмникам	Уровень собств. шумов на частотах 3 ГГц/20 ГГц при полосе ПЧ 10 Гц (дБм)	Макс. мощность на частотах 3 ГГц/20 ГГц (дБм)	Наилучший уровень зашумленности графика, полоса ПЧ 10 кГц ¹ ампл. (дБ СКЗ)/ фаза (град., СКЗ)	Наилучшее быстродействие (201 точка, 1 цикл свипир., коррекция выкл.)		
PNA-X	N5249B	От 10 МГц до 8,5 ГГц	124–128/ 124–129	136–140/ 133–141	–114/–114	+8–13/ +5–10	0,0063/0,047	5 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 533, 27–37 кг
	N5241B	От 10 МГц до 13,5 ГГц	124–128/ 124–129	136–140/ 133–141	–114/–114	+8–13/ +5–10	0,0063/0,047	5 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 533, 27–37 кг
	N5244B	От 10 МГц до 43,5 ГГц	118–123/ 121–125	130–135/ 133–137	–110/–111	+8–13/ +10–14	0,0063/0,094	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 583, 47–49 кг
	N5245B	От 10 МГц (900 Гц) до 50 ГГц	124–130/ 125–130	136–142/ 136–140	–115/–118	+9–15/ +7–12	0,0063/0,063	9,7 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 583, 47–49 кг
	N5247B	От 10 МГц (900 Гц) до 67 ГГц	124–130/ 125–130	136–142/ 136–140	–115/–118	+9–15/ +7–12	0,0063/0,063	9,7 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 583, 47–49 кг
PNA	N5221B	От 10 МГц до 13,5 ГГц	127/ 124–127	139/ 136–139	–114/–114	+13/ +10–13	0,0063/0,047	5,6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 533, 27–37 кг
	N5222B	От 10 МГц (900 Гц) до 26,5 ГГц	124–127	136–139	–114/–114	+13/ +10–13	0,0095/0,063	4,7 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 582, 40–42 кг
	N5224B	От 10 МГц до 43,5 ГГц	125–127/ 124–127	137–139/ 136–139	–114/–114	+11–13/ +10–13	0,0095/0,063	4,7 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 582, 40–42 кг
	N5225B	От 10 МГц до 50 ГГц	124–127	136–139	–114/–114	+11–13/ +10–13	0,0095/0,063	4,7 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 582, 40–42 кг
	N5227B	От 10 МГц (900 Гц) до 67 ГГц	127/ 124–127	138/ 135–138	–114/–116	+9–13/ +8–11	0,0063/0,063	6,3 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 583, 43–45 кг
PNA-L	N5239B	От 300 кГц до 8,5 ГГц	131–133/ 111–114	144/124	–120/–106	+11–13/ +5–8	0,012/0,19	5,75 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 24 кг
	N5231B	От 300 кГц до 13,5 ГГц (N5231B, опция 2хх)	128/ 101–105	141/114	–120/–107	+8/ –6 –2	0,0063/0,063	5,75 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 24 кг
	N5232B	От 300 кГц до 20 ГГц (N5232B, опция 2хх)	128/ 101–105	141/114	–120/–107	+8/ –6 –2	0,0063/0,063	5,75 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 24 кг
	N5231B	От 300 кГц до 13,5 ГГц (N5231B, опция 4хх)	128/ 101–105	141/114	–120/–107	+8/ –6 –2	0,0063/0,063	5,75 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 24 кг
	N5232B	От 300 кГц до 20 ГГц (N5232B, опция 4хх)	128/ 101–105	141/114	–120/–107	+8/ –6 –2	0,0063/0,063	5,75 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 24 кг
ENA	N5234B	От 10 МГц до 43,5 ГГц	110/100	128/117	–110/–100	0/0	0,019/0,19	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 25 кг
	N5235B	От 10 МГц до 50 ГГц	110/100	128/117	–110/–100	0/0	0,019/0,19	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	267 x 426 x 446, 25 кг
	E5080A	От 9 кГц до 4,5 ГГц (опция 245/445) От 9 кГц до 6,5 ГГц (опция 265/465) От 9 кГц до 9 ГГц (опция 295/495)	135/ 123/	151/ Неприменимо	–130/ –123/	+15/ +10/	0,0015/0,01 0,0011/0,013	2 мс (полоса ПЧ 500 кГц)	267 x 426 x 488, 21–23 кг
	E5072A	От 30 кГц до 4,5 ГГц (опция 245) От 30 кГц до 8,5 ГГц (опция 285)	123/ 123/	151/ Неприменимо	–117/ –123/	+16/ +10/	0,0015/0,013 0,0011/0,013	3 мс (полоса ПЧ 500 кГц)	222 x 426 x 496, 20 кг
	E5071C	От 9 кГц до 4,5 ГГц (опция 240, 440) От 100 кГц до 4,5 ГГц (опция 245, 445) От 9 кГц до 6,5 ГГц (опция 260, 460) От 100 кГц до 6,5 ГГц (опция 265, 465) От 9 кГц до 8,5 ГГц (опция 280, 480) От 100 кГц до 8,5 ГГц (опция 285, 485) От 300 кГц до 14 ГГц (опция 2D5, 4D5) От 300 кГц до 20 ГГц (опция 2K5, 4K5)	123/ 123/96	Неприменимо Неприменимо	–123/ –123/–106	+10/ +10/0	0,0011/0,013 0,0015/0,013	3 мс (полоса ПЧ 500 кГц)	222 x 426 x 487, 19–20 кг 222 x 426 x 486, 20–22 кг
E5061B	От 5 Гц до 3 ГГц (опция НЧ/ВЧ-диапазона: 3L5, S-параметры, порт LF OUT) От 100 кГц до 3 ГГц (опции ВЧ-диапазона: 135, 235, 137, 237) От 100 кГц до 1,5 ГГц (опции ВЧ-диапазона: 115, 215, 117, 217)	120/ 117/	Неприменимо Неприменимо	–120/ –127/	+10/ 0/	0,0091/0,055 0,0019/0,014	9 мс (полоса ПЧ 300 кГц)	215 x 426 x 296, 14 кг	
E5063A	От 100 кГц до 4,5 ГГц (опция 245) От 100 кГц до 8,5 ГГц (опция 285) От 100 кГц до 18 ГГц (опция 2Н5)	117/ 117/	Неприменимо Неприменимо	–127/ –127/	0/ 0/	0,0019/0,014 0,0019/0,014	9 мс (полоса ПЧ 300 кГц)	215 x 426 x 296, 11 кг	

1. Опция 425
2. Опция 205

Сравнение основных характеристик и функций (продолжение)

Модели	Характеристики							Размеры, масса	
	Диапазон частот	Динамический диапазон (дБ) на частотах 3 ГГц/20 ГГц при полосе ПЧ 10 Гц Система	Прямой доступ к приёмникам	Уровень собств. шумов на частотах 3 ГГц/20 ГГц при полосе ПЧ 10 Гц (дБм)	Макс. мощность на частотах 3 ГГц/20 ГГц (дБм)	Наилучший уровень зашумленности графика, полоса ПЧ 10 кГц ¹ ампл. (дБ СКЗ)/ фаза (град., СКЗ)	Наилучшее быстродействие (201 точка, 1 цикл свипир., коррекция выкл.)		
ВАЦ в формате PXI (PXI VNA)	M9370A	От 300 кГц до 4 ГГц	115/-	- / -	-108/-	+7/-	0,003/0,030	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	128,4 x 19,9 x 212,6, 0,59 кг
	M9371A	От 300 кГц до 6,5 ГГц	115/-	- / -	-108/-	+7/-	0,003/0,030	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	128,4 x 19,9 x 212,6, 0,59 кг
	M9372A	От 300 кГц до 9 ГГц	115/-	- / -	-108/-	+7/-	0,003/0,030	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	128,4 x 19,9 x 212,6, 0,59 кг
	M9373A	От 300 кГц до 14 ГГц	115/-	- / -	-108/-	+7/-	0,003/0,030	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	128,4 x 19,9 x 212,6, 0,59 кг
	M9374A	От 300 кГц до 20 ГГц	115/ 110	- / -	-108/-108	+7/+2	0,003/0,030	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	128,4 x 19,9 x 212,6, 0,59 кг
	M9375A	От 300 кГц до 26,5 ГГц	115/ 110	- / -	-108/-108	+7/+2	0,003/0,030	6 мс (полоса ПЧ 600 кГц)	128,4 x 19,9 x 212,6, 0,59 кг
	M9485A	От 1 МГц до 9 ГГц	140 (тип) / -	162 (тип.)/-	-125 / -	+13 / -	0,003 / 0,02	2,8 мс (полоса ПЧ 1 МГц)	Нет данных
FieldFox	N9913A	От 30 кГц до 4 ГГц	95/74 (полоса ПЧ 300 Гц)	- / -	- / -	-1/-10	0,004/0,070 (полоса ПЧ 300 Гц)	300 мс (полоса ПЧ 10 кГц)	292 x 188 x 72, 3 кг
	N9914A	От 30 кГц до 6,5 ГГц							
	N9915A	От 30 кГц до 9 ГГц							
	N9916A	От 30 кГц до 14 ГГц							
	N9917A	От 30 кГц до 18 ГГц							
	N9918A	От 30 кГц до 26,5 ГГц							
	N9950A	От 300 кГц до 32 ГГц	100/102 (полоса ПЧ 300 Гц)	- / -	- / -	Порт 1: +2, порт 2: 0 /	0,004/0,070 (полоса ПЧ 300 Гц)	180 мс (полоса ПЧ 10 кГц)	292 x 188 x 72, 3,2 кг
N9951A	От 300 кГц до 44 ГГц				Порт 1: +1, порт 2: -2				
N9952A	От 300 кГц до 50 ГГц								

1. Вычисленные значения для нормализации эквивалентного уровня шумов при полосе ПЧ, равной 10 кГц.

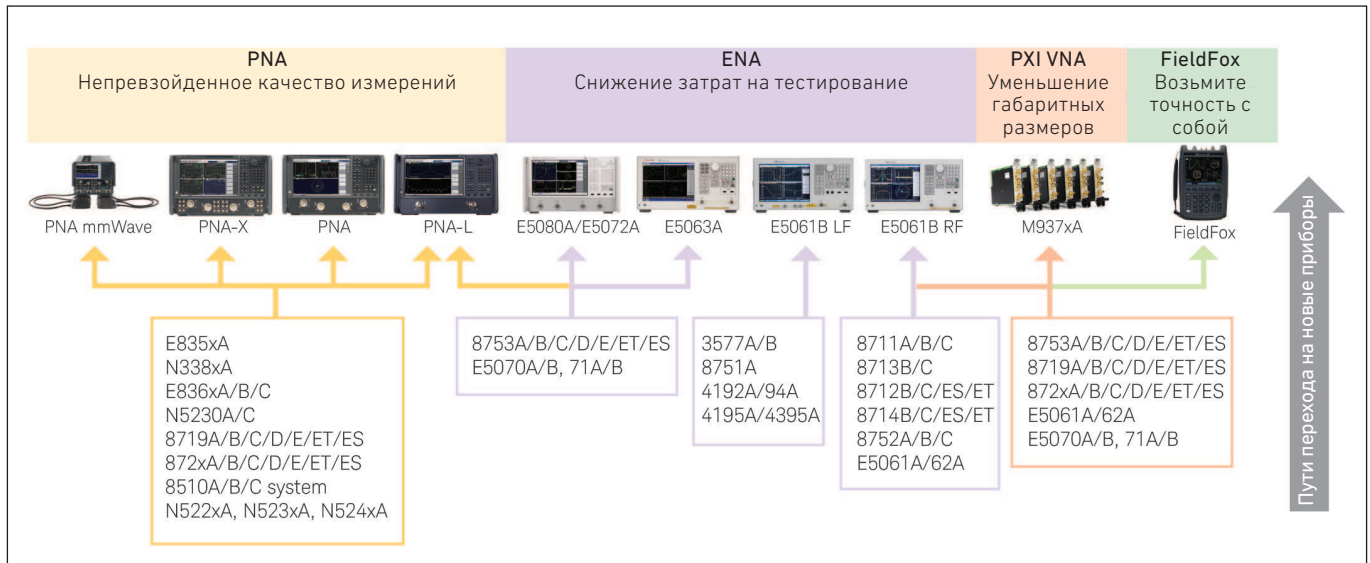
Сравнение основных характеристик и функций (продолжение)

Модели		Свойства и функции											
		Виды свивирования	Опция 4-портового измерительного блока	Опция полной N-портовой калибровки	Переключки передней панели для прямого доступа к приёмникам или измерений с высокой мощностью	Опция встроенного второго источника	Опция аттенуаторов приёмника	Встроенные втулки смещения	Режим смещения частоты	Внутренний импульсный модулятор и генератор	Встроенная среда программирования	Опция измерения коэффициента шума	Уникальные функции/свойства
PNA-X	N5241B N5242B N5244B N5245B N5247B N5249B	Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное), уровень мощности, фаза, НГ, напряжение постоянного тока	•	•	•	•	•	• (опция)	•	•	•	• (стандартный или малошумящий приёмник)	Опция нелинейного векторного анализа цепей (NVNA) Встроенная схема суммирования Расширение диапазона частот вниз до 900 Гц Расширенный анализ во временной области Внешний многопортовый измерительный блок до 24 портов Поддержка измерений в мм-диапазоне Опция анализа спектра
PNA	N5221B N5222B N5224B N5225B N5227B		•	•	• (опция)	•	•	• (опция)	•	•	•	• (стандартный приёмник)	Метрологическая опция Расширение диапазона частот вниз до 900 Гц Расширенный анализ во временной области Внешний многопортовый измерительный блок до 24 портов Поддержка измерений в мм-диапазоне Опция анализа спектра
PNA-L	N5234B N5235B N5239B N5231B N5232B	Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное), уровень мощности, НГ, напряжение постоянного тока	•	•	• (опция)	•	•	•	•	•	•	•	Расширенный анализ во временной области Внешний многопортовый измерительный блок до 24 портов
ENA	E5080A E5072A E5071C E5061B с опцией НЧ/ВЧ-диапазона E5061B с опцией ВЧ-диапазона E5063A		Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное), уровень мощности	•	•	• (опция)	•	•	•	•	•	•	•
		•		•	• (опция)	•	•	• (опция)	•	•	•	•	Расширенный динамический диапазон 151 дБ (дополнительные технические данные) Расширенный анализ во временной области Внешний многопортовый измерительный блок до 22 портов
		Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное), уровень мощности, напряжение смещения постоянного тока	•	•	• (опция)	•	•	•	•	•	•	•	Порт измерения амплитудно-фазовых характеристик (от 5 Гц до 30 МГц) Анализ импеданса (опция 005) Встроенный источник напряжения смещения постоянного тока
		Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное), уровень мощности	•	•	• (опция)	•	•	•	•	•	•	•	Опции измерительных блоков с импедансом 75 ом Опции измерительных блоков передачи/отражения
		Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное)	•	•	• (опция)	•	•	•	•	•	•	•	Производственные испытания печатных плат
ВАЦ в формате PXI (PXI VNA)	M9370A M9371A M9372A M9373A M9374A M9375A M9485A	Частота (линейное, логарифмическое, сегментированное), уровень мощности, НГ	• ²	•	•	•	•	•	•	•	•	• ³	Многопортовый до 32 портов, многопостовый, модульный
			•	•	• (опция)	•	• (M9377A)	• (опция)	• (опция)	•	•	• ³	стандартный приёмник)
FieldFox	N9913A N9914A N9915A N9916A N9917A N9918A N9950A N9951A N9952A Комбинированные СВЧ-анализаторы ⁴	Частота (линейное)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Ручные приборы Анализ спектра (опция) ВАЦ; параметры передачи и отражения (опция 210) ВАЦ; 2-портовое измерение всех S-параметров (опция 211) 1-портовые измерения S-параметров смешанного режима (опция 212)

1. Только для моделей N5231B и N5232B.
2. Добавьте дополнительные модули, чтобы увеличить количество портов.
3. Возможность программирования доступна во встроенном (в формате PXIe) или внешнем контроллере.
4. Комбинированный анализатор = анализатор антенно-фидерных устройств (ААФУ) + векторный анализатор цепей (ВАЦ) + анализатор спектра (АС).

Модернизация и переход на приборы следующего поколения

Тщательно разработанный план модернизации и перехода на новые приборы поможет максимально повысить эффективность использования, производительность и эксплуатационную готовность испытательной системы, одновременно минимизируя риски и потенциальные сбои в работе оборудования. ВАЦ серий PNA, ENA, в формате PXI (PXI VNA) и FieldFox компании Keysight являются идеальной заменой приборов предыдущего поколения. Воспользуйтесь преимуществами улучшенных характеристик и современных функций самых последних моделей ВАЦ при замене устаревших анализаторов цепей.



Защите Ваши инвестиции в ВАЦ

Компания Keysight предлагает различные опции модернизации аппаратных и программных средств ВАЦ. Программное обеспечение для преобразования кода cXL компании Keysight может также помочь использовать программы дистанционного управления, написанные для устаревших моделей 8753, 8720 и 8510, при управлении последними моделями ВАЦ. Для получения более подробной информации свяжитесь с представительством компании Keysight или посетите сайт: www.keysight.com/find/nadisco.

Дополнительные материалы

Публикация	Номер публикации
Keysight PNA and PNA-L Series Microwave Network Analyzers – Brochure (СВЧ-анализаторы цепей серий PNA и PNA-L компании Keysight – Брошюра)	5990-8290EN
Keysight PNA-X Series Microwave Network Analyzers – Brochure (СВЧ-анализаторы цепей серии PNA-X компании Keysight – Брошюра)	5990-4592EN
PNA Family Microwave Network Analyzers – Configuration Guide (СВЧ-анализаторы цепей семейства PNA компании Keysight – Руководство по комплектowaniu)	5992-1465EN
E5080A ENA Series Network Analyzer – Brochure (Анализатор цепей E5080A серии ENA – Технический обзор)	5992-0290EN
E5072A ENA Series Network Analyzer – Technical Overview (Анализатор цепей E5072A серии ENA – Технический обзор)	5990-8004EN
E5071C ENA Series Network Analyzer – Brochure (Анализатор цепей E5071C серии ENA – Брошюра)	5989-5478EN
S93011A Enhanced Time Domain Analysis with TDR - Technical Overview (S93011A - расширенный анализ во временной области с TDR)	5992-2715EN
E5061B ENA Series Network Analyzer – Brochure (Анализатор цепей E5061B серии ENA – Брошюра)	5990-6794EN
E5071C ENA Option TDR Enhanced Time Domain Analysis – Technical Overview (Опция расширенного анализа во временной области TDR анализатора цепей E5071C серии ENA – Технический обзор)	5990-5237EN
E5061B-3L5 LF-RF Network Analyzer with Option 005 Impedance Analysis Function – Data Sheet (Анализатор цепей НЧ/ВЧ-диапазона E5061B-3L5 с опцией анализа импеданса 005 – Технические данные)	5990-7033EN
E5063A ENA Series Network Analyzer – Brochure (Анализатор цепей E5063A серии ENA – Брошюра)	5991-3614EN
M937xA PXIe Vector Network Analyzer – Data Sheet (Векторный анализатор цепей в формате PXIe M937xA – Технические данные)	M9370-90002
M937xA PXIe Vector Network Analyzer – Startup Guide (Векторный анализатор цепей в формате PXIe M937xA – Руководство по запуску)	M9370-90001
M937xA PXIe Vector Network Analyzer – Configuration Guide (Векторный анализатор цепей в формате PXIe M937xA – Руководство по комплектowaniu)	5991-4885EN
M937xA PXIe Vector Network Analyzer – Brochure (Векторный анализатор цепей в формате PXIe M937xA – Брошюра)	5992-0098EN
M937xA PXIe Vector Network Analyzer – Flyer (Векторный анализатор цепей в формате PXIe M937xA - Рекламная листовка)	5991-4883EN
M9485A PXIe Multiport Vector Network Analyzer – Configuration Guide (Многопортовый векторный анализатор цепей в формате PXIe M9485A – Руководство по комплектowaniu)	5992-0758EN
FieldFox Handheld Analyzers – Technical Overview (Ручные анализаторы FieldFox – Технический обзор)	5992-0772EN
FieldFox Handheld Analyzers – Data Sheet (Ручные анализаторы FieldFox – Технические данные)	5990-9783EN
FieldFox Handheld Analyzers – Configuration Guide (Ручные анализаторы FieldFox – Руководство по комплектowaniu)	5990-9836EN
Physical Layer Test System (PLTS) – Technical Overview (Измерительная система физического уровня (PLTS) - Технический обзор)	5989-6841EN
Millimeter Wave Network Analyzer (N5290A/N5291A) – Configuration Guide (Анализатор цепей миллиметрового диапазона (N5290A/N5291A) - Руководство по комплектowaniu)	5992-2179EN
Millimeter-Wave Network Analyzers – Technical Overview (Анализаторы цепей миллиметрового диапазона – Технический обзор)	5992-2177EN
Measuring Dielectric Properties Using Keysight’s Materials Measurement Solutions – Brochure (Измерение диэлектрических свойств с использованием технических решений по измерению параметров материалов компании Keysight – Брошюра)	5991-2171EN
Keysight 855xxA Series Calibration Refresh Modules – Product Fact Sheet (Модули восстановления калибровки серии 855xxA компании Keysight - Рекламный проспект)	5991-2450EN

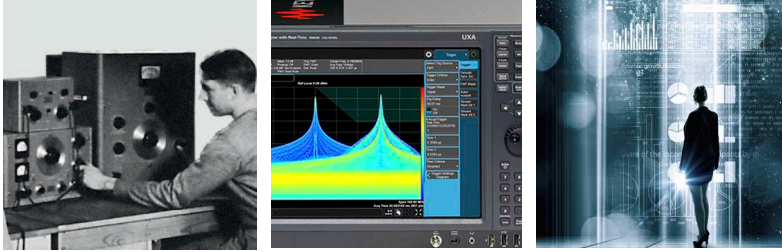
Web-ресурсы

Семейство анализаторов цепей компании Keysight	www.keysight.com/find/na
Анализаторы цепей серии PNA	www.keysight.com/find/pna
Анализаторы цепей серии ENA	www.keysight.com/find/ena
Векторные анализаторы цепей в формате PXI	www.keysight.com/find/pxivna
Ручные анализаторы FieldFox ВЧ- и СВЧ-диапазона	www.keysight.com/find/fieldfox
Контроллеры измерительных блоков миллиметрового диапазона	www.keysight.com/find/mmwave
Оборудование для измерения параметров материалов	www.keysight.com/find/materials
Программное обеспечение измерительной системы физического уровня (PLTS)	www.keysight.com/find/plts
Принадлежности для тестирования ВЧ- и СВЧ-диапазона	www.keysight.com/find/mta
Антенные измерения	www.keysight.com/find/antenna
Многопортовые/многопостовые решения	www.keysight.com/find/multiport
Модули восстановления калибровки CalPod	www.keysight.com/find/calpods
Механические и электронные калибровочные наборы	www.keysight.com/find/ecal
Нелинейный векторный анализ цепей (NVNA) на базе анализаторов цепей серии PNA-X	www.keysight.com/find/nvna

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.



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

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.

www.keysight.com/find/na



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, 2014 - 2015, 2018

Published in USA, January 11, 2018

5989-7603RURU

www.keysight.com