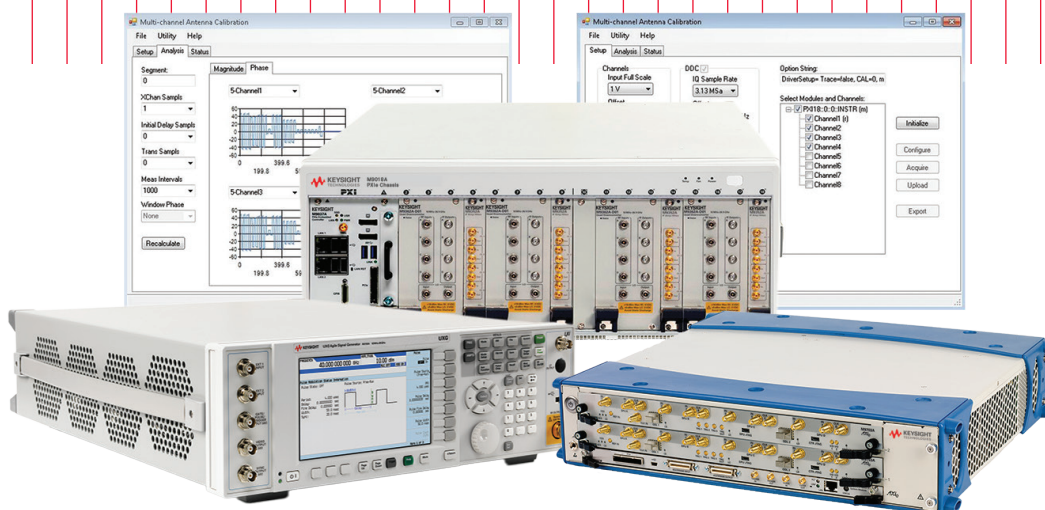


Keysight Technologies

Калибровка многоканальных антенн Типовое решение на базе модульных приборов

Техническое
описание



Проблемы, возникающие при калибровке многоканальных антенн

Поскольку объем рынка многоканальных фазированных антенных решеток постоянно растет, производители испытывают все возрастающее давление, обусловленное потребностью в уменьшении затрат и повышении производительности при тестировании изделий. В то же время производители хотели бы повысить гибкость систем для тестирования, что позволило бы расширить область их применения, а также предусмотреть возможности для их совершенствования в будущем. В процессе калибровки и тестирования многоканальных антенн возникают различные проблемы, которые требуют использования новых подходов и методов тестирования:

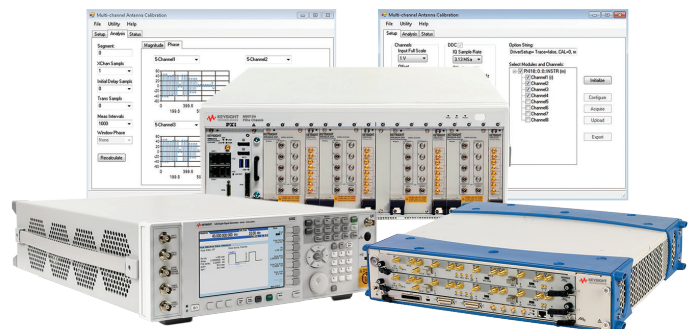
- Увеличение количества элементов антенны приводит к увеличению продолжительности и к усложнению процесса тестирования
- Для точного формирования диаграммы направленности критически важно добиться фазово-когерентных замеров по всем входным каналам, обеспечив измерения относительной амплитуды и фазы
- Усовершенствования, вносимые в конструкцию антенн и радиолокационных станций, требуют наличия гибких систем тестирования, в которых предусмотрена возможность модернизации

Ускорьте калибровку больших многоэлементных антенн, обеспечив точность измерений фазы и амплитуды во всех элементах. Будьте готовы к работе с перспективными образцами благодаря наличию гибкой системы тестирования с расширенным диапазоном измерений.

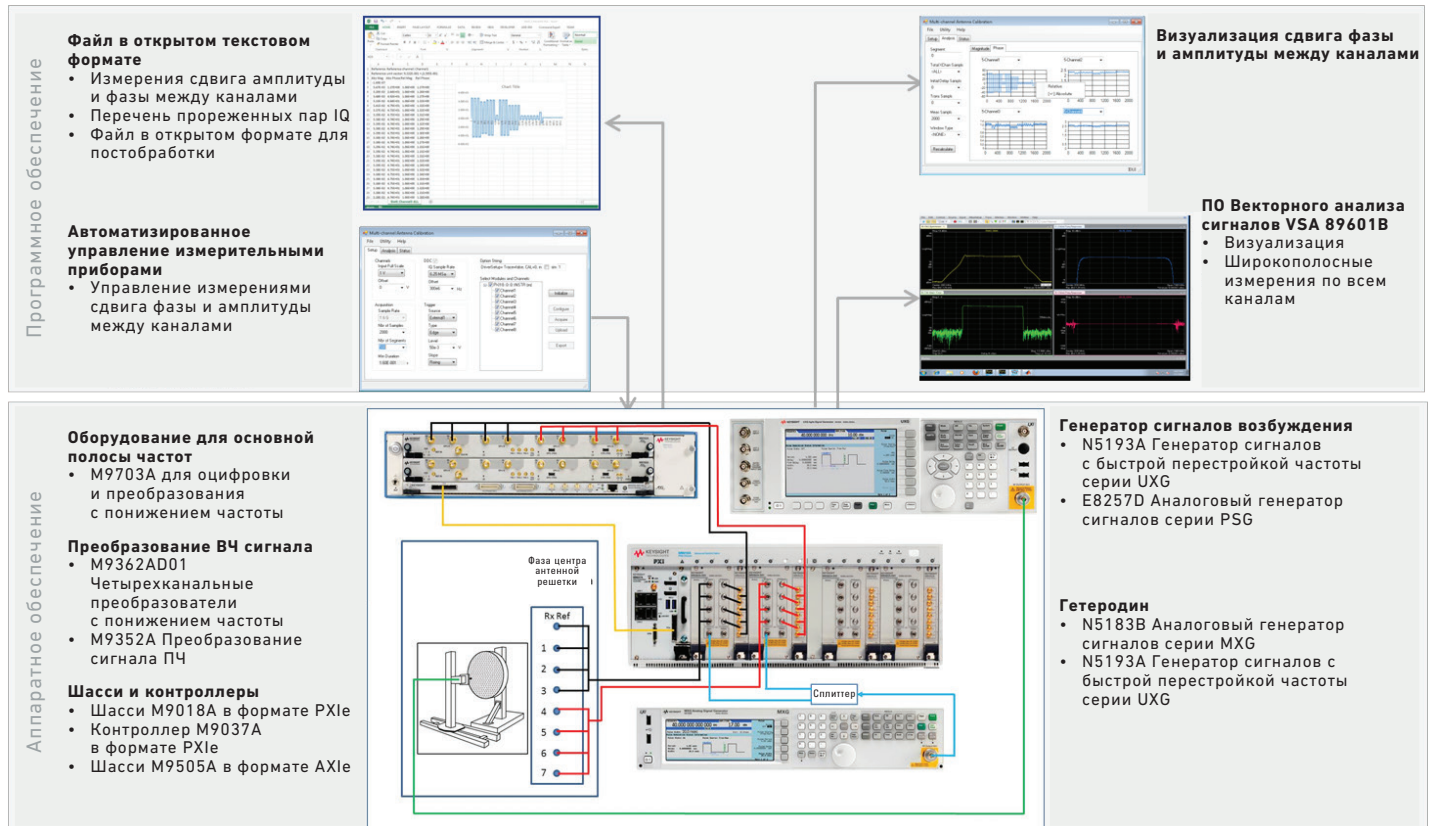
Калибровка многоканальных антенн, Типовое решение на базе модульных приборов

Типовое решение для тестирования многоканальных антенн представляет собой комбинацию аппаратного обеспечения, а также проверенных методов измерений, которые являются необходимыми компонентами системы тестирования, используемой для калибровки узкополосных антенн. Это позволяет инженерам использовать, совершенствовать или изменять систему тестирования в соответствии с потребностями конкретной решаемой практической задачи: масштабирование количества каналов, понижение частоты приемных каналов антенны, произвольная ширина полосы анализа, а также выбор источников ВЧ/СВЧ сигналов и гетеродинов. Кроме того, если потребуется, такая система может быть расширена для выполнения широкополосных измерений.

Для облегчения оценки возможностей и упрощения интеграции в вашу среду тестирования вы можете воспользоваться примерами тестовых программ, которые предназначены для настройки каналов приемника, включая преобразование с понижением частоты, выполнение измерений фазы и амплитуды, добавление межканальных коэффициентов коррекции, а также экспорт результатов измерений для последующей обработки.



Архитектура типового решения



Аппаратное обеспечение

Особенности и преимущества решения

Особенности	Преимущества
Параллельные измерения по 40+ каналам оцифровщика	Обеспечивается 8-10-кратное уменьшение продолжительности измерений
Фазово-когерентная оцифровка по всем входным каналам	Улучшение калибровки и формирования диаграммы направленности
Преобразование с понижением частоты (DDC) для узкополосных измерений	Оптимизация захвата сигнала при улучшении чувствительности по амплитуде и фазе

Стандартные технические показатели решения

Производительность	До 1 млн узкополосных измерений в секунду (40 каналов)
Частотный диапазон	от 0 до 40 ГГц
Ширина полосы при узкополосном анализе (с использованием DDC)	от 300 МГц до < 1 кГц, настраиваемая
Ширина полосы без прореживания	600 МГц
Когерентность фаз между каналами	< 1°

Технические данные и характеристики продукта

M9703A Оцифровщик с разрешением 12 бит / широкополосный приемник в формате AXIe

8 каналов, частота дискретизации 1,6 Гвыб./с

Аналоговая полоса пропускания 2 ГГц

Преобразование с понижением частоты в режиме реального времени (DDC)

M9362A-D01 Четырехканальный СВЧ преобразователь с понижением частоты в формате PXIe

4 когерентных канала

Частотный диапазон до 26,5 или 40 ГГц

Ширина полосы аналогового сигнала 1,5 ГГц

M9352A Гибридный усилитель/аттенуатор в формате PXI

4 канала

Ширина полосы аналогового сигнала 1 ГГц

N5183B Аналоговый генератор СВЧ сигналов серии MXG

13; 20; 31,8 или 40 ГГц

+20 дБм выходная мощность при 20 ГГц

Время переключения частоты 600 мкс (тип.)

N5193A Генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты серии UXG

от 10 МГц до 20 или 40 ГГц

+10 дБм выходная мощность с опциональным аттенуатором

Стандартная скорость переключения 100 мкс; опционально 1 мкс и 250 нс

E8257D Аналоговый генератор сигналов серии PSG

20; 31,8; 40; 50 или 67 ГГц

+26 дБм выходная мощность при 20 ГГц

Фазовый шум -143 дБн/Гц, (тип.) (сигнал 1 ГГц)

Конфигурация аппаратного обеспечения



M9703A Оцифровщик с разрешением 12 бит / широкополосный приемник в формате AXIe
www.keysight.com/find/m9703a

Выполняйте 8 высокоскоростных фазово-когерентных измерений с высоким разрешением в основной полосе частот при помощи одного модуля в формате AXIe. Вы можете расширить возможности установки, объединив несколько модулей в одном шасси в формате AXIe. Настраивайте частоту и масштаб с помощью АЦП по всей ширине полосы частот, воспользовавшись функцией преобразования с понижением частоты (DDC). Она позволяет анализировать интересующий вас сигнал в узкой полосе частот при повышении чувствительности по амплитуде/фазе.



M9362A-D01 и M9352A Четырехканальный преобразователь с понижением частоты и усилитель в формате PXI
www.keysight.com/find/m9362a-d01
www.keysight.com/find/m9352a

Обеспечивает соответствие выходного сигнала антенны и сигнала на входе оцифровщика при помощи модулей четырехканального преобразователя с понижением частоты и усилителя в формате PXI. Благодаря различным опциям преобразования с понижением частоты можно охватить частотный диапазон до 40 ГГц.



N5183B Аналоговый генератор СВЧ сигналов серии MXG
www.keysight.com/find/n5183b

Данный прибор обеспечивает сигнал гетеродина с низкими фазовыми шумами для модулей преобразователей частоты. Высокая выходная мощность MXG позволит вам применить сплиттер для подачи сигнала гетеродина к нескольким преобразователям с понижением частоты, благодаря чему обеспечивается когерентность фаз. Данный прибор также может использоваться в качестве источника сигнала с быстрым переключением частоты.



N5193A Генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты серии UXR
www.keysight.com/find/n5193a

Используйте генератор N5193A в тех случаях, когда необходимо обеспечить быстрое переключение и когерентность фаз. Создавайте для тестируемой антенны сигнал источника/передачи с уровнем до +10 дБм и частотами до 40 ГГц. Данный генератор также может применяться в качестве источника сигналов гетеродина для преобразователей с понижением частоты.



E8257D Аналоговый генератор сигналов серии PSG
www.keysight.com/find/e8257d

Используйте генератор E8257D, если требуются наилучшие показатели фазового шума. Создавайте для тестируемой антенны сигнал источника/передачи с уровнем до +26 дБм и частотами до 67 ГГц. Данный генератор также может применяться в качестве источника сигналов гетеродина для преобразователей с понижением частоты.



Шасси в форматах AXIe и PXIe, контроллер в формате PXIe
www.keysight.com/find/pxie-chassis
www.keysight.com/find/axie-chassis

Для небольших систем следует использовать шасси M9502A, которое поддерживает до 16 каналов оцифровщика (2 модуля). Для более крупных систем подойдет шасси M9505A, которое поддерживает до 40 каналов оцифровщика (5 модулей). Для очень больших систем можно применять шасси M9514A на 14 слотов в формате AXIe. Шасси M9018A в формате PXIe имеет 17 приборных слотов, в которых могут устанавливаться модули преобразователей с понижением частоты и усилителей в формате PXI. Вы можете создавать компактные системы тестирования при помощи встроенных контроллеров. Контроллер M9037A в формате PXIe, построенный на базе процессора Core i7, может управлять работой шасси в форматах AXIe и PXIe.

Пример программного обеспечения для калибровки антенны

В составе типового решения предусмотрен пример программы тестирования на языке C#, специально предназначенной для сбора данных по тестируемой антенне и расчета данных фазы и амплитуды во всех каналах.

Для ускорения разработки испытательной системы и облегчения ее интеграции в вашу среду тестирования исходный код примера программного обеспечения поставляется в виде библиотеки класса .NET. Это позволит вам выполнить сборку примера (при помощи Microsoft Visual Studio или National Instruments LabVIEW), а также пользовательскую настройку процесса сбора и обработки данных, которая будет соответствовать конкретной задаче.

Настройка тестирования и управление процессом тестирования

Образец графического интерфейса пользователя позволяет выполнять настройку измерений, осуществляемых при помощи оцифровщика M9703A, включая контроль параметров преобразования с понижением частоты. В состав интерфейса входят такие настройки, как начальная частота дискретизации, количество точек/сегментов, управление синхроимпульсами, а также частота дискретизации прореженных пар IQ. Данный интерфейс также позволяет выбирать каналы оцифровщика, используемые для тестирования, и опорный канал для измерений по всем каналам. После настройки режима тестирования обеспечивается конфигурирование оборудования и сбор данных, а сохраненные данные прореженных пар I-Q загружаются в управляющий компьютер.

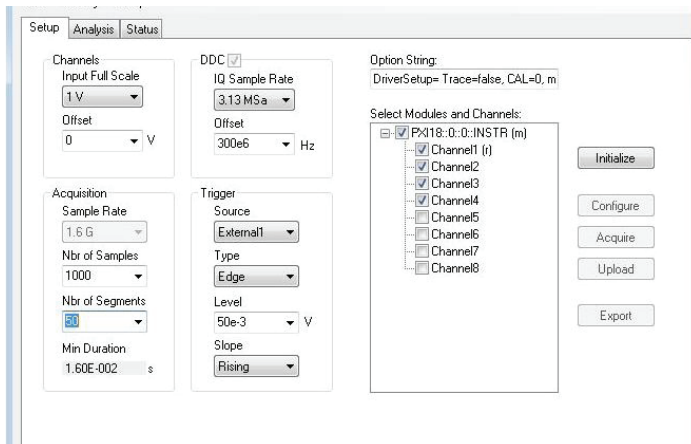


Рис. 1: Настройка тестирования и управление процессом тестирования

Расчет измерений по всем каналам

Вкладка «Анализ» поможет быстро визуализировать результаты измерения фазы/амплитуды в абсолютном или относительном виде для всех интервалов измерений в выбранном сегменте.

Выделение интервалов измерений

Вкладка «Анализ» также позволяет выделить каждый интервал измерений, выбрав количество выборок, которое вы намерены интегрировать, и настроив задержку интервала и время перехода (количество выборок) между интервалами. После выполнения расчетов программного обеспечения формирует одиночный результат измерения I-Q для каждого интервала. Кроме того, вы можете использовать графические формы для визуализации результатов относительных или абсолютных измерений.

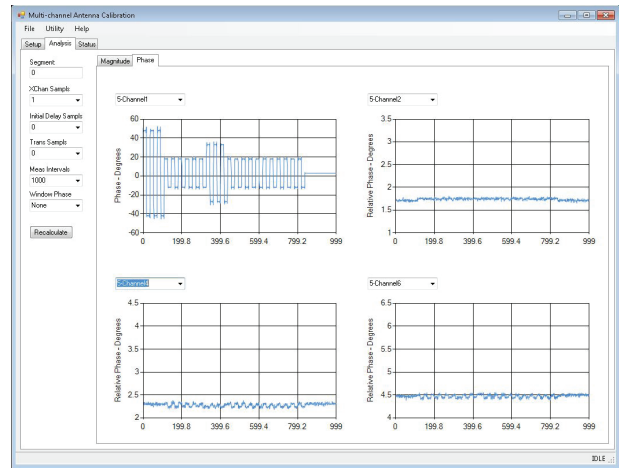


Рис. 2: Измерения фазы по всем каналам для всех выборок I-Q в абсолютных (относительно опорного канала) и относительных (относительно других каналов) значениях

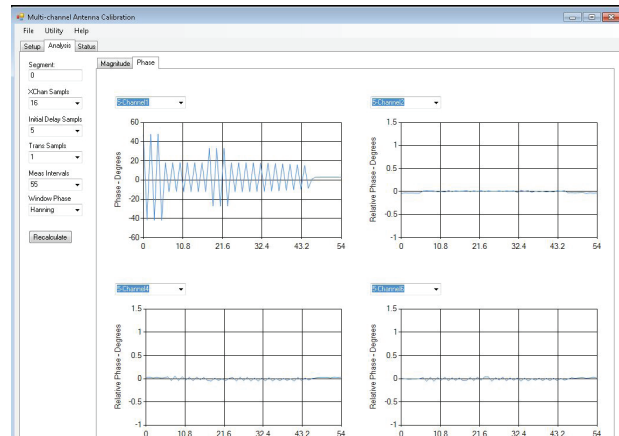


Рис. 3: Графические отображения абсолютной и относительной фазы после расчета одиночной пары I-Q для каждого интервала и применения калибровочной таблицы

Служебные функции и функции работы с файлами

В примере программного обеспечения есть служебные функции и функции работы с файлами, которые помогут оптимизировать и использовать результаты тестирования. Например, вы можете загрузить расчетную таблицу, содержащую значения коэффициентов коррекции амплитуды/фазы между каналами, которую можно использовать при расчетах результатов измерений для всех каналов. Доступна опция экспорта результатов измерений для последующей обработки в вашей среде тестирования.

	A	B	C	D	E	F
1	Reference module: PX118: 0:0: INSTR Channel1					
2	Norm vector: 9.348E-001 - j3.551E-001					
3	Seg Time	Abs Mag	Abs Phase	Rel Mag	Rel Phase	
4		0.050418	-42.0245	1.03599	2.2504	
5		0.0503985	47.5852	1.03682	2.24861	
6		0.0504084	-42.0243	1.03579	2.25268	
7		0.0504206	47.6036	1.03634	2.2506	
8		0.0504163	-42.0475	1.03609	2.25725	
		0.0511135	39.2728	1.03681	2.31503	
		0.051592	-33.8411	1.03536	2.09638	
		0.0516181	39.2545	1.03604	2.31602	
		0.0516051	-33.8607	1.03594	2.09379	
		0.0512365	43.3699	1.03608	2.31262	
		0.0510157	-37.8169	1.03495	2.19123	
		0.0503977	43.3785	1.03442	2.31643	
		0.0510242	-37.8104	1.03515	2.18401	
		0.0510004	43.3958	1.03533	2.30676	
		0.0532578	-2.91498	1.03628	2.23483	
		0.0542131	8.46126	1.03572	2.1856	
		0.0541622	-2.94604	1.0368	2.24209	
		0.0527811	43.723	1.03449	2.32475	
		0.0509473	-38.1797	1.03459	2.17613	
		0.0509381	43.6987	1.03504	2.31893	

Рис. 4: Экспорт измерений I-Q для всех каналов

Программное обеспечение для анализа широкополосного сигнала ПО Векторного анализа сигналов VSA 89600

Совместное использование оцифровщика M9703A, функции преобразования с понижением частоты (DDC) и программного обеспечения VSA 89600, разработанного компанией Keysight Technologies для углубленного анализа сигналов, позволяет осуществлять измерения по всем каналам в полосе основных частот, включая их фазу и амплитуду. Программа VSA обеспечивает непрерывное управление оцифровщиком M9703A, включая функцию DDC и многоканальную поддержку (до 8 каналов). Это особенно удобно, когда требуется получить более полную визуализацию при выполнении широкополосных измерений.

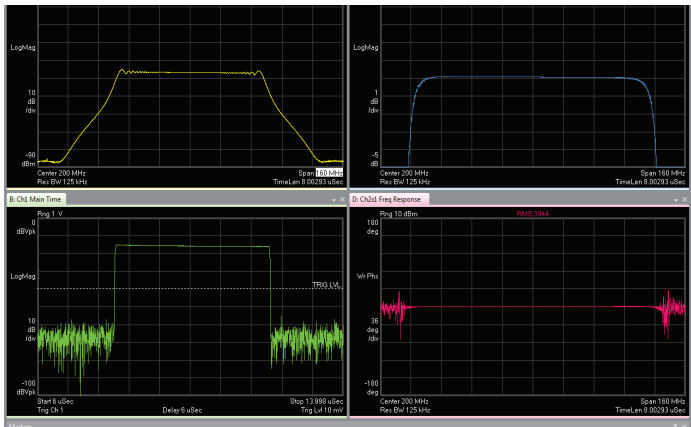


Рис. 5: Визуализация сигналов в среде VSA 89600 при ЛЧМ с частотой 100 МГц

Интеграция типового решения в вашу среду тестирования

При интеграции типового решения в вашу среду тестирования необходимо помнить следующее:

- Данное решение может быть интегрировано в состав существующих испытательных полигонов путем замены подсистемы антенных измерений, используемой в данный момент
- Имеющееся оборудование и программное обеспечение для управления антенной используются повторно и взаимодействуют с типовым решением Keysight. Синхронимпульсы запуска аппаратного обеспечения используются для синхронизации антенны и типового решения
- Для пользовательской настройки сбора и обработки результатов измерений по всем каналам следует выполнить сборку на основе поставляемой Keysight библиотеки классов
- Для использования комплексных данных I-Q, полученных с помощью типового решения Keysight, могут потребоваться изменения в имеющемся прикладном программном обеспечении, используемом для автоматического сканирования на полигоне, а также генерация коэффициентов коррекции для антенной решетки
- После выполнения расчета коэффициенты коррекции для антенной решетки можно загрузить в тестируемое устройство при помощи имеющегося программного обеспечения.

Конфигурация типового решения

Модель	Описание
M9703A	Оцифровщик в формате AXIe с разрешением 12 бит
M9703A-SR2	Максимальная частота дискретизации, 1,6 Гвыб./с
M9703A-DDC	Цифровое преобразование с понижением частоты в режиме реального времени
M9703A-F10	Аналоговая полоса пропускания 1 ГГц
M9703A-M16	Память, 16 Гб, 1024 Мвыб./канал
M9352A M9362A-D01	Усилитель/аттенюатор в формате PXI Четырехканальный преобразователь с понижением частоты в формате PXIe
M9362A-D01-F26	Частотный диапазон 10 МГц – 26,5 ГГц
M9362A-D01-F40	Частотный диапазон 10 МГц – 40 ГГц
M9018A M9037A	Шасси в формате PXIe на 18 слотов Высокопроизводительный встроенный контроллер в формате PXIe
M9037A-WE7	ОС Windows embedded standard 7 (64 бит)
M9037A-M08	Опция 8 Гб ОЗУ
M9037A-M16	Опция 16 Гб ОЗУ
M9502A M9505A M9514A	Шасси в формате AXIe на 2 слота Шасси в формате AXIe на 5 слотов Шасси в формате AXIe на 14 слотов
M9514A-521	Дополнительный системный модуль в формате AXIe
N5183B	Аналоговый генератор СВЧ сигналов MXG
N5183B-1E1	Ступенчатый аттенюатор, 115 дБ
N5183B-1EA	Высокая выходная мощность
N5183B-520	Частотный диапазон, от 9 кГц до 20 ГГц
N5183B-532	Частотный диапазон, от 9 кГц до 31,8 ГГц
N5183B-540	Частотный диапазон, от 9 кГц до 40 ГГц
N5183B-UNZ	Быстрое переключение частоты
N5193A	Генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты UXG
N5193A-AT1	Механический и полупроводниковый аттенюатор
N5193A-EP1	Улучшенный показатель фазового шума
N5193A-FR1	Разрешение по частоте 1 Гц
N5193A-PM1	Импульсная модуляция
N5193A-SS1	Скорость переключения 1 мкс
N5193A-SS2	Скорость переключения 250 нс
N5193A-UNT	Амплитудная, частотная, фазовая модуляция и узкополосная линейная частотная модуляция
E8257D	Аналоговый генератор сигналов PSG
E8257D-1E1	Ступенчатый аттенюатор
E8257D-1EA	Высокая выходная мощность
E8257D-520	Частотный диапазон, от 250 кГц до 20 ГГц
E8257D-532	Частотный диапазон, от 250 кГц до 31,8 ГГц
E8257D-540	Частотный диапазон, от 250 кГц до 40 ГГц

Более полная информация о возможных вариантах конфигурации содержится в Руководстве по конфигурированию Типового решения для калибровки многоканальных антенн, номер документа 5991-4583EN

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Персонализированное отображение интересующей вас информации



www.axiestandard.org

Расширение AdvancedTCA® для измерительного и тестового оборудования (AXIe) представляет собой открытый стандарт, расширяющий функциональность платформы AdvancedTCA для решения общих задач испытаний и тестирования полупроводниковых приборов. Компания Keysight является членом-основателем консорциума AXIe. ATCA®, AdvancedTCA® и логотип ATCA – зарегистрированные в США товарные знаки компании PCI Industrial Computer Manufacturers Group.

www.lxistandard.org



Коммуникационный стандарт LAN eXtensions for Instrumentation (LXI) позволяет использовать все возможности технологий Ethernet и Web в ваших тестовых системах. Keysight является одним из членом-основателей консорциума LXI.



www.pxisa.org

Платформа для модульного электронного приборного оборудования PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) позволяет создавать на основе персональных компьютеров надежные и высокопроизводительные системы измерения и автоматизации.



Три года стандартной заводской гарантии

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предоставляет стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.



Планы технической поддержки Keysight

www.keysight.com/find/AssurancePlans

До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.



www.keysight.com/quality

Keysight Technologies, Inc.
Сертификация Системы управления качеством согласно нормам ISO 9001:2008 выполнена компанией DEKRA.

Keysight Channel Partners

www.keysight.com/find/channelpartners

Вы получаете лучшее – профессионализм в области измерений и широкий ассортимент продуктов компании Keysight, объединенные с удобным партнерским сервисом.

www.keysight.com/find/modular

www.keysight.com/find/solution-mac

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