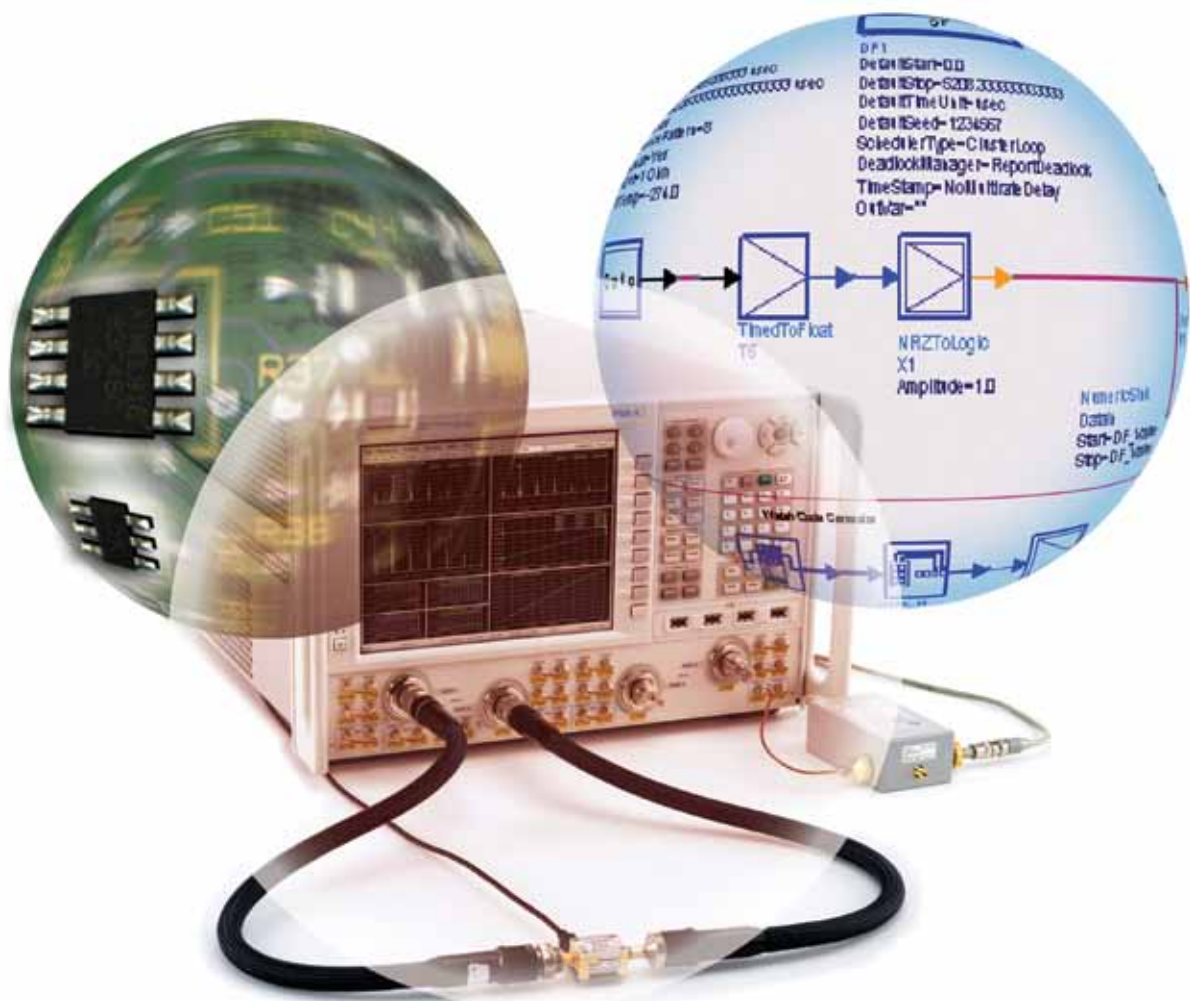




Нелинейный векторный анализатор цепей (NVNA)



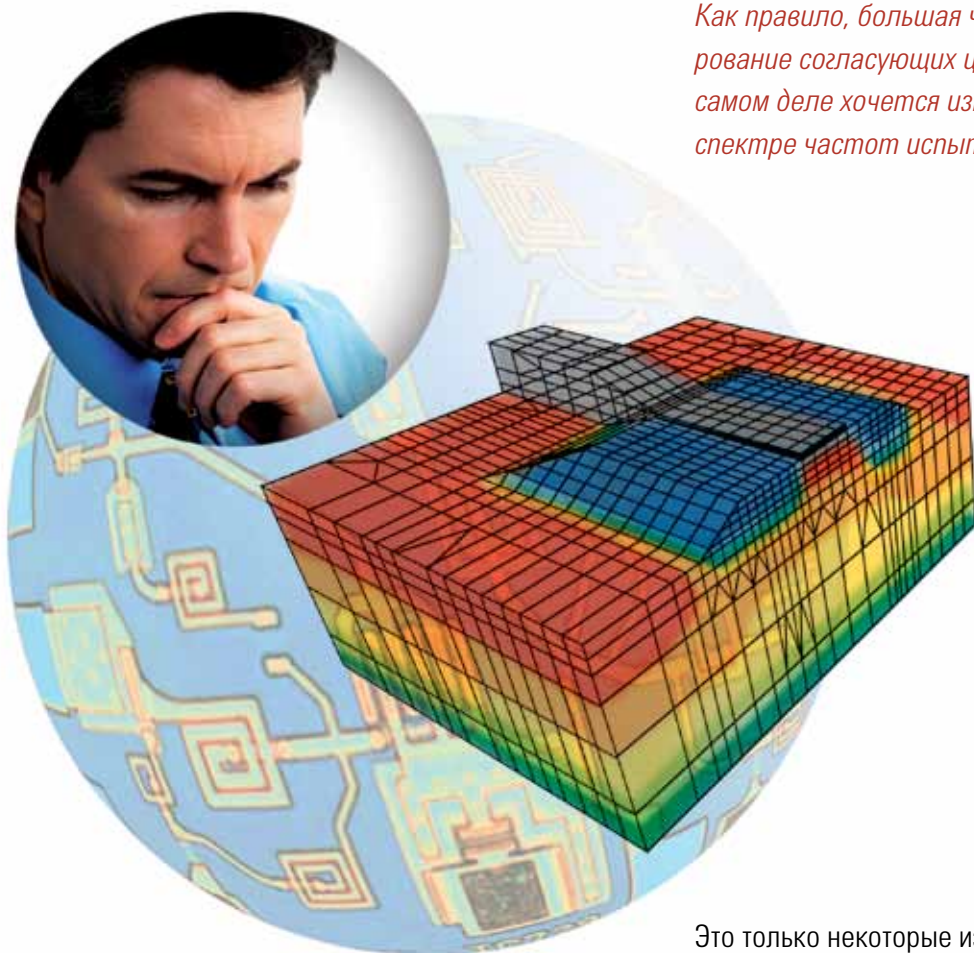
Передовая технология нелинейного векторного анализа цепей в диапазоне от 10 МГц до 67 ГГц



Мне известно, что коэффициент усиления усилителя изменяется в процессе согласования его выхода, но я не могу получить ответы на все интересующие меня вопросы, измерив только параметр «hot S22».

При последовательном соединении отдельных каскадов усилителя мощности результирующий выходной сигнал отличается от ожидаемого. Что делать в этой ситуации? Мне нужны новые инструменты для детального анализа нелинейного поведения устройств.

Как правило, большая часть времени уходит на проектирование согласующих цепей методом проб и ошибок. На самом деле хочется измерять амплитуду и фазу во всем спектре частот испытываемых устройств.



Это только некоторые из проблем, возникающих ежедневно. Компания Agilent Technologies поможет решить их с помощью **удостоенного множества наград*** нелинейного векторного анализатора цепей (NVNA).

Он предназначен для:

- ▶ Производителей полупроводниковых приборов и разработчиков ИС
- ▶ Разработчиков усилителей мощности базовых станций
- ▶ Разработчиков активных компонентов для оборонной промышленности
- ▶ Научно-исследовательских центров и университетов



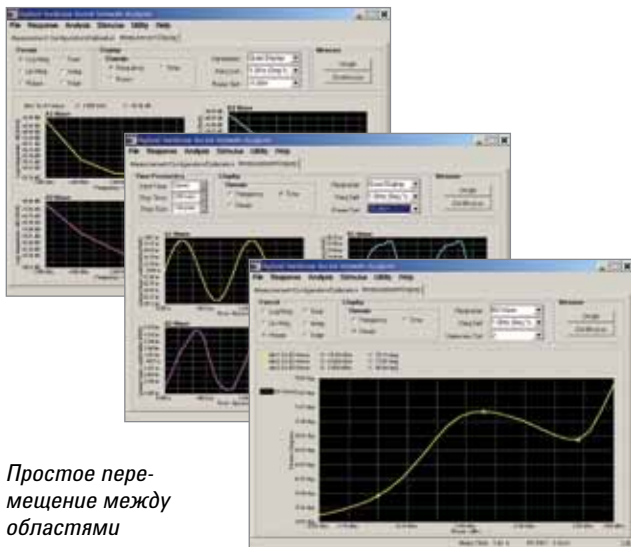
*** Лауреат премии Electronic Products 2008, финалист конкурса EDN Innovation Award 2008 и лучший продукт в рейтинге Microwaves and RF Top Products 2008**

Инновационная технология позволяет выйти за рамки линейных S-параметров

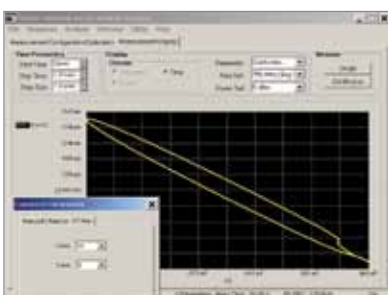
Нелинейный векторный анализатор цепей обеспечивает технологический прорыв, позволяя выйти за рамки линейных S-параметров, чтобы более точно анализировать и проектировать активные устройства в реальных условиях.

Этот анализатор обладает высоким быстродействием и мощными возможностями измерений. Для решения наиболее сложных проблем он предлагает три опции нелинейного анализа:

- ▶ **Определение нелинейных характеристик компонентов**
- ▶ **Определение X-параметров для нелинейных цепей¹**
- ▶ **Измерения огибающей импульса в нелинейной области**

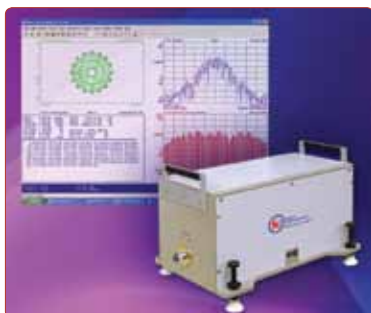


Простое перемещение между областями



Создание пользовательских экранов

Совместимость с тюнерами компании Maury Microwave для измерений устройств с произвольным импедансом



Определение характеристик нелинейных компонентов

На основе характеристик нелинейных компонентов можно детально исследовать нелинейное поведение испытываемого устройства. Теперь, после калибровки и векторной коррекции, вы можете быстро и легко измерять и отображать формы падающих, отраженных и переданных волн испытываемого устройства (ИУ). Это позволяет точно определять амплитуду и фазу интересующих вас продуктов искажений. Измерения всего спектра параметров прослеживаются до эталонов Национального института стандартов и технологий США (NIST).

Отображение данных в частотной и временной областях, а также в размерностях мощности, позволяет выполнять полный анализ и глубже понимать поведение устройств. Для каждой области можно подробно исследовать ее влияние на текущее состояние исследуемого устройства с целью оптимизации режима его работы. Зная значения абсолютной амплитуды и относительной фазы во всех измеренных спектрах, можно определять проблемные спектральные составляющие и разрабатывать схемы согласования, способные подавить эти нежелательные сигналы.

При определении характеристики компонента с помощью нелинейного векторного анализатора цепей можно:

- ▶ **Создавать пользовательские параметрические экраны, например, для отображения вольт-амперных характеристик**
- ▶ **Извлекать полные данные о входном и выходном сигналах для создания пользовательских моделей**
- ▶ **Быстро и легко выполнять настройку и измерения с помощью графического пользовательского интерфейса (GUI) передней панели прибора и интерфейса дистанционного программирования**

1. Термин «X-параметры» является зарегистрированным торговым знаком компании Agilent Technologies.

Введение в X-параметры: «новые S-параметры» для нелинейных компонентов

X-параметры для разработки и анализа нелинейных цепей

X-параметры представляют собой математически точное расширение S-параметров для больших сигналов. На основе этих параметров испытываемое устройство можно представить в виде «черного ящика», коэффициенты которого определяются на основе простого набора физических измерений параметров этого устройства.

X-параметры позволяют рассматривать испытываемое устройство как «черный ящик» с полностью нелинейными характеристиками, у которого мы измеряем амплитуду и фазу для основной частоты и гармоник. В процессе моделирования «черные ящики» можно каскадировать для точного определения поведения компонентов при отсутствии согласования. Исследователи и разработчики могут измерять рассогласование, усиление, групповую задержку и другие параметры компонентов.

Используя X-параметры вместе с САПР ADS и симуляторами, можно уменьшить число итераций при проектировании, ускорить симуляцию и выполнять детерминированное моделирование нелинейного поведения активных компонентов. Это позволяет значительно сократить время разработки компонентов, модулей и систем для ускорения их выхода на рынок. Кроме того, поскольку X-параметры получают на основе измерений, а испытываемое устройство представляется в виде «черного ящика», то их можно использовать для более полного описания рабочих характеристик по сравнению с обычными спецификациями при одновременной защите интеллектуальной собственности разработчиков.

Процесс работы с X-параметрами



Нелинейные измерения с помощью NVNA

Файл MDIF

САПР ADS – моделирование и проектирование

Блоки X-параметров

Используя X-параметры, можно выполнять точное нелинейное моделирование при произвольных условиях согласования.

Это позволяет предсказывать поведение компонента в сложных нелинейных цепях.

Измерение и просмотр X-параметров

Сбор данных для определения полного нелинейного поведения компонентов при любом импедансе нагрузки

X-параметры при измерениях с произвольным импедансом нагрузки

- ▶ Сокращение циклов проектирования на 50 % благодаря использованию реальных данных о нелинейных явлениях
- ▶ Каскадируемость X-параметров с учётом большого произвольного рассогласования в нагрузке
- ▶ Моделирование устройств и проектирование многокаскадных усилителей Догерти или других сложных схем усилителей с помощью простого перетаскивания мышью в САПР Advanced Design System (ADS)
- ▶ Измерение и предсказание линий динамической нагрузки по входным и выходным портам в условиях произвольной нагрузки даже при большой компрессии

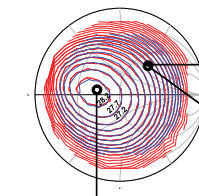


Измерения устройств с произвольным импедансом с помощью анализатора цепей серии PNA-X и тюнеров от Maury Microwave

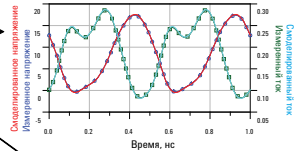
С помощью X-параметров можно упростить и автоматизировать сбор данных для определения нелинейного поведения компонентов с произвольным комплексным сопротивлением, входной мощностью, входными частотами, значениями смещения по постоянному току и т.д. Загрузив ПО моделирования значений выходного импеданса от компании Maury Microwave в нелинейный векторный анализатор цепей, и используя внешний тюнер этого производителя, можно определять гамма-зависимость поведения устройства при работе с большими сигналами. X-параметры впервые позволили унифицировать параметры рассеяния, скалярные и векторные данные при разных значениях выходного импеданса, а также характеристики гармоник, генерируемых устройством. Зависимость при полной нагрузке позволяет применять X-параметры для определения характеристик транзисторов, а также для моделирования и проектирования схем.

X-параметры позволяют получать зависимости параметров и формы сигналов при любом импедансе нагрузки даже в каскадных системах

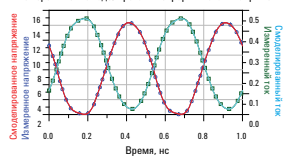
Измеренная и смоделированная полезная мощность



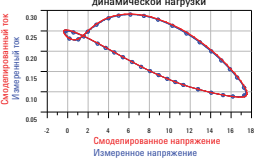
Измеренные и смоделированные формы тока и напряжения



Измеренные и смоделированные формы тока и напряжения по референциальной точке



Измеренная и смоделированная зависимости динамической нагрузки



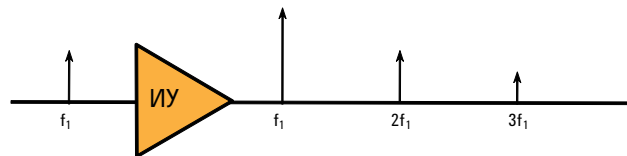
Измерение нелинейных характеристик с помощью нелинейного векторного анализатора цепей NVNA и просмотр смоделированных сигналов в САПР ADS

Двухтональные измерения X-параметров

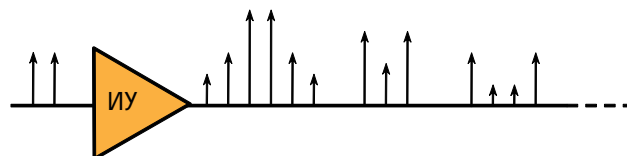
Определение X-параметров с использованием двухтонального входного сигнала

При измерении X-параметров на исследуемое устройство подается двухтональный сигнал большого уровня. Если подать двухтональный сигнал на нелинейное устройство, то вокруг основной частоты генерируются интермодуляционные составляющие, а также гармоники. Нелинейный векторный анализатор цепей может измерить все эти искажения для получения более подробной информации о нелинейном поведении устройства.

После двухтональных измерений X-параметров данные о поведении компонента можно импортировать в САПР ADS и использовать для создания модели, каскадируемой с другими компонентами для более глубокого анализа при проектировании схем. Двухтональный входной сигнал позволяет получать дополнительную информацию о зависимостях между составляющими искажений внутри полосы частот и определять возможное наличие эффектов памяти устройства.



При однотональном входном сигнале генерируются гармоники



При двухтональном входном сигнале вокруг каждой гармоники генерируются интермодуляционные составляющие

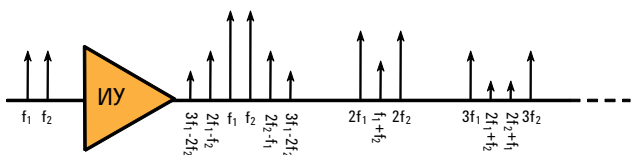


Точное измерение амплитуды и относительной фазы продуктов смешения при двухтональном входном сигнале для детерминированного проектирования схем согласования

Измерение и анализ формы многотонального сигнала

Оценка поведения устройства при нескольких входных сигналах большого уровня

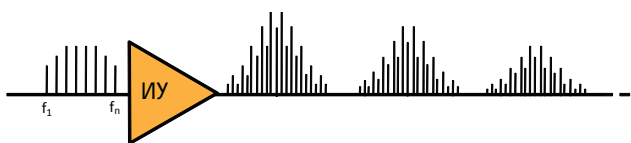
Для измерения и анализа формы сигнала на устройство можно подавать произвольное число сигналов большого уровня. Любой входной многотональный сигнал, начиная с простого двухтонального сигнала и до сигнала с произвольным числом тонов большого уровня, можно подавать на испытываемое устройство для имитации подачи множества модулированных сигналов. Это позволяет анализировать поведение устройства в условиях, близких к условиям подачи модулированных сигналов.



При двухтональном входном сигнале возникает несколько продуктов смешения

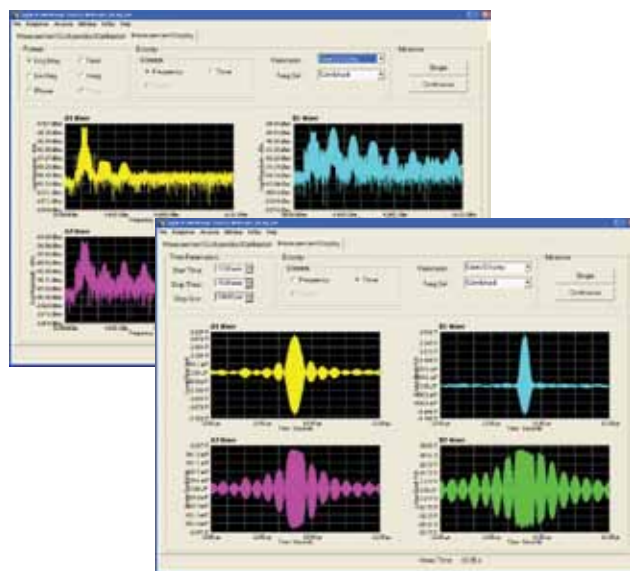
Моделирование сложных модулированных сигналов

Поскольку большинство современных систем использует сложные модулированные сигналы, то проекты таких систем и компонентов желательно оценивать с использованием именно таких сигналов. Для генерации требуемого сложного многотонального сигнала при моделировании устройства можно использовать внешний генератор сигналов произвольной формы и генератор СВЧ.



При подаче многотонального сигнала на усилитель возникает множество сложных продуктов смешения

При подаче многотонального сигнала на нелинейное устройство на его выходе появляется множество продуктов смешения. Нелинейный векторный анализатор цепей может измерять амплитуду и фазу каждого такого продукта и определять поведение устройства при подаче на его вход сложного многотонального сигнала. На основе результатов измерений можно детально проанализировать поведение устройства или системы при наличии сложной модуляции.



На экране NVNA показан входной сигнал с центральной частотой 2 ГГц и 64 тонами, разнесенными на 80 кГц, а также форма соответствующего выходного сигнала испытываемого устройства

Измерения смесителей и преобразователей частоты

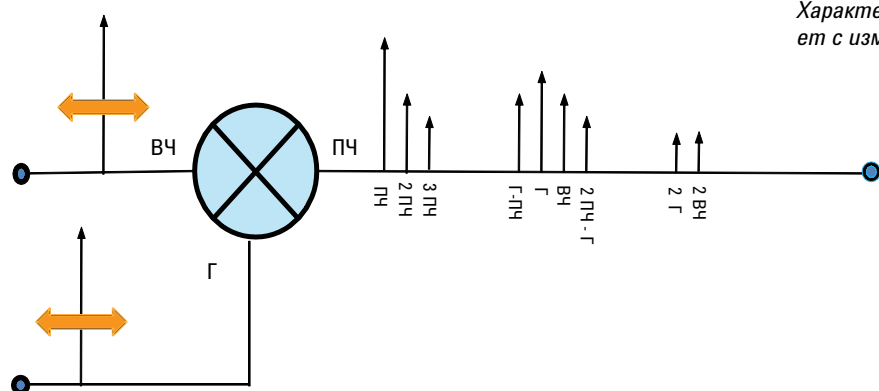
Определение характеристик трехпортовых устройств

Нелинейный векторный анализатор цепей позволяет определять характеристики трехпортовых устройств, таких как смесители и понижающие преобразователи. Однотональный ВЧ сигнал подается на ВЧ порт смесителя, а сигнал гетеродина (Г) с другой частотой и амплитудой – на порт Г смесителя. Уровень мощности ВЧ сигнала, поданного на смеситель, можно изменять для получения множества разных сигналов большого уровня. С помощью нелинейного векторного анализатора цепей можно измерять и определять амплитуду и фазу всех продуктов смешения на портах ВЧ, Г и ПЧ смесителя. Это позволяет оценивать нелинейное поведение трехпортового устройства и получить файл X-параметров для трех портов.

Такие измерения обеспечивают гибкое определение характеристик смесителя или преобразователя. Частоты ВЧ и Г можно свипировать одновременно, поддерживая постоянное значение ПЧ, или свипировать ВЧ при неизменной частоте гетеродина для свипирования ПЧ.

Точное моделирование при проектировании системы

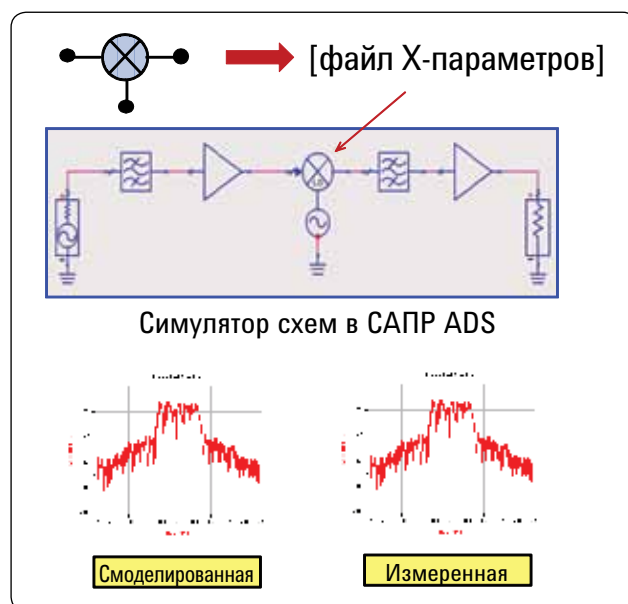
После измерения и определения нелинейного поведения смесителя или преобразователя, файл X-параметров для трех портов может быть импортирован в симулятор САПР ADS и использован разработчиками для точного моделирования системы.



Определение нелинейного поведения смесителя

Измерения X-параметров трехпортового устройства позволяют:

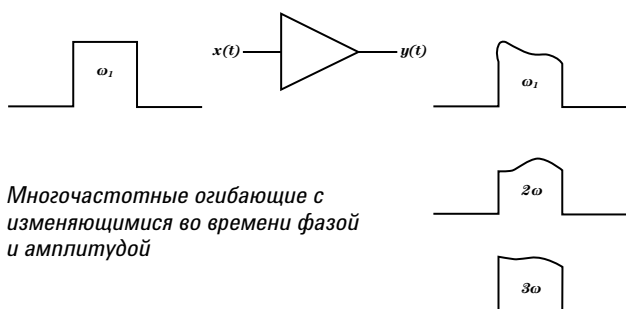
- ▶ Определять нелинейное поведение смесителей и преобразователей
- ▶ Создавать точные модели X-параметров трехпортовых устройств, импортируемые в симуляторы САПР ADS
- ▶ Каскадировать усилители и смесители в проектируемых системах
- ▶ Точно моделировать результаты проектирования систем



Характеристика смоделированной системы близко совпадает с измеренной характеристикой

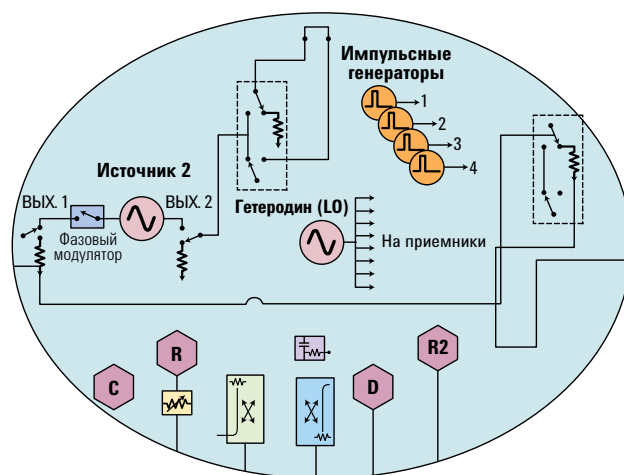
Анализ мощности огибающей импульса

Измерения огибающей импульса в нелинейной области

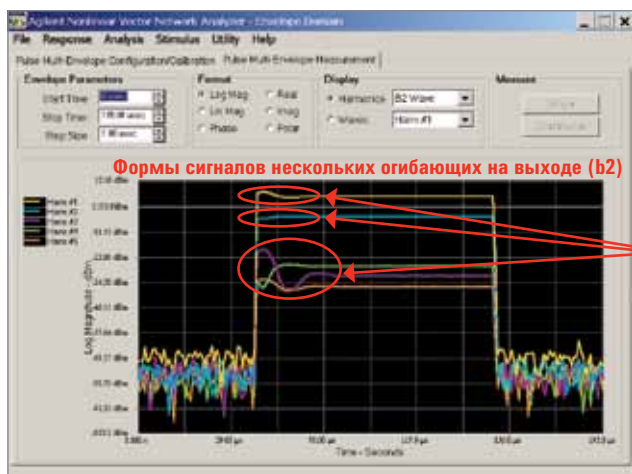


Рассмотрим основные моменты, касающиеся исследования эффектов памяти в активных нелинейных устройствах. Анализ поведения компонентов на низких частотах усложняется из-за тепловых эффектов или влияния цепей смещения, а на высоких – из-за ограничения частоты схемами согласования. Нелинейный векторный анализатор цепей измеряет, после векторной коррекции, амплитуду и фазу огибающих импульсов испытываемого устройства на основной частоте и на частотах гармоник. Отображаемые данные показывают изменение нелинейного поведения проектируемого устройства во времени, что позволяет анализировать причины появления нелинейностей и оценивать изменения, вносимые в проектируемое устройство.

Нелинейный векторный анализатор цепей PNA-X в полной мере использует преимущества опциональных внутренних импульсных модуляторов и генераторов для быстрой, точной и простой настройки измерений огибающей импульса в нелинейной области. Высокая степень интеграции значительно упрощает настройку и способствует повышению эффективности и точности измерений.



Встроенные импульсные генераторы и модуляторы анализатора цепей серии PNA-X



Формы сигналов нескольких огибающих на выходе (b2)

Каждая гармоника имеет уникальную форму огибающей, изменяющуюся во времени

X-параметры только для основной частоты

Измерение X-параметров только на основной частоте

Для определенных устройств измерение уровня гармоник или не имеет большого значения, или создает дополнительные трудности. Для множества узкополосных устройств измерять гармоники не имеет смысла, а для некоторых ВЧ устройств измерять их очень сложно. Например, уровень третьей гармоники для устройства с частотой 34 ГГц можно измерить только с помощью анализатора цепей с диапазоном частот более 100 ГГц.

Нелинейный векторный анализатор цепей позволяет измерять и определять характеристики устройств такого типа только на их основных частотах и извлекать модель X-параметров, представляющую поведение устройства

в требуемой рабочей точке для сигнала большого уровня. Эта модель содержит уровень мощности, величину смещения, исходный сигнал и зависимость от импеданса нагрузки. Модель X-параметров только для основной частоты можно импортировать в симулятор САПР ADS, где она может использоваться для моделирования подобно любому другому устройству.

При использовании нелинейного векторного анализатора цепей для измерений только на основной частоте, калибровка и измерение опорных фаз не требуются. Это позволяет снизить стоимость измерений и упростить измерительные системы.



Новое устройство интегральной схемы



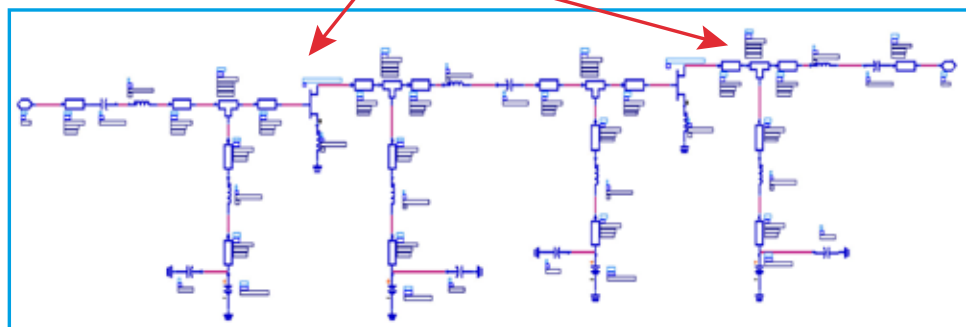
Измерение X-параметров на основной частоте



[файл X-параметров]



САПР ADS



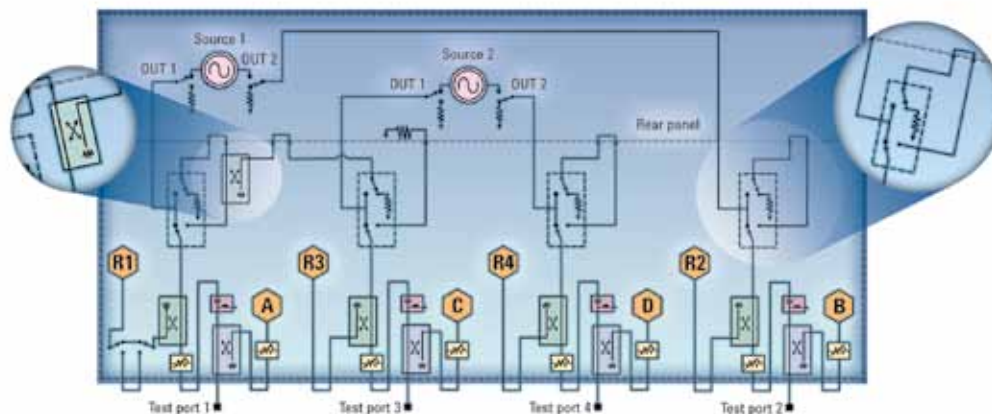
Моделирование в САПР ADS

Модели X-параметров только для основной частоты можно использовать для моделирования в САПР ADS

NVNA: расширение возможностей самого высокопроизводительного СВЧ анализатора цепей серии PNA-X

Благодаря высокой степени интеграции и широким возможностям конфигурирования, анализатор цепей серии PNA-X представляет собой идеальное средство измерений активных устройств. Сочетание качественных источников сигнала, формирующих частоты гармоник,

высококчувствительных линейных приемников, исключительной гибкости и дружелюбного пользовательского интерфейса создает выигрышную комбинацию. PNA-X с NVNA позволяет инженерам **использовать самые передовые технологии разработки и тестирования компонентов.**

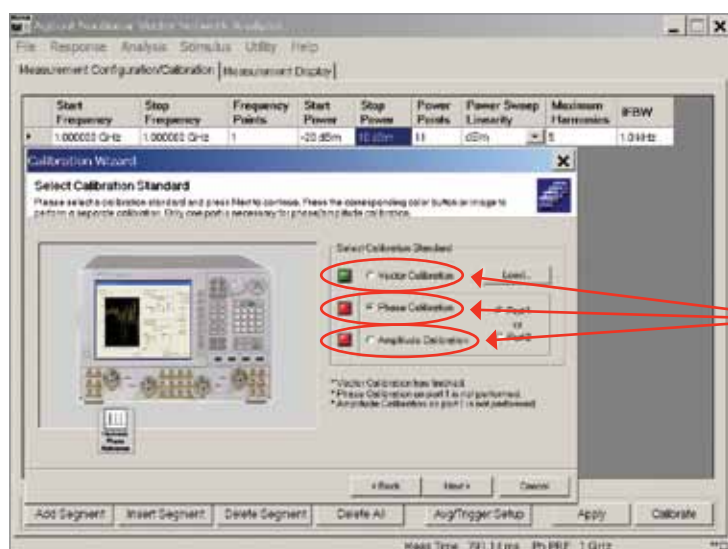


Блок-схема СВЧ анализатора цепей PNA-X

Стандартный анализатор серии PNA-X преобразуется в NVNA с помощью минимального количества аппаратных принадлежностей и программных опций нелинейного анализа. Основа этого преобразования – процесс калибровки нелинейных измерений.

Достоверность измеренных данных важна так же, как и сами данные. В нелинейном векторном анализаторе

цепей векторная калибровка фазы и амплитуды производится в соответствии со стандартами Национального института стандартов и технологий США (NIST). **Простой трехэтапный процесс калибровки** выполняется под руководством графического мастера калибровки, в результате чего устраняются любые систематические ошибки и максимально повышается точность.



Векторная калибровка амплитуды и фазы

Мастер калибровки NVNA

- Векторная калибровка с использованием стандартного набора электронных или механических калибровочных мер Agilent



Калибровочный модуль

- Калибровка амплитуды с помощью измерителя мощности или USB датчика мощности Agilent



USB датчик мощности

- Калибровка фазы с использованием нового высококачественного генератора комбинационных частот компании Agilent

Простые в использовании генераторы комбинационных частот Agilent U9391C/F/G, используемые для задания опорной фазы гармоник, отличаются превосходными характеристиками и широким диапазоном частот. Генератор комбинационных частот, используемый в качестве основного компонента для калиброванных измерений фазы интересующих спектральных составляющих, имеет:

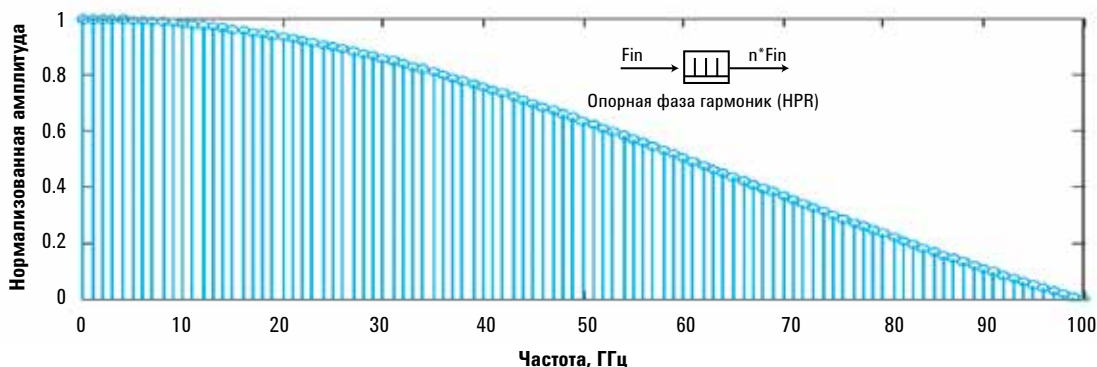


Генератор комбинационных частот U9391C диапазона 10 МГц – 26,5 ГГц



Генератор комбинационных частот U9391F/G диапазона 10 МГц – 50 ГГц или 67 ГГц

- ▶ Низкую чувствительность к изменениям температуры, входной мощности и частоты входного сигнала
- ▶ Диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц
- ▶ Широкий динамический диапазон



С выхода опорной фазы выдается широкий спектр тонов с разнесением менее 1 МГц

Информация для заказа

Нелинейный векторный анализатор цепей (NVNA)

Нелинейный векторный анализатор цепей построен на базе анализатора цепей высшего класса серии PNA-X.

Для получения дополнительной информации посетите страницу

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/N5242-90007.pdf>

(Техническое описание анализатора цепей серии PNA-X).

Анализаторы цепей семейства PNA-X

N5241A, от 10 МГц до 13,5 ГГц

N5242A, от 10 МГц до 26,5 ГГц

N5244A, от 10 МГц до 43,5 ГГц

N5245A, от 10 МГц до 50 ГГц

N5247A, от 10 МГц до 67 ГГц

N5249A, от 10 МГц до 8,5 ГГц (новинка)

Для определения характеристик компонентов требуются следующие опции

Опция 510	Определение характеристик нелинейных компонентов
Опция 400	4 порта, комплект для тестирования с двумя источниками
Опция 419	4 порта, расширенный диапазон мощности и тройники для подачи смещения
Опция 080	Смещение частоты

Измерение X-параметров

Требует использования конфигурации для определения характеристик компонентов и дополнительно:

Опция 514	Нелинейные X-параметры
Опция 423	Внутренний сумматор и механические переключатели

Расширенные возможности

Опция 520 ¹	X-параметры для нагрузки с произвольным импедансом
Опция 087	Измерение интермодуляционных искажений (Требует опции для многотонального определения характеристик компонентов или двухтонального измерения X-параметров.)
Опция 083	Измерения преобразователя с векторной и скалярной калибровкой (Требуются для измерений трехпортовых смесителей и преобразователей.)

Измерение огибающей в нелинейной области

Требуется задать конфигурацию для определения характеристик компонентов и дополнительно:

Опция 518	Измерения огибающей импульса в нелинейной области
Опция 021 ²	Импульсный модулятор для первого внутреннего источника
Опция 025	Добавление четырех внутренних импульсных генераторов

Генераторы комбинационных частот для задания опорной фазы³

U9391C	Генератор комбинационных частот от 10 МГц до 26,5 ГГц для задания опорной фазы
U9391F	Генератор комбинационных частот от 10 МГц до 50 ГГц для задания опорной фазы
U9391G	Генератор комбинационных частот от 10 МГц до 67 ГГц для задания опорной фазы (требуется источник питания +15 В пост.тока, 2 А)

Источник питания постоянного тока для генераторов комбинационных частот: рекомендуется источник питания 87421A (2 шт.) или эквивалентный. Посетите страницу <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-7619EN.pdf> для ознакомления с техническим обзором генераторов комбинационных частот Agilent U9391C/F/G.

Требуемые нелинейные принадлежности

Измеритель или датчик мощности Agilent, или USB датчик мощности.

Механические или электронные калибровочные меры Agilent для векторной калибровки.

Опционально можно использовать другой источник сигналов Agilent, например, генератор MXG или PSG, вместо встроенного источника опорного сигнала 10 МГц анализатора цепей PNA-X, для подачи основного сигнала на генератор комбинационных частот, если требуемое разрешение между тонами больше 10 МГц.

1. Требуется тюнер произвольного выходного импеданса от компании Maury Microwave с соответствующим ПО, а также САПР ADS от Agilent.
2. При ограничениях на торговлю высокотехнологичным оборудованием заказывайте опцию 036 вместо опции 021.
3. Для нелинейных измерений требуются генераторы комбинационных частот, задающие две опорные фазы; измерения X-параметров только на основной частоте выполняются без генераторов комбинационных частот.



myAgilent

www.agilent.com/find/myagilent

Персонализированное представление интересующей вас информации.



www.lxistandard.org

LXI представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Agilent входит в число основателей консорциума LXI.



Расширенные услуги Agilent

www.agilent.com/find/AdvantageServices

Точные измерения на протяжении всего срока службы прибора.



www.agilent.com/quality

Система управления качеством Agilent Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Agilent

www.agilent.com/find/channelpartners

Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Agilent в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

Российское отделение

Agilent 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@agilent.com

www.agilent.ru

Сервисный Центр

Agilent Technologies в России

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

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: russia.ssu@agilent.com

Технические характеристики и описания продуктов могут изменяться без предварительного уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2011

Напечатано в России, 20 сентября, 2011 г.
5989-8575RURU



Agilent Technologies