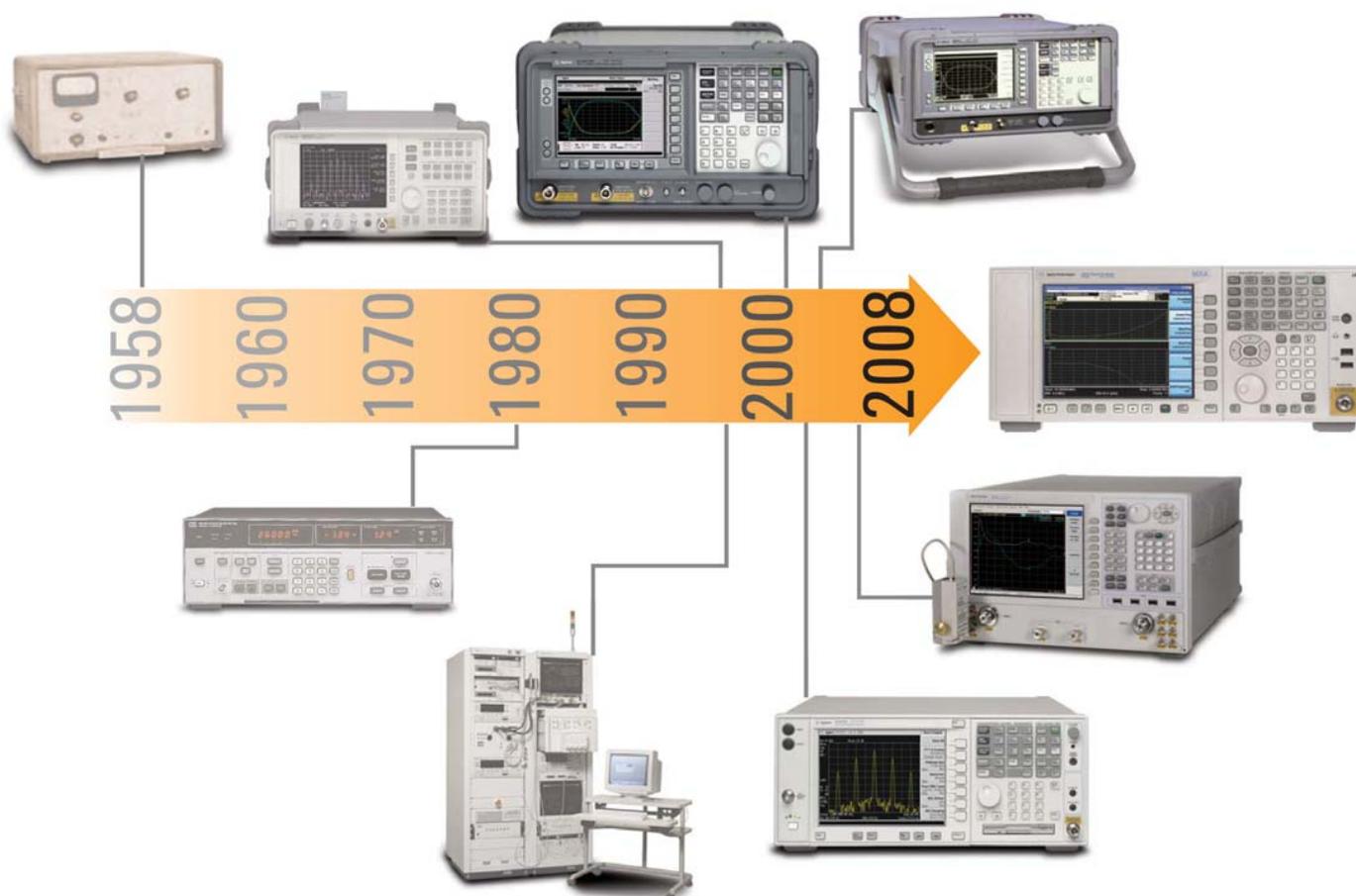




Руководство компании Agilent Technologies по выбору решения проблемы измерения коэффициента шума

Минимизация шума



50 лет лидерства компании Agilent Technologies в области измерения коэффициентов шума

Обзор технических решений для измерения коэффициентов шума

Содержание

Обзор технических решений для измерения коэффициентов шума.....	2
Анализаторы коэффициента шума NFA N8973 / 4 / 5A.....	11
Серия PSA E4440 / 3 / 5 / 6 / 7 / 8A.....	13
Анализаторы сигналов X-серии (MXA / EXA) N9020A / N9010A.....	14
Серия ESA E4402 / 4 / 5 / 7B.....	15
PNA-X Микроволновый анализатор цепей N5242A.....	16
Интеллектуальные источники шума серии SNS N4000 / 1 / 2A...	17
Традиционные источники шума серии 346 346A / B / C.....	18
Высокочастотные источники шума серии 347 R347B / Q347B...	19
Испытательная установка для источника шума N2002A.....	20
Дополнительная литература.....	21

Коэффициент шума является одним из ключевых параметров, характеризующих способность приёмников и их компонент, работающих при низких уровнях сигнала, обрабатывать слабые сигналы в присутствии теплового шума. Например, при исследовании маломощных усилителей (МШУ) коэффициент шума характеризует ухудшение отношения сигнал / шум, которое происходит из-за влияния внутренних шумов, создаваемых активными компонентами маломощного усилителя. Компания Agilent в течение 50 лет занимается разработкой технических решений для измерения коэффициентов шума — от измерителей шума до современных анализаторов спектра, анализаторов параметров цепей и измерителей коэффициентов шума на основе анализаторов. Эти приборы обеспечивают простоту измерений, которые могут теперь выполняться быстро и с высокой точностью.

Точные измерения коэффициента шума являются решающим фактором как для НИОКР, так и для производства. В НИОКР более высокая точность позволяет достичь лучшего согласования между результатами моделирования и измерения и может помочь обнаружить источники шума, которые не были учтены при моделировании. В производстве более высокая точность позволяет использовать меньшие защитные полосы для установки и проверки характеристик отдельных компонентов. Более высокие характеристики позволяют выпускать более конкурентоспособную продукцию, которая может идти по более высокой цене или способствовать овладению большей долей рынка.

Подробности на сайте www.agilent.com/find/nf

Техника измерения

Два основных метода измерения коэффициента шума:

- Метод Y-фактора (Y-factor)
- Метод холодного источника (Cold-source)

Более подробные сведения об этих методах можно найти в брошюре *Application Note 57-1, Fundamentals of RF and Microwave Noise Figure Measurements (основы измерения коэффициента шума в ВЧ- и микроволновом диапазоне)*, номер публикации 5952-8255E.

Чтобы правильно выбрать прибор для измерения коэффициента шума, важно иметь основные представления о том как выполняются его измерения и каковы связанные с этим погрешности. Погрешность измерения коэффициента шума зависит не только от испытательного оборудования, но и от характеристик самого испытуемого устройства (ИУ), например, от его S-параметров и шумовых характеристик.

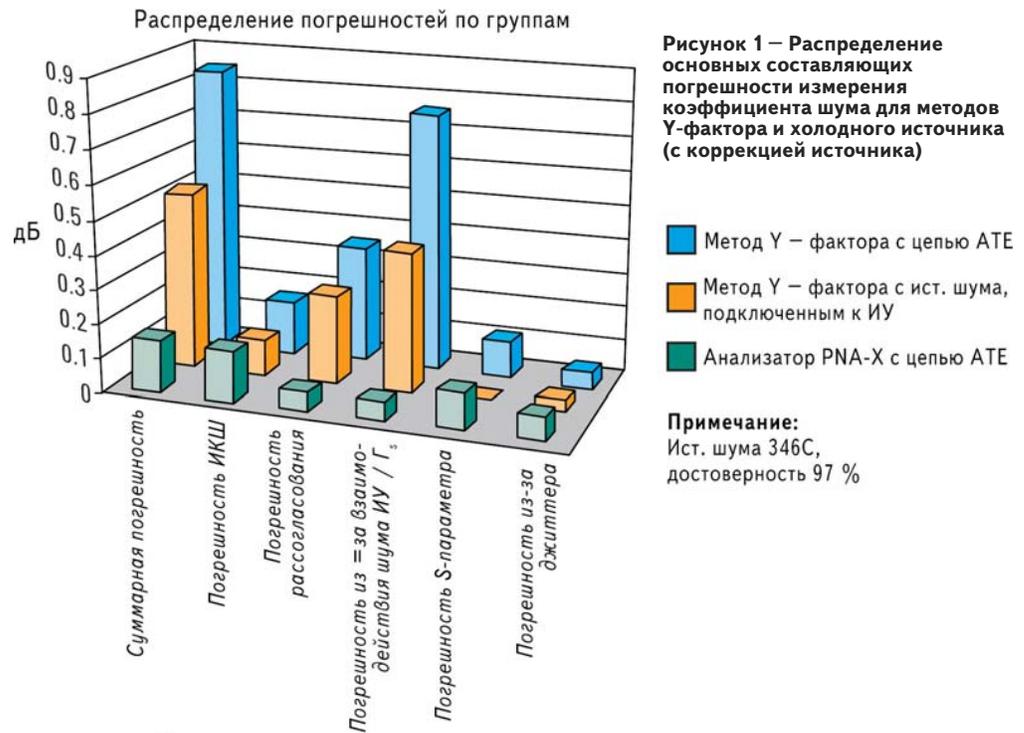
На сегодня имеются два основных метода измерения коэффициента шума. Наиболее распространённым является метод, называемый методом Y-фактора или методом горячего/холодного источника. Метод Y-фактора использует источник шума, установленный на входе ИУ и обеспечивающий два уровня входного шума. Этот метод даёт значения коэффициента шума и коэффициента усиления ИУ и используется как с анализатором спектра, так и с анализатором коэффициента шума. Метод Y- фактора прост в использовании и обеспечивает хорошую точность измерения, особенно когда источник шума хорошо согласован и может быть подключен непосредственно к ИУ.

Другой используемый метод называется методом холодного источника или методом прямого шума. Здесь вместо источника шума, подключенного ко входу ИУ, требуется только наличие известной нагрузки (обычно 50 Ом). Однако этот метод требует независимого измерения коэффициента усиления ИУ. Метод хорошо работает с векторными анализаторами цепей, поскольку в этом случае может использоваться коррекция ошибки вектора для получения очень точных измерений коэффициента усиления (S21). При использовании анализатора цепей PNA-X сочетание коррекции ошибки вектора и уникального метода коррекции источника шума анализатора PNA-X обеспечивает самую высокую среди промышленных приборов точность измерения коэффициента шума. Другое преимущество метода холодного источника состоит в том, что измерения S-параметра и коэффициента шума могут выполняться при едином подключении к ИУ. Для калибровки системы требуется источник шума.

Погрешность измерения

Имеется несколько основных источников, вносящих вклад в суммарную погрешность измерения коэффициента шума. При выборе технического решения для измерения важно остановиться на том, у которого вклад основного источника в общую погрешность минимален.

Некоторые из этих источников могут быть указаны в технических данных прибора — например, инструментальная погрешность, погрешность избыточного коэффициента шума (ИКШ) и джиттер; другие составляющие зависят от взаимного влияния между измерительной системой и ИУ. Например, имеются два источника ошибки, обусловленной несовершенством согласования системного источника (отклонение от идеального импеданса 50 Ом). Первый — это ошибка рассогласования, которая возникает в результате неидеальной передачи мощности между измерительной системой и ИУ. Второй источник ошибки — взаимное влияние между шумом, создаваемым ИУ и согласованием источника (Γ_s) со стороны ИУ. На приведённом ниже рисунке дана сравнительная оценка погрешностей измерения коэффициента шума методом Y-фактора и методом холодного источника (реализованного на базе анализатора PNA-X). Использованный для этого примера усилитель имел коэффициент шума 3 дБ, коэффициент усиления 15 дБ, согласование по входу и выходу 10 дБ и умеренные шумовые параметры ($F_{min} = 2,8$ дБ, $\Gamma_{opt} = 0,27 + j0$, $R_n = 37,4$). Для метода Y-фактора погрешность вычислялась двумя различными способами: один с источником шума, подключенным непосредственно к ИУ, другой — с электрической цепью, имитирующей переключателя и кабели от автоматизированного испытательного оборудования (АТЕ), расположенные между источником шума и ИУ (с коррекцией потерь). Пример с анализатором PNA-X включает цепь АТЕ.



Составляющие погрешности

Для метода Y-фактора основным источником погрешности является рассогласование между источником шума и ИУ, а также взаимное влияние между шумом, создаваемым в ИУ и шумом системы. Имитируемая цепь АТЕ (между источником шума и ИУ) увеличивает ошибку. Для метода холодного источника со скорректированным источником шума анализатора PNA-X наибольший вклад в суммарную погрешность вносит погрешность ИКШ этого источника шума, которая мешает правильному измерению шума внутренних приёмников анализатора PNA-X в процессе калибровки.

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nf

Компоненты системы для измерений коэффициента шума

Полный или суммарный коэффициент шума системы является результатом действия трёх отдельных компонент измерительной системы: прибора, используемого для измерения коэффициента шума, источника шума, используемого при измерении или при калибровке, и ИУ. Основой для большинства измерений коэффициента шума является метод Y- фактора. Этот метод для определения внутреннего шума ИУ использует источник шума как при калибровке, так и при выполнении измерений. Тогда как метод холодного источника использует источник шума только при калибровке, как показано на рисунке 2.

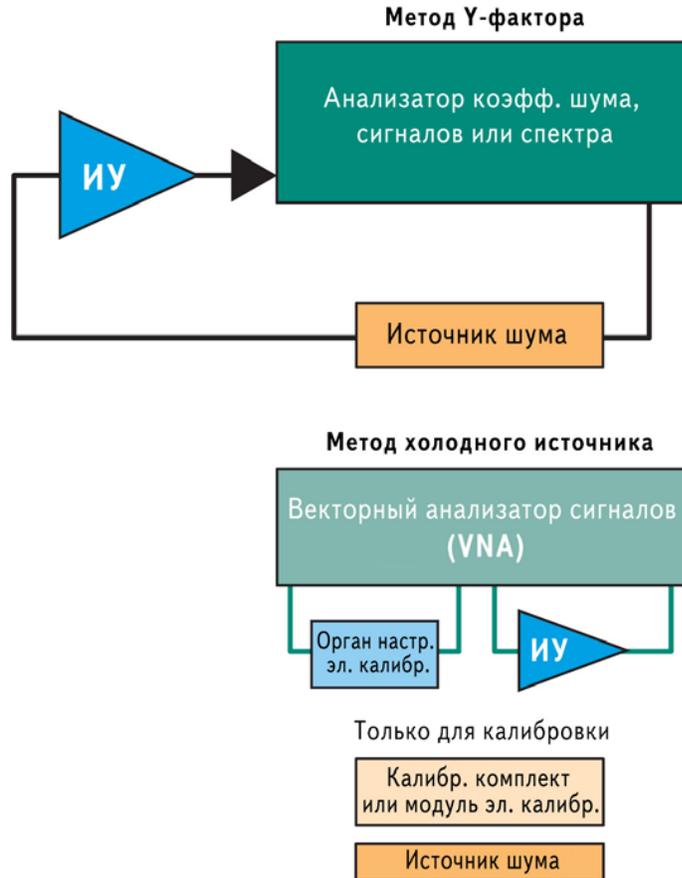


Рисунок 2 – Основные компоненты, необходимые для измерения коэффициента шума

Каждая из компонент, показанных на рисунках, подробно описана в следующих разделах. Метод Y-фактора использует один из трёх различных приборов: анализатор коэффициента шума (NFA), анализатор спектра или анализатор сигналов с опцией измерения коэффициента шума. Метод холодного источника использует анализатор цепей PNA-X с опцией измерения коэффициента шума.

Выбор прибора

Компания Agilent предлагает три варианта технических решений для измерения коэффициента шума:

- *Анализатор коэффициента шума* — единственное моноблочное техническое решение на рынке
- *Анализатор сигналов или анализатор спектра* — экономичное решение, обеспечивающее хорошие характеристики
- *Анализатор цепей* — решение, обеспечивающее самую высокую точность

При широком выборе приборов, предлагаемых компанией Agilent для измерения коэффициента шума, не составляет труда подобрать тот, который наиболее подходит пользователю для этой цели. Имеется три варианта технических решений, предлагаемых компанией Agilent: специализированный анализатор коэффициента шума, анализатор сигналов или анализатор спектра и векторный анализатор цепей. Преимущества каждого из этих решений рассмотрены ниже.

Анализатор коэффициента шума (NFA). Это лидирующее техническое решение для измерения коэффициента шума. Компания Agilent предлагает единственный моноблочный вариант для измерения коэффициента шума, имеющийся сегодня на рынке. Приборы серии NFA разработаны исключительно для точных измерений коэффициента шума, поставляются с внутренним предусилителем в стандартной конфигурации и покрывают три частотных диапазона: до 3; 6,7 и 26,5 ГГц. Анализаторы серии NFA могут также использоваться с блоком понижающего преобразователя частоты для выполнения измерений до 110 ГГц. Эти анализаторы для измерения коэффициента шума используют метод Y-фактора. Они имеют низкий собственный коэффициент шума и представляют хороший компромисс между использованием универсального анализатора сигналов/спектра или решения, основанного на анализаторе цепей и обеспечивающего наибольшую точность.

Анализаторы сигналов/спектра. Добавление к универсальному анализатору спектра опции измерения коэффициента шума представляет экономичный путь для придания ему возможности измерения коэффициента шума. Точность и диапазон частот, обеспечиваемый этим техническим решением, зависят от того, на базе какого прибора это измерение выполняется. Анализаторы сигналов/спектра для измерения коэффициента шума используют метод Y-фактора. Внешнее или внутреннее предусиление часто позволяет повысить точность измерения.

Анализаторы цепей. Если требуется самая высокая точность измерения, рекомендуется выбрать анализатор цепей Agilent PNA-X с опцией измерения коэффициента шума. В основе этого решения лежит метод холодного источника, и при этом измерение S-параметров и коэффициента шума осуществляется при едином подключении к ИУ.

При выборе прибора, удовлетворяющего требованиям пользователя, в первую очередь важно выбрать такой, который покрывает диапазон частот ИУ. В приведенной ниже таблице показаны все предлагаемые компанией Agilent технические решения для измерения коэффициента шума и диапазоны частот, в которых можно рассчитывать на твердые характеристики, номинальные характеристики или в которых измерения коэффициента шума проводить не рекомендуется.

Диапазоны частот, в которых обеспечиваются рабочие характеристики измерения коэффициента шума

Серия прибора	200 кГц – 10 МГц	10 МГц – 3 ГГц	3 ГГц – 26,5 ГГц	26,5 ГГц – 110 ГГц	Стр.
ESA					15
EXA					14
MXA					14
PSA					13
NFA					11
PNA-X					16

Таблица 1 – Компания Agilent предлагает широкий выбор приборов для перекрытия различных частотных диапазонов при измерениях коэффициента шума. В таблице использованы следующие понятия: номинальные характеристики – характеристики, основанные на результатах испытаний прибора, но не гарантированные; твердые характеристики – проверенные и гарантированные характеристики; фактические рабочие характеристики могут быть выше значений, приведенных в спецификации.

Не рекомендуется	Номинальные характеристики	Номинальные характеристики с понижающим преобразователем	Твердые характеристики до 3,6 ГГц	Твердые характеристики
------------------	----------------------------	--	-----------------------------------	------------------------

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nf

При выборе прибора, удовлетворяющего требованиям к измерению коэффициента шума, не менее важны его технические характеристики. Следует обратить внимание, что приведенная ниже таблица даёт номинальные значения характеристик для каждого прибора на частоте 1 ГГц. Это позволяет покупателям быстро сравнить различные приборы. Полные характеристики каждого конкретного прибора, включая, но не ограничиваясь только этим, соотношение твёрдых и номинальных характеристик в различных диапазонах частот можно найти в спецификациях соответствующих приборов.

Номинальные характеристики измерения коэффициента шума на частоте 1 ГГц

Приборы для метода Y-фактора	Погрешность коэфф. шума прибора, дБ	Погрешность коэфф. усиления для коэфф. шума, дБ	Согласование прибора, КСВн	Коэфф. шума прибора, дБ	Стр.
ESA	0,24	0,83	1,40	8,75	15
EXA	0,03	0,15	1,30	13,00	14
MXA	0,02	0,10	1,30	9,50	14
PSA	0,05	0,17	1,10	6,50	13
NFA	0,05	0,17	1,70	4,75	11
Приборы для метода холодного источника	Нелинейность	Погрешность параметра S_{21}	Согласование прибора	Коэфф. шума прибора, дБ	Стр.
PNA-X	0,05	0,05	1,02	12	16

Таблица 2 – Сравнение различных технических решений для измерения коэффициентов шума на частоте 1 ГГц с использованием только номинальных характеристик; для получения полных данных, включая твёрдые характеристики, следует обратиться к спецификации каждого конкретного прибора

Выбор источника шума

При измерении коэффициента шума качество источника шума является решающим фактором обеспечения точности и повторяемости измерений. Коэффициенты избыточного шума (ИКШ) источников шума компании Agilent тщательно калибруются путём переноса единицы величины к национальным стандартам США и Великобритании. Выходные параметры источника нормируются в величинах ИКШ в диапазоне частот. Обычно используются ИКШ с номинальными значениями 6 и 15 дБ. Низкие значения ИКШ уменьшают ошибку, обусловленную нелинейностью детектора шума. Эта ошибка уменьшается, если измерения будут выполняться в пределах меньшего, и следовательно, более линейного участка амплитудной характеристики приборного детектора. Источник шума с ИКШ 6 дБ использует более узкий участок амплитудной характеристики детектора, чем источник с ИКШ 15 дБ.

Источник шума с ИКШ 6 дБ рекомендуется использовать в следующих случаях:

- При измерении параметров устройства, у которого коэффициент усиления особенно чувствителен к изменению импеданса источника
- Когда ИУ имеет очень низкий коэффициент шума
- Когда коэффициент шума устройства не превышает 15 дБ

Источник шума с ИКШ 15 дБ рекомендуется использовать в следующих случаях:

- В задачах общего применения для измерения коэффициента шума до 30 дБ
- Для пользовательской калибровки самого полного динамического диапазона прибора перед измерением параметров устройств с высоким коэффициентом усиления

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nf

Компания Agilent предлагает три семейства источников шума с различными диапазонами частот, различной степенью согласования, различными величинами ИКШ и типами соединителей. Серия интеллектуальных источников шума (SNS) упрощает измерительную установку за счёт автоматической загрузки в прибор данных калибровки, хранящихся в электронной памяти, сберегая тем самым ценное технологическое время. Традиционные источники шума серии 346 представляют экономически наиболее эффективное решение – они перекрывают самый широкий диапазон частот. И наконец, компания Agilent предлагает высокочастотные источники шума с волноводными трактами для измерений на частотах выше 26,5 ГГц.

Источники шума компании Agilent

	Источник шума	Типичный ИКШ	Диапазон частот	Стр.
Интеллектуальные источники шума. Серия SNS	N4000A	4,6 – 6,5 дБ	10 МГц – 18 ГГц	17
	N4001A	14 – 16 дБ	10 МГц – 18 ГГц	17
	N4002A	12 – 17 дБ	10 МГц – 26 ГГц	17
Традиционные источники шума. Серия 346	346A	5 – 7 дБ	10 МГц – 18 ГГц	18
	346B	14 – 16 дБ	10 МГц – 18 ГГц	18
	346C	12 – 17 дБ	10 МГц – 26 ГГц	18
	346C-K01	21 дБ	1 ГГц – 50 ГГц	18
Высокочастотные источники шума. Серия 347	Q347B	6 – 13 дБ	33 ГГц – 50 ГГц	19
	R347B	10 – 13 дБ	26,5 ГГц – 40 ГГц	19

Таблица 3 – Компания Agilent предлагает три семейства источников шума для различных бюджетов и требований к испытаниям

Приведенные в таблице 3 источники шума работают с различными приборами, перечисленными в таблице 4.

Поддержка источника шума

Приборы для метода Y-фактора	Серия SNS	Серия 346	Серия 347	Стр.
ESA	▲	▲	▲	15
EXA	▲	▲	▲	14
MXA	▲	▲	▲	14
PSA		▲	▲	13
NFA	▲	▲	▲	11
Приборы для метода холодного источника	N4000A серии SNS	Серия 346		Стр.
PNA-X		▲		16

Таблица 4 – Источники шума и совместимые с ними измерительные приборы для измерений коэффициентов шума

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nf

Для удовлетворения уникальных потребностей пользователей компания Agilent предлагает следующие специальные опции источников шума. Опция H10 обеспечивает переносимость единицы величины к эталонам национальной физической лаборатории (NPL) Великобритании. Другие перечисленные опции были запрошены пользователями для выполнения измерений с соединителями 3,5 мм.

Номер опции	Описание
N4000A-H10	Перенос эталонной величины, калиброванной NPL
N4001A-H10	Перенос эталонной величины, калиброванной NPL
N4002A-H10	Перенос эталонной величины, калиброванной NPL
346A-H10	Перенос эталонной величины, калиброванной NPL
346B-H10	Перенос эталонной величины, калиброванной NPL
346C-H10	Перенос эталонной величины, калиброванной NPL
346A-H13	Лаб. эталон с калибровкой на 20 частотах из списка (от 10 МГц до 18 ГГц)
346B-H01	Соединитель 3,5 мм (вилка) с номинальным ИКШ 21 дБ
346B-H71	Соединитель типа N (вилка) с номинальным ИКШ 21 дБ
346B-H73	Соединитель типа N (розетка) с номинальным ИКШ 21 дБ
346B-H42	Волноводный адаптер DBS и номинальный ИКШ 5 дБ
346C-H01	Соединитель 3,5 мм (вилка) с номинальным ИКШ 21 дБ

Таблица 5 – Специальные опции, предлагаемые компанией Agilent для удовлетворения уникальных требований к измерениям коэффициента шума

Испытуемое устройство (ИУ)

ИУ вносит свой вклад в общую погрешность измерения коэффициента шума; этот вклад определяется его собственным коэффициентом шума, коэффициентом усиления, согласованием порта и шумовыми параметрами. В общем случае, при выборе метода Y – фактора могут рассматриваться два возможных варианта. Когда уровень шума на выходе ИУ значительно выше уровня шума на входе анализатора, анализатор с очень малой инструментальной погрешностью даёт самые точные результаты, и в этом случае выбор анализатора сигналов МХА является наилучшим вариантом. Если уровень шума на выходе ИУ меньше, самую низкую погрешность обеспечит анализатор коэффициента шума NFA. Для сравнения номинальных характеристик этих вариантов технических решений на частоте 1 ГГц можно обратиться к таблице 2.

Приведенный ниже график иллюстрирует влияние коэффициента усиления ИУ на погрешность коэффициента шума при использовании анализатора спектра или анализатора коэффициента шума. Этот пример приведен для частоты 1 ГГц при использовании источника шума 346А и в предположении, что ИУ имеет собственный коэффициент шума 2 дБ и КСВн 1,5:1.

Результаты измерения коэффициента шума с использованием источника 346А для ИУ с коэффициентом шума 2 дБ

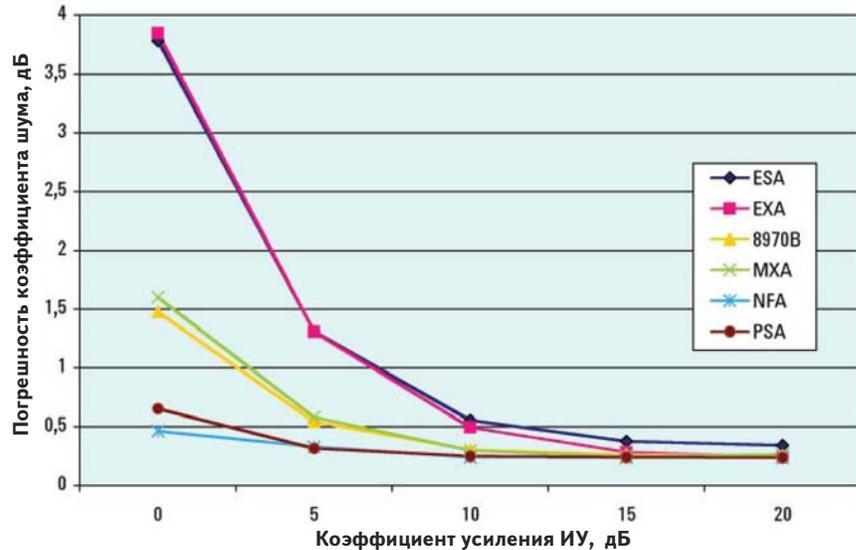


Рисунок 3 – По мере уменьшения коэффициента усиления ИУ погрешность коэффициента шума для метода Y-фактора возрастает; при коэффициенте усиления ниже 10 дБ имеется значительная разница в погрешностях для различных измерительных приборов

Числовые значения, приведенные на графике, были рассчитаны с помощью калькулятора погрешности коэффициента шума с использованием номинальных значений параметров на частоте 1 ГГц, приведенных в таблице 2. Калькулятор погрешности можно найти на сайте www.agilent.com/find/nfu. Этот калькулятор может использоваться в каждом из следующих случаев.

Моделирование рабочих характеристик системы пользователя. Для этой цели имеются значения по умолчанию для измерителей коэффициента шума и источников шума компании Agilent. Эти типичные значения, относящиеся к соответствующим приборам, могут быть полезны для оценки влияния индивидуальных параметров на суммарную погрешность.

Вычисление фактических погрешностей системы. В этом случае необходимо иметь точные значения всех параметров, относящихся к данному вопросу, таких как параметры согласования и усиления. Для получения этих данных следует обратиться к сертификатам калибровки используемых приборов, где приводятся фактически измеренные параметры погрешности используемых приборов.

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nf

Анализаторы коэффициента шума (NFA)

N8973A
N8974A
N8975A

Предлагаемые на рынке специализированные анализаторы коэффициента шума



Серия NFA представляет семейство специализированных анализаторов коэффициентов шума, разработанных для получения всеобъемлющей оценки характеристик испытываемого устройства пользователя. Эти анализаторы обладают всеми традиционными преимуществами измерителей коэффициентов шума, но, в добавок, имеют свойства и функциональные возможности наиболее востребованные при выполнении НИОКР и при испытаниях промышленной продукции. Свойственная этим анализаторам простота использования позволяет инженерам или техникам быстро и точно выполнять измерения, получать результаты измерений в различных форматах, распечатывать эти результаты или сохранять их на диске. Ограничительные линии на экране упрощают выполнение допусковых испытаний по принципу «годен—негоден». Обладая расширенным диапазоном частот, высокими рабочими характеристиками и возможностью выбора ширины полос измерения, эти анализаторы позволяют выполнять измерения, удовлетворяющие самым высоким требованиям к точности. Повторяемость и надёжность измерений обеспечивают результаты, которым можно доверять. Это позволяет создавать более надёжные конструкции и прототипы в лаборатории, достичь более высокого выхода годной продукции и увеличить объёмы выпуска в промышленном производстве.

Характерные особенности

- Моноблочная конструкция анализаторов до 3; 6,7 и 26,5 ГГц с возможностью расширения до 110 ГГц при использовании блока понижающих преобразователей
- Полностью нормированные технические характеристики до 26,5 ГГц при наличии внутреннего предусилителя
- Возможность работы с интеллектуальными источниками шума Agilent серии SNS и источниками шума серии 346
- Внутренний калькулятор погрешности измерения

Литература

- *NFA Series Brochure (брошюра по анализаторам серии NFA)*, номер публикации 5980-0166E
- *NFA Series Noise Figure Analyzers Configuration Guide (руководство по конфигурированию анализаторов коэффициента шума серии NFA)*, номер публикации 5980-0163E
- *NFA Series Noise Figure Analyzers Data Sheet (технические данные анализаторов коэффициента шума серии NFA)*, номер публикации 5980-0164E

Компания Agilent предлагает блок понижающих преобразователей K-

Подробности на сайте www.agilent.com/find/nfa

Блок понижающего преобразователя частоты: измерения коэффициента шума до 110 ГГц

Измерения коэффициента шума до 110 ГГц с помощью анализатора NFA N8975A или MXA N9020A-526

серии, который поднимает верхний предел частотного диапазона анализаторов N8975A или N9020A-526 с 26,5 до 110 ГГц. Понижающий преобразователь использует внутренний гетеродин для преобразования частоты входного сигнала на промежуточную частоту (ПЧ), которая лежит в диапазоне измерения анализаторов. Преобразователи К-серии имеют полосы частот по 13,5 ГГц. Поэтому, если, например, требуется выполнить измерения коэффициента шума до 52 ГГц, необходимо заказать преобразователи К40, К50 и К63, чтобы перенести конечную частоту анализаторов с 26,5 ГГц на 52 ГГц.

Опции блока понижающих преобразователей

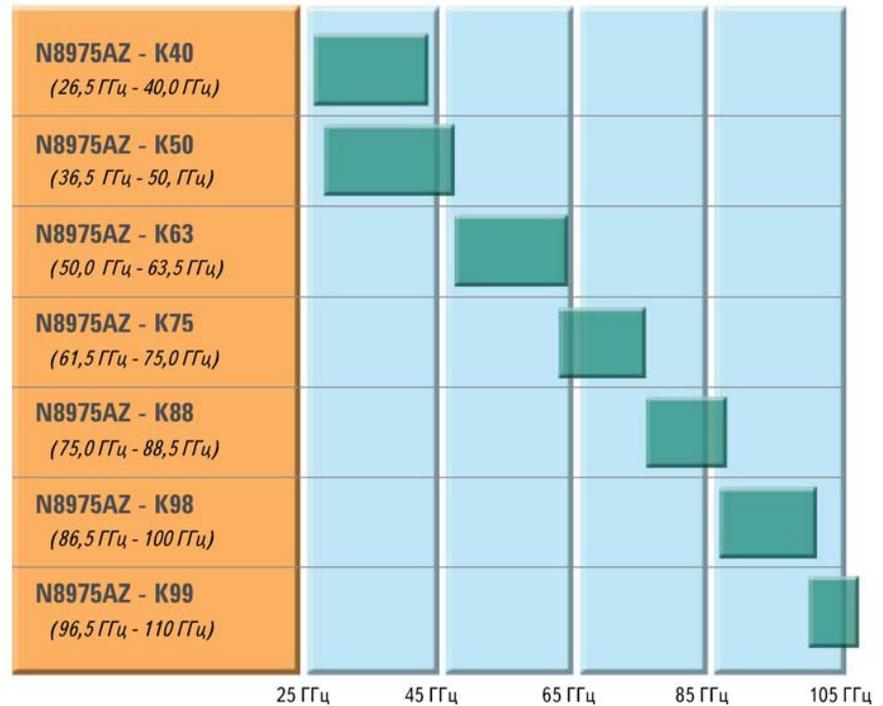
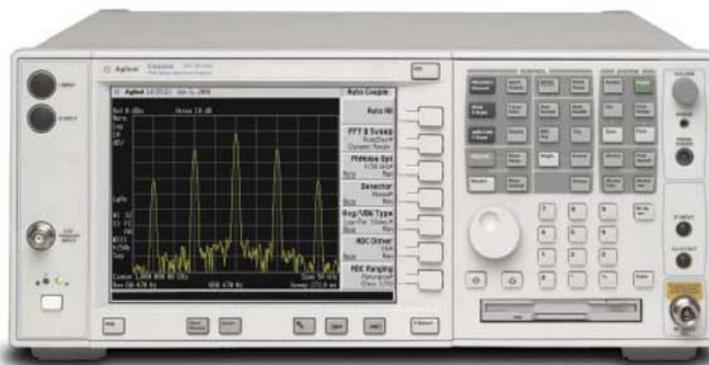


Рисунок 4 – Диаграмма частотных диапазонов блока понижающих преобразователей К-серии

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nfa



Анализатор спектра с высокими характеристиками



Анализаторы Agilent серии PSA имеют самый высокий уровень рабочих характеристик в режиме анализа спектра до 50 ГГц с эффективными одноклавишными измерениями, универсальным набором функциональных возможностей, передовым сочетанием гибкости, быстродействия, точности и динамического диапазона. С помощью специализированной измерительной программы (опция 219) можно расширить возможности анализатора PSA, включив измерения коэффициента шума. Используя опцию 1DS или 110, можно включить внутренний предусилитель, который необходим для получения твёрдых характеристик измерения коэффициента шума с использованием специализированной программы анализатора PSA. И хотя эти внутренние предусилители могут работать на частотах ниже 10 МГц или выше 3 ГГц, специализированная программа измерения коэффициента шума обеспечивает только номинальные характеристики за пределами частотного диапазона от 10 МГц до 3 ГГц. Меню установки параметров ИУ помогает провести пользователя через процедуру измерения усилителей и смесителей, а встроенный калькулятор погрешности измерения облегчает оценку возможностей измерительной системы.

Характерные особенности

- Твёрдые характеристики в диапазоне частот от 10 МГц до 3 ГГц с внутренним предусилителем для самой высокой точности
- Номинальные характеристики ниже 10 МГц и выше 3 ГГц при наличии внутреннего предусилителя
- Возможность работы с источниками шума Agilent серии 346
- Внутренний калькулятор погрешности измерения

Литература

- *PSA Series Spectrum Analyzers Noise Figure Measurement Personality (специализированная программа измерения коэффициента шума для анализаторов спектра серии PSA)*, номер публикации 5988-7884EN
- *PSA Series Brochure (брошюра по анализаторам спектра серии PSA)*, номер публикации 5980-1283E
- *PSA Series Configuration Guide (руководство по конфигурированию анализаторов серии PSA)*, номер публикации 5989-2773EN
- *PSA Series Data Sheet (технические данные анализаторов серии PSA)*, номер публикации 5980-1284E
- *PSA Specification Guide (руководство к техническим характеристикам анализаторов серии PSA)*, номер публикации E4440-90347

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/psa



Измерение коэффициента шума с помощью самых быстродействующих анализаторов сигналов компании Agilent



Прикладная программа для измерения коэффициента шума Agilent N9069A даёт инженерам—разработчикам простое средство для выполнения точных и повторяющихся измерений коэффициента шума. Объединение этой прикладной измерительной программы с анализатором сигналов Agilent X-серии (MXA/EXA) может дать разработчикам инструмент с полностью нормированными техническими характеристиками при наличии внутреннего предусилителя в диапазоне от 10 МГц до 3,6 ГГц при использовании N9010A EXA или до 26,5 ГГц при использовании N9020A MXA. Прикладная программа измерения коэффициента шума N9069A использует простой интерфейс пользователя и невероятно высокое быстродействие анализаторов сигналов Agilent X-серии. Встроенная информационно-справочная система и пошаговые диаграммы позволяют новым пользователям немедленно начать измерения и быстро сохранить полученные результаты. В довершение всего прикладная программа измерения коэффициента шума совместима по кодам с предыдущими техническими решениями компании Agilent для подобных измерений.

Характерные особенности

- Полностью нормированные технические характеристики в диапазоне до 26,5 ГГц с опцией внутреннего предусилителя при использовании анализатора сигналов N9020A MXA
- Анализатор N9020A MXA может быть использован с блоком понижающих преобразователей для измерения коэффициента шума в диапазоне до 110 ГГц
- Полностью нормированные технические характеристики в диапазоне до 3 ГГц с опцией внутреннего предусилителя при использовании анализатора сигналов N9010A EXA
- Возможность работы с интеллектуальными источниками шума Agilent N4000A и традиционными источниками серии 346
- Внутренний калькулятор погрешности измерения

Литература

- *N9069A Noise Figure Measurement Application, Technical Overview with Self-Guided Demonstration (прикладная программа измерения коэффициента шума, технический обзор с самодемонстрацией)*, номер публикации 5989-6536EN
- *Agilent MXA Signal Analyzer Brochure (брошюра по анализатору сигналов Agilent MXA)*, номер публикации 5989-5047EN
- *Agilent EXA Signal Analyzer Brochure (брошюра по анализатору сигналов Agilent EXA)*, номер публикации 5989-6527EN

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/N9069A



Серия ESA

E4402B

E4404B

E4405B

E4407B

Анализаторы спектра экономичного класса



Анализаторы спектра Agilent серии ESA-E со специализированной программой измерения коэффициента шума (опция 219) обеспечивают гибкость анализа спектра общего назначения в сочетании со встроенными одноклавишными измерениями коэффициентов шума. Это техническое решение автоматизирует процесс измерения, позволяя выполнять все необходимые вычисления для коэффициента шума, коэффициента усиления и связанных с ними показателей в диапазоне от 10 МГц до 3 ГГц одним нажатием клавиши. Другие функциональные возможности, такие как меню установки параметров ИУ, контекстно – зависимая справка и встроенный калькулятор погрешности, делают техническое решение на базе анализаторов ESA пригодным для всесторонней оценки характеристик коэффициента шума ИУ при приемлемой цене.

Характерные особенности

- Твёрдые характеристики в диапазоне от 10 МГц до 3,6 ГГц с внутренним предусилителем для наилучшей точности
- Возможность работы с интеллектуальными источниками шума Agilent N4000A и традиционными источниками серии 346
- Внутренний калькулятор погрешности измерения

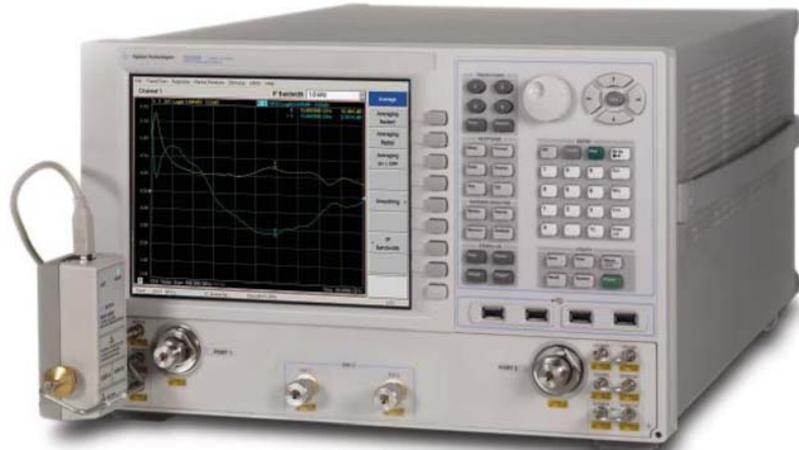
Литература

- *ESA-E Series Spectrum Analyzers Noise Figure Measurements (анализаторы спектра серии ESA-E для измерений коэффициента шума)*, номер публикации 5989-0215EN
- *ESA-E Series Spectrum Analyzers Brochure (брошюра по анализаторам спектра серии ESA-E)*, номер публикации 5968-3278E
- *ESA Spectrum Analyzer Configuration Guide (руководство по конфигурированию анализатора спектра ESA)*, номер публикации 5968-3412E
- *ESA Series Spectrum Analyzers Data Sheet (технические данные анализаторов спектра серии ESA)*, номер публикации 5968-3386E
- *ESA Signal Analyzer Specifications Guide (руководство к техническим характеристикам анализатора сигналов ESA)*, номер публикации E4401-90490

Подробности на сайте www.agilent.com/find/esa



Измерение коэффициента шума с самой высокой в промышленности точностью



Анализатор цепей Agilent PNA-X является промышленным эталоном для микроволновых анализаторов цепей с высокими характеристиками в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц. Этот 2-х или 4-х портовый анализатор цепей представляет гибкое техническое решение с единым подключением для измерения S-параметров, коэффициента шума, интермодуляционных искажений, компрессии и для измерения параметров ВЧ импульсов. Уникальный метод измерения коэффициента шума компании Agilent с коррекцией источника (опция 029) основывается на интегрированной в прибор технике холодного источника с коррекцией ошибки вектора, впервые реализованной в анализаторе цепей Agilent 8510. Использование анализатора PNA-X и модуля электронной калибровки компании Agilent, сконфигурированного как орган настройки импеданса, позволяет устранить ошибки рассогласования и параметров шума, обусловленные неидеальностью согласования системного источника шума. Это значительно повышает точность метода холодного источника. Такой подход превосходит по точности имеющиеся на сегодня технические решения, использующие анализаторы коэффициента шума или анализаторы спектра. С помощью этой опции, встроенной непосредственно в анализатор PNA-X, это техническое решение даёт завершённую компактную установку с единым подключением и многими измерительными функциями для НИОКР и производственного персонала, занятого разработкой и испытанием маломощных транзисторов, усилителей и модулей передатчиков/приёмников (T/R).

Характерные особенности

- Уникальная техника, обеспечивающая самую высокую точность измерения коэффициентов шума среди любых имеющихся на рынке технических решений
- Измерение S-параметров, коэффициента шума, компрессии и интермодуляционных искажений при едином подключении к ИУ
- Типично в четыре—десять раз более высокое быстродействие, чем у анализатора NFA (использующего 51 или 201 точку)
- Возможность работы с коаксиальными трактами, с устройствами, установленными в испытательное приспособление или расположенными на подложке
- Твёрдые характеристики в диапазоне от 10 МГц до 26,5 ГГц

Литература

- *PNA Series Brochure (брошюра по анализатору серии PNA)*, номер публикации 5989-7604EN
- *PNA Series Configuration Guide (руководство по конфигурированию анализатора серии PNA)*, номер публикации 5989-7606EN
- *PNA-X Data Sheet (технические данные анализатора PNA-X)*, номер публикации N5242-90007

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/pna-x

Серия SNS Интеллектуальные источники шума

N4000A
N4001A
N4002A

Автоматическая загрузка в прибор таблиц ИКШ



Интеллектуальные источники шума серии SNS могут использоваться совместно с анализаторами сигналов X-серии (MXA/EXA), специализированными анализаторами коэффициента шума (NFA) и анализаторами спектра ESA. Источники шума SNS имеют такие же выходные значения ИКШ и диапазон частот как и традиционные источники шума серии 346; однако они обладают дополнительными преимуществами. У них данные ИКШ хранятся в ЭППЗУ и автоматически загружаются в прибор, избавляя от необходимости вручную вводить эти данные в калибровочные таблицы для каждой частотной точки. Другое ключевое преимущество состоит в том, что в источник шума встроен термистор для непрерывного слежения и передачи в анализатор правильного значения температуры, обеспечивая тем самым более точные измерения благодаря автоматической температурной компенсации или коррекции.

Характерные особенности

- Хранение калибровочных данных ИКШ в электронной памяти уменьшает возможность ошибки пользователя
- Автоматическая загрузка данных ИКШ в прибор сокращает суммарное время подготовки к работе
- Температурная компенсация повышает точность измерения, сужая пределы допуска на характеристики

Литература

- *SNS Product Overview (обзор продукции SNS-источников)*, номер публикации 5988-0081EN

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/sns

Серия 346 Традиционные источники шума

346A
346B
346C

Наиболее популярная серия источников шума компании Agilent



Традиционные и экономичные источники шума, представленные серией 346, работают во всём диапазоне частот, реализуемом в технических решениях компании Agilent для измерения коэффициентов шума. Источники серии 346 классифицируются по диапазону частот и значениям ИКШ. Некоторые активные устройства чувствительны к согласованию порта. Они дают различные значения коэффициентов шума в зависимости от импеданса источника. Обычно импеданс порта источников шума (КСВ) изменяется при их переключении с «горячего» (T Hot) на «холодный» (T Cold). Источники шума подобные 346А имеют выходные цепи, минимизирующие эти изменения импеданса.

Характерные особенности

- Низкий КСВ, способствующий уменьшению погрешности измерения коэффициента шума
- Индивидуально калиброванные значения ИКШ на определённых частотах
- Калибровочные коэффициенты могут быть записаны на гибкий диск для упрощения их загрузки в анализаторы коэффициента шума серии NFA

Литература

- *Agilent 346A/B/C Noise Sources: 10 MHz to 26,5 GHz (источники шума Agilent 346A/B/C: диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц)*, номер публикации 5953-6452В

Подробнее на сайте www.agilent.com/find/nf

Серия 347
Высокочастотные
источники шума

R347B
Q347B

Источники шума для устройств
миллиметрового диапазона



Эти волноводные источники шума позволяют выполнять точные и удобные измерения коэффициентов шума в устройствах миллиметровых волн. Серия 347 обеспечивает в высшей степени прецизионный широкополосный шум на входе испытываемой системы или отдельного компонента. Измеритель коэффициента шума затем обрабатывает отношение мощностей шума в состояниях ON/OFF (ВКЛ/ВЫКЛ), присутствующих на промежуточной частоте системы, и обеспечивает точный отсчёт коэффициента шума и коэффициента усиления. Эти источники имеют замечательную стабильность ИКШ во времени, что позволяет иметь более длительные межкалибровочные интервалы и обеспечивает более точные измерения коэффициентов шума.

Характерные особенности

- Эффективность и надёжность в диапазоне миллиметровых волн
- Отличная стабильность ИКШ во времени
- Низкий КСВ

Литература

- *Q347B Data Sheet (технические данные Q347B)*, номер публикации EPSPG084753
- *R347B Data Sheet (технические данные R347B)*, номер публикации EPSPG084754

Подробности на сайте www.agilent.com/find/nf



Быстрые, повторяемые и достоверные калибровки



Испытательная установка для источника шума Agilent N2002A представляет автономный прибор, который как часть системы калибровки обеспечивает быстрые, повторяемые калибровки с минимальной погрешностью. Установка необходима при испытаниях ИКШ источника шума. Это недорогое, простое в обращении испытательное устройство обеспечивает точные результаты калибровки, повышая тем самым достоверность измерений и позволяя разрабатывать испытываемые устройства с более узкими допусками на характеристики. Установка N2002A работает в диапазоне частот от 10,0 МГц до 26,5 ГГц.

Характерные особенности

- Снижение погрешности измерения коэффициента шума, способствующее повышению точности и повторяемости результатов измерения
- Переносимость результатов калибровки к национальным эталонам
- Полная калибровка всех источников шума Agilent серий SNS и 346
- Ручное управление или работа в дистанционном режиме с использованием интерфейса GPIB

Литература

- *N2002A Noise Source Test Set User's Guide (руководство по эксплуатации испытательной установки источника шума N2002A)*, номер публикации N2002-90001
- *Using the Agilent N8975A Noise Figure Analyzer and the N2002A Noise Source Test Set (использование анализатора коэффициента шума Agilent N8975A и испытательной установки источника шума N2002A)*, номер публикации 5988-7229EN

Подробности на сайте www.agilent.com/find/nsts

Дополнительная литература

- *Noise Figure Primer (AN 57)* (начальные сведения о коэффициенте шума), номер публикации 5989-6192EN
- *Fundamentals of RF and Microwave Noise Figure Measurement (AN 57-1)* (основы измерения коэффициента шума в ВЧ- и микроволновом диапазоне), номер публикации 5952-8255E
- *Noise Figure Measurement Accuracy: The Y-Factor Method (AN 57-2)* (погрешность измерения коэффициента шума: метод Y-фактора), номер публикации 5952-3760E
- *10 Hints for Making Successful Noise Figure Measurements (AN 57-3)* (10 советов для выполнения успешных измерений коэффициента шума), номер публикации 5980-0288E
- *Noise Figure Measurements of Frequency Converting Devices (AN 1487)* (измерение коэффициента шума преобразователей частоты), номер публикации 5989-0400EN
- *Non-Zero Noise Figure After Calibration (AN 1484)* (ненулевой коэффициент шума после калибровки), номер публикации 5989-0270EN
- *Practical Noise Figure Measurement and Analysis for Low-Noise Amplifier Designs (AN 1354)* (практическое измерение и анализ коэффициента шума в малошумящих усилителях), номер публикации 5980-1916E

Agilent Email Updates

www.agilent.com/find/emailupdates

По этому адресу пользователь может получить новейшую информацию по выбираемым им изделиям и вопросам их применения.

Agilent Direct

www.agilent.com/find/agilentdirect

Быстрый выбор и использование проверенных технических решений по контрольно-измерительной технике.

Agilent Open

www.agilent.com/find/open

Концепция Agilent Open упрощает процесс установления соединений и программирования испытательных систем, оказывая инженерам дополнительную помощь на этапах разработки, испытаний и производства электронных изделий. Компания Agilent предлагает возможность прозрачного подключения большого числа системно-совместимых измерительных приборов, открытую стандартную среду разработки программного обеспечения, стандартные интерфейсы ввода-вывода, используемые в ПК, и техническую поддержку по всему миру. В совокупности все это еще больше облегчает разработку испытательных систем.



www.lxistandard.org

Стандарт LXI, базирующийся на шине локальной сети (LAN), является преемником шины GPIB, обеспечивая более быстродействующие и более эффективные возможности подключения. Компания Agilent является одним из учредителей консорциума LXI.

Прочь все сомнения

Без сомнения, наши ремонтные и калибровочные службы вернут Ваше оборудование с рабочими характеристиками, как у нового оборудования. Без сомнения, мы сделаем это быстро в обещанный срок. Мы поможем получить максимальную отдачу от оборудования компании Agilent в процессе всего срока его службы. Ваше оборудование будет обслуживаться персоналом, обученным в компании Agilent, с использованием новейших методик калибровки, автоматической ремонтной диагностики, неподдельных запасных частей и с использованием уникальной возможности доступа к заводским экспертам, если в этом возникнет необходимость. Это значит, что Вы всегда будете уверены в результатах измерений, и поэтому отбросьте все сомнения и используйте предлагаемые компанией Agilent услуги по ремонту и калибровке Вашего прибора.

Компания Agilent предлагает широкий спектр дополнительных экспертных услуг с применением своих контрольно-измерительных средств для повышения эффективности использования Вашего оборудования, включая помощь в первом запуске, обучение на месте, а также проектирование, системную интеграцию и руководство проектом.

Для получения дополнительных сведений об услугах по ремонту и калибровке посетите наш сайт по адресу:

www.agilent.com/find/removealldoubt

www.agilent.com

Для получения дополнительной информации по продуктам компании Agilent Technologies, предназначенным для измерений и испытаний, а также по их применению и обслуживанию, пожалуйста, обращайтесь в Российское представительство компании Agilent Technologies по адресу:

**Россия, 113054, Москва,
Космодамианская набережная,
д. 52, стр. 1
Тел: (495) 797-39-63, 797-39-00
Факс: (495) 797-39-02, 797-39-01
E-mail: tmo_russia@agilent.com**
или посетите нашу страницу в сети Internet по адресу:

www.agilent.ru

Технические характеристики и описания изделий, содержащиеся в данном документе, могут быть изменены без предварительного уведомления.

© Авторское право Agilent Technologies, Inc. 2008
Отпечатано в России в сентябре 2008 г.
Номер публикации 5989-8056RU



Agilent Technologies