

Приложение S93070xB для измерения модуляционных искажений для анализаторов цепей серии PNA-X

Измерения модуля вектора ошибки (EVM), коэффициента мощности шума (NPR) и коэффициента мощности в соседнем канале (ACPR) с помощью анализаторов цепей серии PNA-X обеспечивают детальное определение характеристик устройств.



Использование методов коррекции погрешности измерений векторных анализаторов цепей и функции компенсации влияния измерительных трактов для анализа модуляции.

Исключение составляющих нелинейных искажений и аддитивного шума из входного сигнала.

Широкая полоса измерений, ограниченная только полосой модуляции используемого векторного генератора сигналов.

Широкий динамический диапазон и минимальное значение остаточного EVM измерительной системы.

Упрощение конфигурации испытательной установки для тестирования устройств с высоким уровнем мощности и при использовании матричных коммутаторов для измерений EVM, ACPR и NPR.

Модуляционные искажения: быстрые и точные измерения EVM, ACPR и NPR

Приложение S93070xB для измерения модуляционных искажений при использовании совместно с векторным анализатором цепей (ВАЦ) серии PNA-X и векторным генератором сигналов (ВГС) позволяет измерять характеристики нелинейного поведения усилителей мощности в условиях подачи входного измерительного сигнала с широкополосной модуляцией. Новый метод измерений в частотной области обеспечивает более низкое значение остаточного EVM измерительной системы и повышение скорости измерений модуля вектора ошибки. Используемая в ВАЦ техника векторной коррекции погрешностей результатов измерений обеспечивает точный перенос опорной плоскости ВГС и ВАЦ к плоскости подключения испытуемого устройства (ИС). В результате пользователи получают высочайшую точность воспроизведения сигнала и качество измерений модулированного сигнала в ВЧ-диапазоне и диапазоне миллиметровых длин волн.

Анализатор цепей PNA-X, оснащенный новым приложением для измерения модуляционных искажений, позволяет выполнить полный комплекс измерений параметров усилителей, что ранее требовало использования двух отдельных измерительных установок или сложного и дорогостоящего матричного коммутатора, ухудшающего характеристики измерительной системы. Это помогает ускорить тестирование устройств на этапе НИОКР и в ходе проверки правильности разработки за счет сокращения циклов проектирования, а также способствует увеличению выпуска продукции на этапе производства.

В случае измерения параметров устройств на полупроводниковой пластине выполнение однократного контактирования измерительных зондов к пластине позволяет увеличить производительность и проводить измерения, которые ранее были затруднительны. Обеспечение однократного контакта измерительных зондов к испытуемому устройству способствует уменьшению износа контактных площадок и повышению качества готовой продукции.

Приложение для измерения модуляционных искажений обеспечивает быстрые, точные и воспроизводимые измерения EVM, NPR, ACPR по сравнению с общепринятым подходом с использованием анализаторов сигналов.

- Минимальное значение остаточного модуля вектора ошибки (EVM)
- Быстрые и точные измерения
- Простая и интуитивная настройка
- Экономически эффективное решение



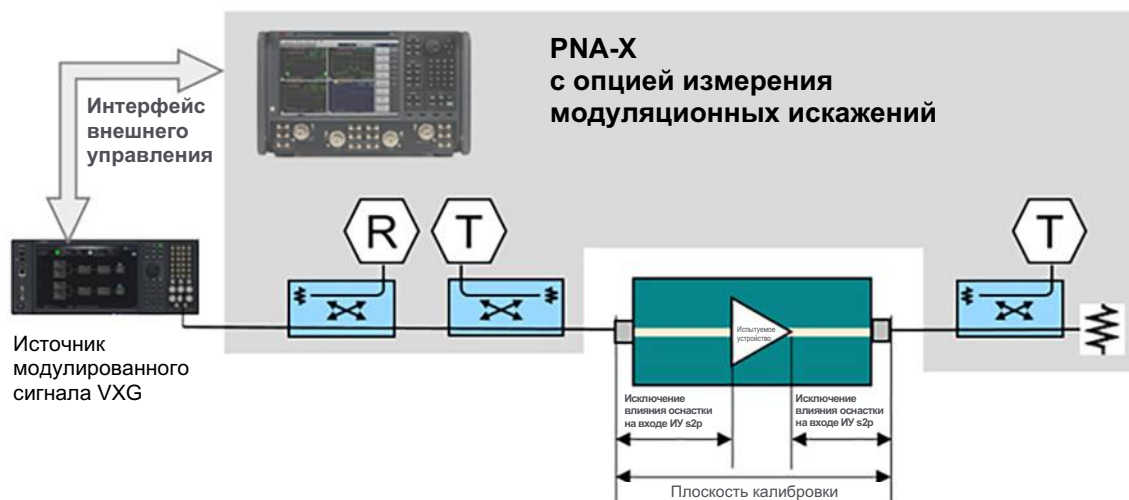
**Однократное подключение/
однократное контактирование**



**Традиционный подход, требующий
использования двух измерительных установок
или сложного матричного коммутатора**

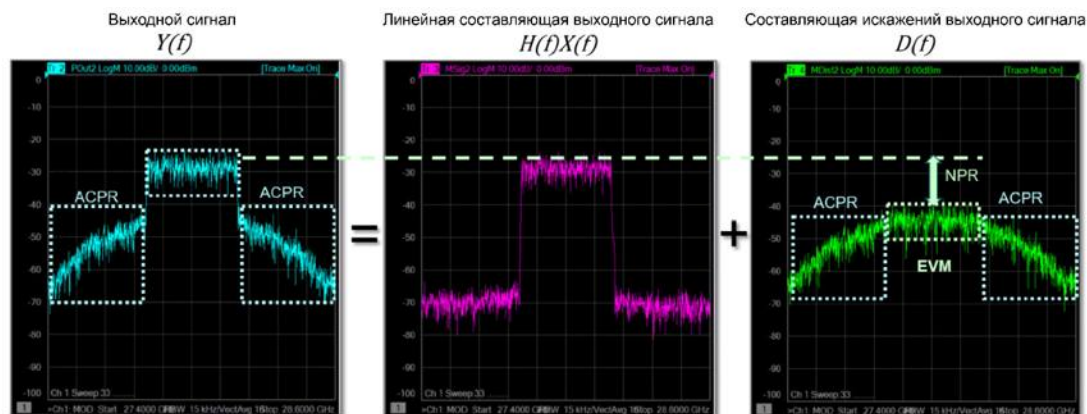
Теоретические основы анализа модуляционных искажений

Приложение для измерения модуляционных искажений используется совместно с анализатором PNA-X для выполнения измерений спектра сигналов на входе и выходе испытуемого устройства, а также их комплексного отношения в пределах полосы пропускания канала или за его пределами.



Упрощенная блок-схема измерительной установки с использованием генератора VXG и анализатора PNA-X

Векторный генератор сигналов используется для формирования повторяющегося сигнала с заданной комплементарной интегральной функцией распределения (CCDF) и спектральной плотностью мощности (PSD). Затем с помощью векторного анализатора цепей проводится измерение амплитуды спектра сигналов на входе $|X(f)|$ и выходе $|Y(f)|$ испытуемого устройства, а также относительное фазовое соотношение тонов сигнала на входе и выходе испытуемого устройства $\phi(Y(f)) - \phi(X(f))$.



Вычисление спектральной корреляции между сигналами на входе и выходе испытуемого устройства позволяет выполнять разложение спектра выходного сигнала на спектр с линейной корреляцией и нелинейный спектр и проводить анализ модуля вектора ошибки, коэффициента мощности в соседнем канале и коэффициента мощности шума продуктов искажений.

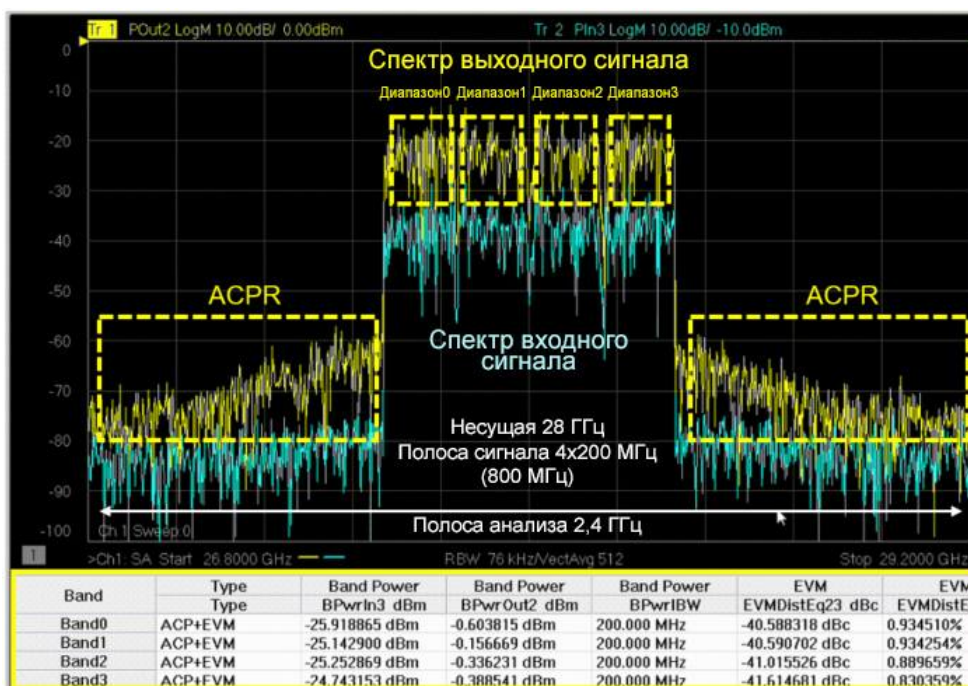
- Техника спектральной корреляции обеспечивает возможность определения характеристик продуктов линейных и нелинейных искажений, вносимых только испытуемым устройством, исключая влияние генератора сигналов.
- Повторяющиеся измерительные сигналы предназначены для точного представления статистических характеристик амплитуды и спектральной плотности мощности для выбранного формата модуляции.
- Общая величина искажений, измеренная в частотной области, равна общей величине искажений во временной области, измеренной с помощью существующей методики измерения модуля вектора ошибки.

Измерение модуляционных искажений

Возможно получение результатов измерений параметров сигналов на входе и выходе устройства, а также расчетные значения величины вклада самого испытываемого устройства. Так, к примеру, можно выполнить измерения коэффициента мощности шума (NPR) на входе и выходе испытываемого устройства, а также NPR искажений, вносимых только испытываемым устройством.

Приложение для измерения модуляционных искажений позволяет выполнить следующие виды измерений (полный список измеряемых параметров см. в файле справки для анализаторов PNA-X):

- Модуль вектора ошибки (EVM)
 - Скорректированный EVM испытываемого устройства (включает только составляющую нелинейных искажений)
 - Нескорректированный EVM испытываемого устройства (включает нелинейные искажения и линейные искажения вследствие частотной дисперсии)
- Мощность в соседнем канале (ACP)
 - Верхняя и нижняя боковые полосы сигнала на входе испытываемого устройства
 - Верхняя и нижняя боковые полосы сигнала на выходе испытываемого устройства
 - Влияние испытываемого устройства на верхнюю и нижнюю боковые полосы
- Коэффициент мощности шума (NPR)
 - NPR на входе испытываемого устройства
 - NPR на выходе испытываемого устройства
 - Влияние испытываемого устройства на величину NPR
- Мощность в полосе частот
 - Уровень мощности на входе испытываемого устройства
 - Уровень мощности на выходе испытываемого устройства
 - Коэффициент усиления по мощности испытываемого устройства в полосе частот (амплитуда и фаза)



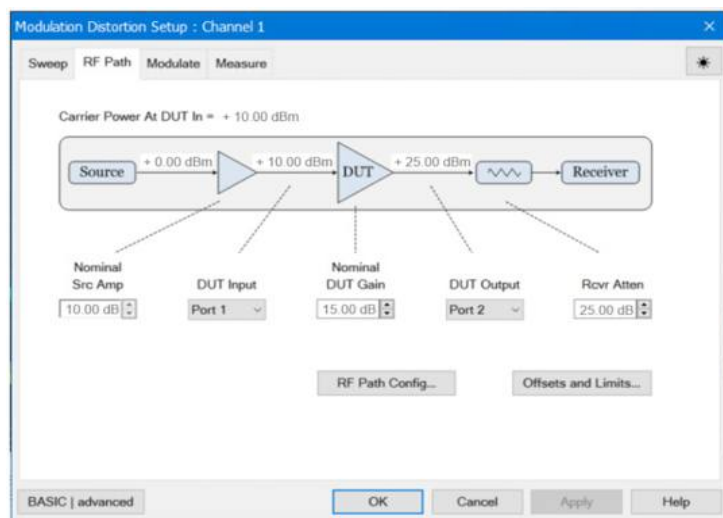
Результаты измерений параметров сигнала с полосой модуляции 200 МГц с 4 поднесущими (800 МГц) на частоте несущей 28 ГГц

Простая настройка и управление

Настройка и управление генератором сигналов и внешним усилителем

Приложение для измерения модуляционных искажений обеспечивает настройку всех параметров, необходимых для проведения измерений

- Создание компактного измерительного сигнала (CTS) на основе стандартных или пользовательских сигналов
- Создание сигналов для измерения NPR
- Настройка измерительного тракта и управление внешним генератором
- Измерение параметров и коррекция формы сигнала, подаваемого на вход испытуемого устройства
- Калибровка уровня мощности на входе испытуемого устройства, включая дополнительные усилители для увеличения уровня мощности.



Типовая блок-схема измерительной установки с использованием сигнала, подаваемого с внешнего генератора M9383/84B VXG. Кроме того, возможно использование генераторов сигналов MXG N5182B, N5192A и M9383A, а также M8190A с PSG E8267D (другие поддерживаемые конфигурации см. В файле справки PNA-X).



Упрощенная блок-схема измерительной установки для проведения измерений на высоких уровнях мощности позволяет использовать диалоговые окна настройки приложения для измерения модуляционных искажений, в которых доступен широкий выбор уровней мощности и настроек измерительных портов.

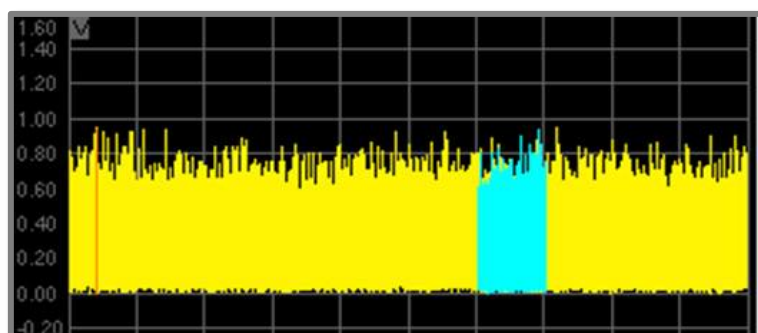
В данном примере приблизительное значение коэффициента усиления внешнего усилителя равно 10 дБ и задается настройкой параметра *Nomina Src Amp* (Номинальное значение коэффициента усиления сигнала источника) в приложении для измерения модуляционных искажений.



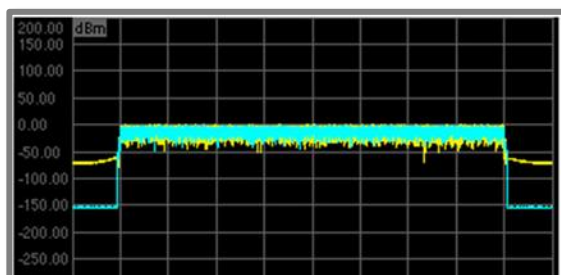
Создание компактного измерительного сигнала

Процедура создания компактного измерительного сигнала (CTS) выполняется автоматически, при этом в качестве исходного сигнала могут быть использованы файлы, созданные в программе Signal Studio, либо IQ-файлы в формате *.csv. Полученная в результате версия сигнала CTS имеет те же характеристики комплементарной интегральной функции распределения (CCDF) и спектральной плотности мощности (PSD), что и исходный IQ-сигнал.

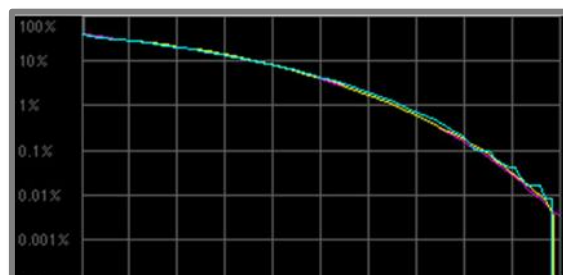
CTS-сигнал позволяет сократить время измерений при сохранении требуемых статистических характеристик спектра и мощности.



Пример исходного IQ-сигнала 5G NR с полосой модуляции 100 МГц и CTS-сигнала, являющегося временным отрезком исходного сигнала



PSD



CCDF

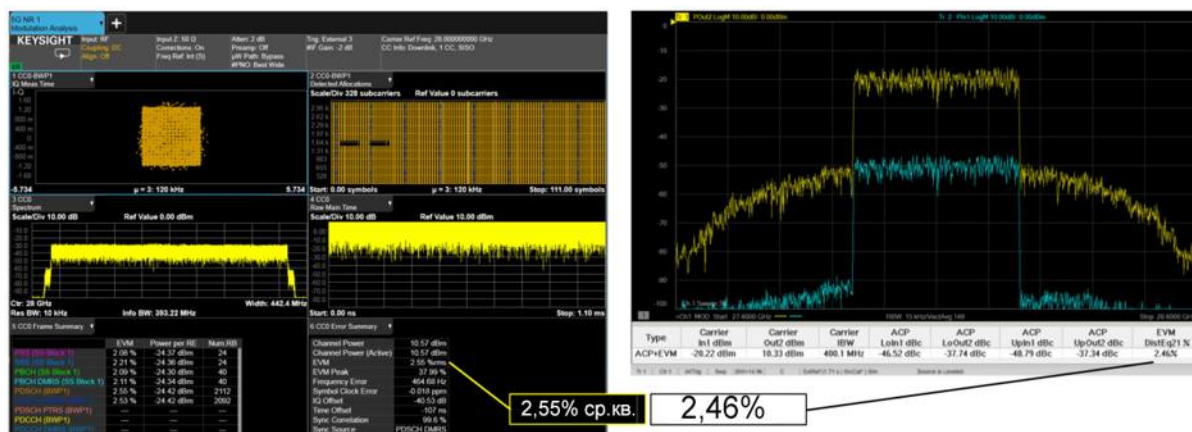
Сравнение исходного сигнала 5G NR с полосой модуляции 100 МГц и CTS-сигнала, состоящего из 10 001 частотного тона. Сигналы имеют одинаковые показатели спектральной плотности мощности (PSD) и комплементарной интегральной функции распределения (CCDF).

Корреляция результатов измерений модуля вектора ошибки во временной и частотной областях

Важно отметить, что общая величина искажений в частотной области, измеренная с использованием спектральной корреляции (метод, используемый при расчете модуляционных искажений) эквивалентна величине искажений, измеренной во временной области с использованием векторного анализа сигналов и методов демодуляции.

Корреляция была продемонстрирована посредством моделирования и сравнения результатов измерений реальных устройств.

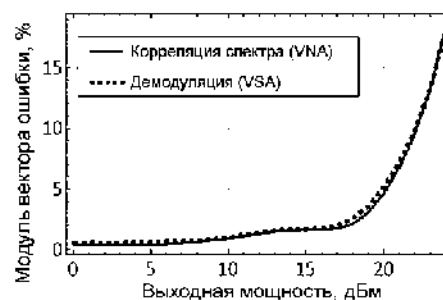
Сравнение результатов измерений параметров усилителя для сигнала 5G NR 400 МГц



Сравнение результатов измерений параметров усилителя для сигнала 5G NR 400 МГц. Измерения с помощью анализатора сигналов UXA (слева) и анализатора цепей PNA-X (справа)

Сравнение результатов измерений сигналов 802.11ac

Зависимость модуля вектора ошибки от мощности для сигналов 802.11ac 80 МГц с разнесением частот тонов на 102,4 кГц в сравнении с результатами измерений, полученных с помощью векторного анализатора сигналов.



Сравнение результатов моделирования предусилителя КМОП 180 нм с помощью САПР ADS и SystemVue

Сравнение результатов моделирования, полученных при использовании САПР ADS и метода симуляции модуляционных искажений, и полученных с помощью САПР SystemVue с использованием классического метода вычисления модуля вектора ошибки предусилителя КМОП 180 нм.



Требования к аппаратной конфигурации и программному обеспечению для измерения модуляционных искажений

- Приложение для измерения модуляционных искажений S93070xB (см. приведенную ниже информацию для заказа)
- Четырехпортовый СВЧ-анализатор цепей N524xB серии PNA-X
- Поддерживаемые внешние генераторы сигналов¹:
 - M9383/84B VXG генератор СВЧ-сигналов, диапазон частот от 1 МГц до 44 ГГц
 - N5182B MXG векторный генератор ВЧ-сигналов серии X, диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц
 - N5192A UXG векторный адаптер серии X, модифицированная версия, диапазон частот от 10 МГц до 20 ГГц совместно с опорным источником U3039ACK1 с частотой 6 ГГц
 - M8190A генератор сигналов произвольной формы, 12 Гвыб./с совместно с векторным сигналом E8257D серии PSG
 - M9383/84B генератор СВЧ-сигналов в формате PXIe, диапазон частот от 1 МГц до 44 ГГц

Информация для заказа

- S930700B, анализ параметров модуляции до 8,5 ГГц
- S930701B, анализ параметров модуляции до 13,5 ГГц
- S930702B, анализ параметров модуляции до 26,5 ГГц
- S930704B, анализ параметров модуляции до 43,5 ГГц
- S930705B, анализ параметров модуляции до 50 ГГц
- S930707B, анализ параметров модуляции до 67 ГГц

Сведения о доступных типах лицензий приведены в «Руководство по конфигурированию анализаторов цепей семейства PNA».

Материалы по теме

Литература	Номер публикации
Руководство по конфигурированию анализаторов цепей СВЧ-диапазона семейства PNA (N522x/3x/4xB)	5992-1465EN
СВЧ-анализаторы цепей серии PNA-X. Брошюра	5990-4592EN

1. При использовании программного обеспечения Signal Studio для внешнего генератора сигналов потребуются лицензия на воспроизведение сигналов N76xxEMBC. Более подробная информация приведена в брошюре по программе Signal Studio (публикация 5989-6448EN)

Дополнительные сведения о продуктах

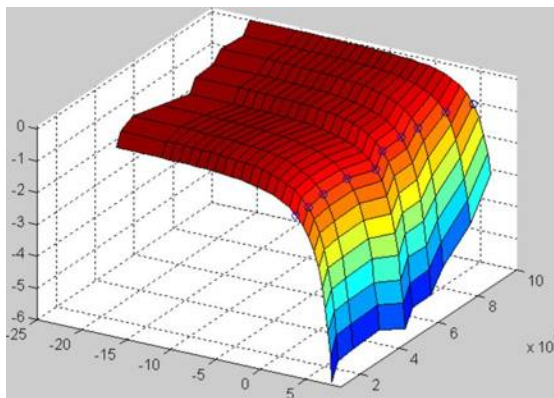
Анализатор PNA-X: одновременное выполнение нескольких измерений с помощью одного прибора

Векторные анализаторы цепей СВЧ-диапазона N524xB серии PNA-X предлагают ряд незаменимых измерительных функций для испытаний интегральных схем формирования диаграмм направленности антенн в сетях 5G. Благодаря лучшим в отрасли характеристикам и передовым методам коррекции результатов измерений анализатор способен обеспечить измерение S-параметров с высокой точностью. Кроме того, для анализаторов серии PNA-X имеются различные измерительные приложения для определения параметров усилителей в нелинейном режиме и для измерения коэффициента шума. Все эти измерения могут быть быстро выполнены за одно подключение испытуемого устройства.

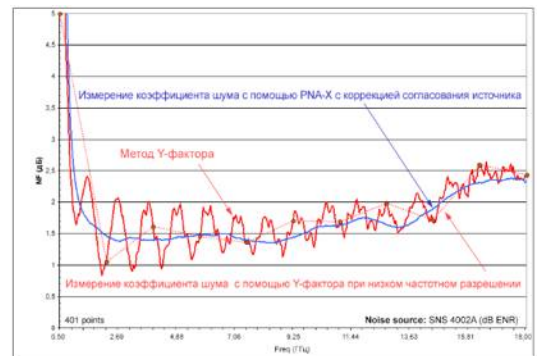


Векторный анализатор цепей PNA-X

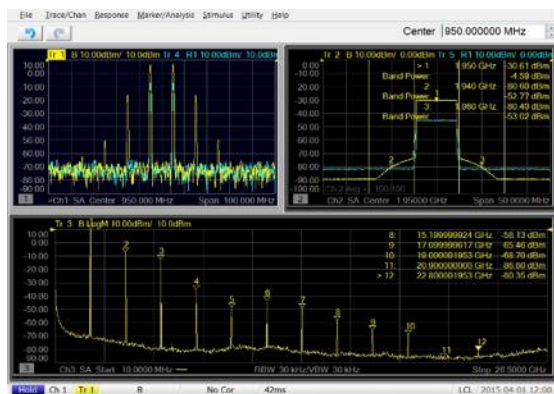
- Диапазон частот: от 900 Гц/10 МГц до 8,5/13,5/26,5/43,5/50/67 ГГц
- Быстрые и точные измерения S-параметров
- Измерения компрессии коэффициента усиления (S93086B)
- Измерения интермодуляционных искажений (S93087B)
- Измерения коэффициента шума с векторной коррекцией (S93029B)
- Анализ спектра (S93090xB)
- Измерение активных «горячих» S-параметров в нелинейном режиме (S93110/11B)
- **Измерение модуляционных искажений (S93070xB)**



Приложение для измерения компрессии коэффициента усиления



Точные измерения коэффициента шума с векторной коррекцией



Измерение модуляционных искажений с использованием приложения для анализа спектра



Измерение активного «горячего» параметра S22

Генератор сигналов VXG: формирование широкополосных сигналов в миллиметровом диапазоне длин волн

При использовании совместно с приложением для измерения модуляционных искажений для PNA-X или анализатором сигналов векторные генераторы сигналов СВЧ-диапазона M9383B/M9384B VXG обеспечивают высокую производительность и возможность формирования широкополосных сигналов в миллиметровом диапазоне длин волн для измерений параметров усилителей мощности. Генератор сигналов VXG имеет полосу модуляции 2 ГГц, высокую выходную мощность для компенсации потерь в измерительной системе при работе в миллиметровом диапазоне длин волн и чрезвычайно низкое значение модуля вектора ошибки на уровне 1%, что позволяет обеспечить соответствие особо важным требованиям тестирования компонентов 5G.

- Диапазон частот: от 1 МГц до 44 ГГц
- Ширина полосы модуляции: 2 ГГц
- Модуль вектора ошибки: 1% (сигнал 5G NR, 100 МГц, +10 дБм, 28 ГГц и 39 ГГц)
- Уровень мощности в соседнем канале: -50 дБн (сигнал 5G NR, 100 МГц, 0 дБм, 28 ГГц)
- Максимальная выходная мощность: +24 дБм
- Два когерентных канала



Генератор сигналов M9384B VXG

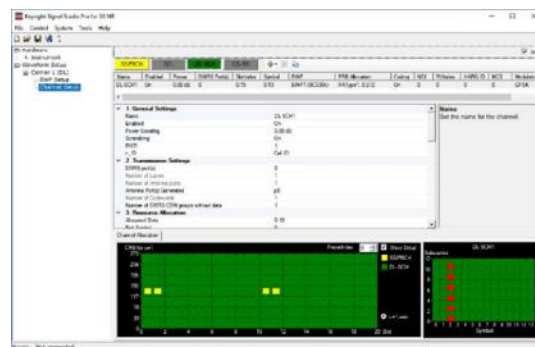


Генератор сигналов M9383B VXG-m

Программа Signal Studio: более простое создание сигналов

Базовые возможности по воспроизведению сигналов, обеспечиваемые программой N76xxC Signal Studio, позволяют создавать и редактировать файлы сигналов, необходимые для тестирования компонентов и передатчиков. Для решения прикладных задач 5G программа N7631C Signal Studio Pro позволяет создавать сигналы 5G NR для определения характеристик усилителей мощности при работе на модулированном сигнале. Эта программа упрощает работу с большим количеством параметров сигнала, что позволяет оптимизировать процесс создания сигналов.

- Быстрое конфигурирование и создание моделей сигналов 5G NR для тестирования систем FDD и TDD.
- Создание сигналов со спектральной коррекцией для измерения уровня мощности в канале, использования спектральных масок и оценки паразитных сигналов.
- Отображение графиков комплементарной интегральной функции распределения, спектра, огибающей мощности и результатов измерений во временной области для исследования влияния повышения мощности, форматов модуляции, изменений мощности, ограничений и других факторов, воздействующих на характеристики устройств.
- Корректировка отношения пиковой мощности к средней (PAPR) с уменьшением коэффициента амплитуды.
- Фильтр модулирующих сигналов и оконные функции для контроля спектра с целью улучшения характеристик вне полосы пропускания.



Программное обеспечение Signal Studio Pro для 5G NR для формирования сигналов 5G NR

САПР ADS — ведущая в отрасли платформа проектирования

Программное обеспечение Advanced Design System (ADS) является лучшей в отрасли системой автоматизированного проектирования (САПР) электронных ВЧ- и СВЧ-компонентов и высокоскоростных цифровых устройств. САПР ADS предлагает удобный в использовании интерфейс с широкими возможностями, а также самые инновационные и коммерчески успешные технологии, такие как X-параметры и 3D ЭМ-симуляторы. С помощью совместного электромагнитного и схмотехнического моделирования пользователи имеют возможность анализировать влияние различных физических аспектов проектирования на эффективность работы приемопередатчиков 5G.



Совместное электромагнитное и схмотехническое моделирование с использованием САПР ADS

Более подробная информация приведена на сайте www.keysight.com

Для получения дополнительной информации о продукции Keysight, измерительных приложениях и предоставляемых услугах обращайтесь в Российское представительство компании Keysight Technologies. Полный перечень представительств приведен на сайте www.keysight.com/find/contactus

