



Версия
01.00

Май
2006

Анализатор источников сигнала R&S® FSUP

Тестер фазового шума и высококачественный анализатор спектра в одном приборе

- ◆ Диапазон частот до 8/26,5/50 ГГц
- ◆ До 110 ГГц с внешними смесителями
- ◆ Максимальная гибкость измерений фазового шума:
 - Метод фазового детектора
 - Внутренний/внешний опорный генератор
 - Метод фазового детектора с перекрестной корреляцией
 - Метод анализатора спектра
- ◆ Получение полных характеристик задающих генераторов:
 - Фазовый шум
 - Технические характеристики
 - Переходная характеристика
 - Уровень гармонических составляющих
- ◆ Быстрая и простая работа
- ◆ Максимальная чувствительность измерений фазового шума на входной частоте 1 ГГц:
 - при отстройке от несущей 10 кГц: –134 dBc (1 Гц)
 - при отстройке от несущей 10 МГц: –170 dBc (1 Гц)
- ◆ Непревзойденный динамический диапазон
 - Номинальное значение интермодуляционных составляющих 3 порядка +25 дБм
 - Средний уровень собственных шумов: –160 дБм



ROHDE & SCHWARZ

R&S®FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов +++

Одной из основных задач при разработке приемных и передающих модулей является измерение фазовых шумов задающих генераторов и делителей. Это приходится делать не только в ходе разработки и производства уникальных коммуникационных и широкоэвещательных систем, но также и в специальных высокотехнологичных приложениях, например, при создании радиолокационного оборудования. Измерение фазовых шумов становится особенно трудным и дорогостоящим, когда речь заходит о высококачественных задающих генераторах.

Однако фазовый шум – это далеко не единственный параметр, характеризующий задающие генераторы. Среди

других параметров стоит упомянуть крутизну настроечной характеристики, переходную характеристику, мощность, уровень гармонических составляющих и паразитное излучение.

Все эти измерения может выполнять R&S®FSUP – уникальный анализатор источников сигнала, перекрывающий частоты до микроволнового диапазона. R&S®FSUP сочетает в себе функции высококачественного анализатора спектра R&S®FSU с преимуществами тестера фазового шума со сверхмалощумящими источниками постоянного напряжения, что позволяет выполнять самые разнообразные измерения. Например, можно измерять фазовые шумы ГУН'ов, генераторов с диэлектрическим резонатором (DRO) или кварцевых генераторов (XCO), плюс излучение гармонических и паразитных составляющих.

- ◆ Измерение фазового шума методом фазового детектора с отстройкой до 30 МГц:
 - с внутренним опорным генератором
 - с внешним опорным генератором
- ◆ Непосредственное измерение фазового шума с помощью анализатора спектра
- ◆ Получение полного набора характеристик задающего генератора:
 - Характеристики настройки с постоянным и изменяемым напряжением питания
 - Крутизна настроечной характеристики
 - Зависимость выходной мощности от частоты и напряжения питания
 - Излучение паразитных и гармонических составляющих
 - Переходные характеристики синтезаторов



+ анализатор спектра

Получение полного набора характеристик задающих генераторов

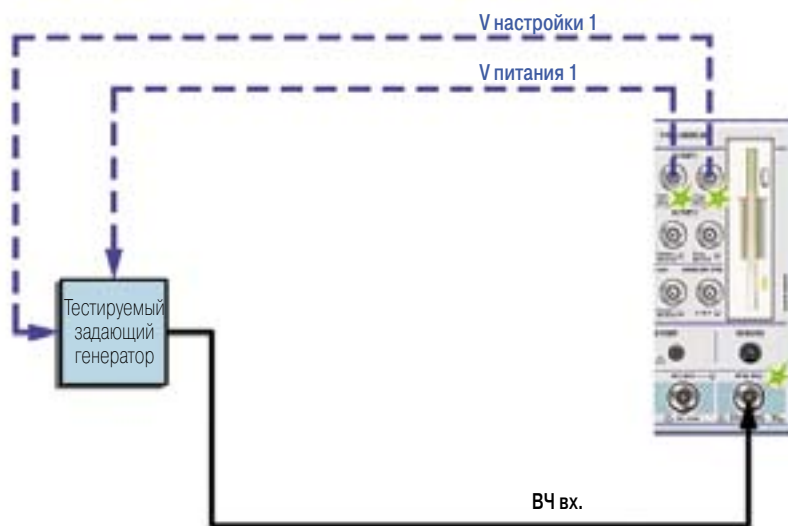
Кроме того, R&S®FSUP обладает очень простой и понятной концепцией управления. Даже самые сложные измерения быстро запускаются нажатием всего нескольких клавиш. Схема выполняемого измерения отображается графически. Дополнительную информацию дают расположенные на передней панели светодиодные индикаторы. В результате, такая сложная задача, как измерение фазовых шумов высококачественных задающих генераторов, становится чрезвычайно простой. Даже инженеры, не прошедшие специальной подготовки, смогут быстро приступить к работе с R&S®FSUP.

Малозащумящие источники питания и напряжения настройки

Прежде чем вы сможете записать характеристики и измерить фазовый шум методом фазового компаратора, нужно тщательно отрегулировать напряжение питания и напряжение настройки задающего генератора. Для этого R&S®FSUP имеет два независимых, чрезвычайно малозащумящих выхода постоянного напряжения. Вы можете определять напряжения питания и настройки для каждого выхода. Простое меню позволяет устанавливать напряжения для индивидуальных портов. В зависимости от выполняемого измерения, вы можете изменять установленные значения, не выходя за минимальные и максимальные пределы.

Также можно определить порядок, в котором будут включаться различные напряжения после запуска измерения. Для специальных случаев имеется источник отрицательного напряжения.

Выходы постоянного напряжения	
Напряжение	от 0 В до 12 В
Точность измерения	< 0,4 %
Шум	10 нВ/Гц на 10 кГц
Максимальный ток	500 мА
Выходы настройки	
Напряжение	от -10 В до 28 В
Точность измерения	< 0,2 %
Шум	1 нВ/Гц на 10 кГц
Максимальный ток	10 мА



Отображается схема соединений для выбранного метода измерения, дополнительную информацию дают светодиодные индикаторы на передней панели.

R&S®FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов +++

Измерения с фазовым компаратором

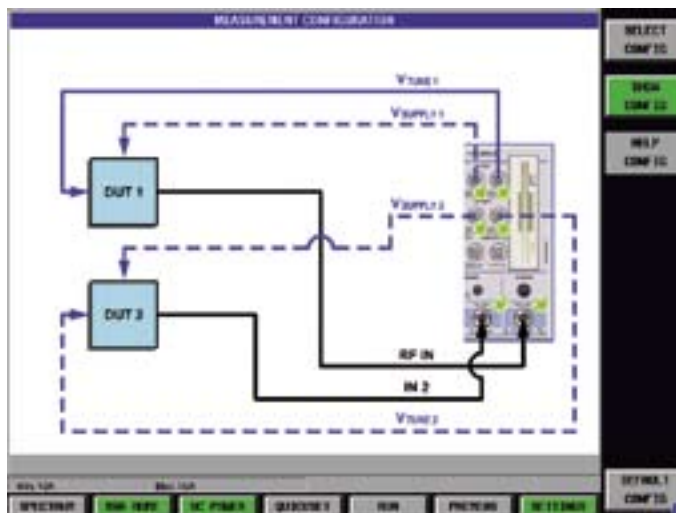
В этом режиме R&S®FSUP позволяет устанавливать различные параметры измерения фазового шума. Для наиболее часто используемого режима – измерения с помощью встроенного фазового компаратора и встроенного опорного генератора – предусмотрены стандартные настройки. Поскольку во многих случаях требуется расширенная настройка теста, R&S®FSUP предоставляет удобное меню для быстрой настройки различных режимов измерения.

При использовании высокостабильных задающих генераторов с очень хорошими значениями фазового шума, такие генераторы обычно сравниваются между собой, и затем результат корректируется на 3 дБ – такое измерение можно выполнять с помощью R&S®FSUP.

Даже если в вашем случае необходима сложная схема тестирования, например, с внешним опорным генератором и внешним преобразователем частоты, R&S®FSUP легко справляется с этой задачей, включая помощь в составлении схемы.



Простая настройка схемы тестирования через меню конфигурации с отображением рекомендованного измерительного диапазона.



Измерение выполняется на двух идентичных задающих генераторах. Окончательный результат корректируется на 3 дБ.

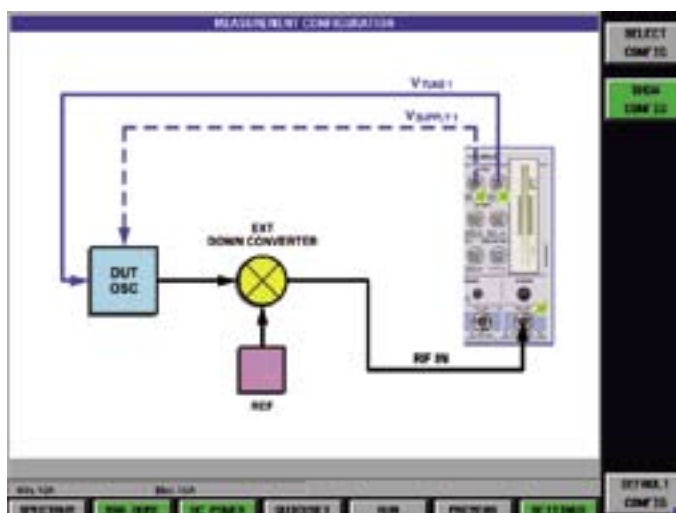
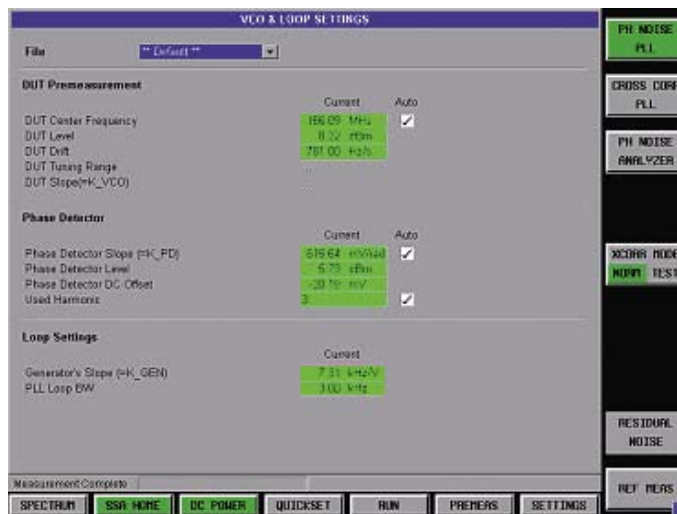


Схема тестирования с внешним преобразователем частоты.

+ анализатор спектра

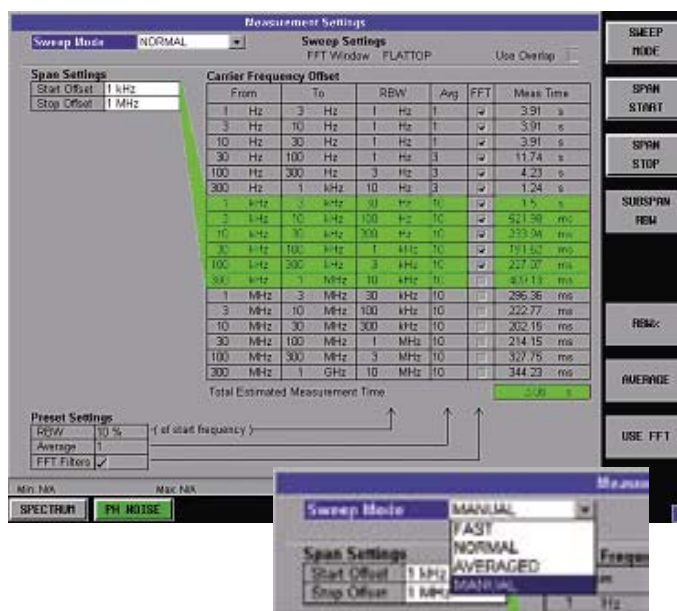
Быстрый и простой предварительный выбор основных параметров

Все важнейшие параметры задающего генератора, такие как мощность и крутизну настроечной характеристики, можно померить предварительно, чтобы сгенерировать сигнал со стабильными параметрами для фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). В зависимости от входной частоты R&S®FSUP использует встроенные умножители частоты, чтобы внутренний опорный генератор работал в оптимальном диапазоне. Все автоматически устанавливаемые параметры можно изменять и приспосабливать к конкретной измерительной задаче.



Четкое определение измерительного диапазона, полосы и режима усреднения

Простое и понятное меню позволяет быстро и просто установить такие параметры, как полоса, тип фильтра, число точек усреднения и интервал частоты отстройки для измерения фазового шума. Структура меню напоминает меню прикладного ПО для измерения фазового шума R&S®FS-K40. Это значительно упрощает работу с прибором, включая переключение между различными режимами измерения. Также выполнение быстрых и прецизионных измерений облегчается за счет использования готовых наборов параметров.



R&S®FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов +++

Удобное измерение фазового шума

После запуска измерения фазового шума на экране появится предупреждение LOCKED или UNLOCKED, показывающее, произошел ли захват фазы в системе ФАПЧ и можно ли начинать измерение. Вы можете подстроить полосу ФАПЧ в соответствии со своими специфическими требованиями и вывести на экран напряжение фазового детектора во время измерения.

Используя сложный алгоритм, вы можете рассчитать, построить список и подавить все помехи (например, вызванные фоном переменного тока или частотой фазового детектора) или специальные, четко определенные типы помех.

Можно вывести на экран интегральные характеристики, такие как остаточный уровень ЧМ/ФМ или среднеквадратическое значение нестабильности, используя для их расчета полный измерительный диапазон. Кроме того, вы сами можете устанавливать пределы интегрирования.



Типичное измерение фазового шума методом фазового детектора – отображается частота сигнала, уровень и остаточный шум. В левом верхнем углу показано напряжение фазового детектора.



Помехи можно идентифицировать (вертикальные синие линии), подавить и построить их список.



+ анализатор спектра

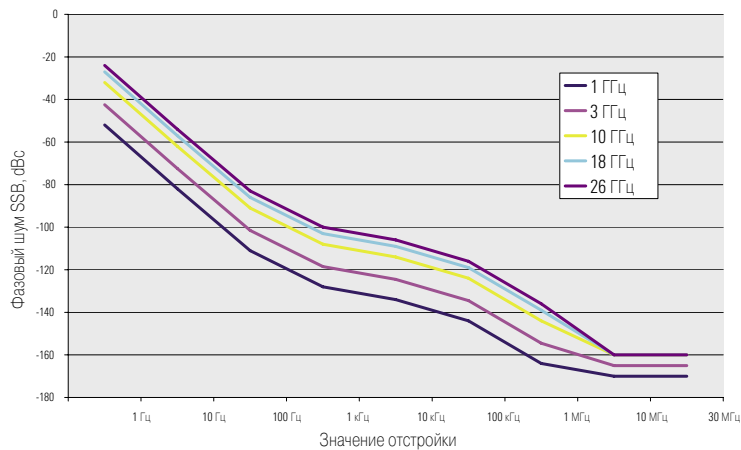
Исключительная чувствительность при измерении фазового шума

Для обеспечения высокой достоверности измерений задающих генераторов, внутренний опорный генератор должен обладать фазовым шумом, пренебрежимо малым по сравнению с шумом измеряемого генератора. Для этого R&S®FSUP оборудован встроенным источником сигнала с исключительно низкими значениями фазового шума, например, при входной частоте 1 ГГц:

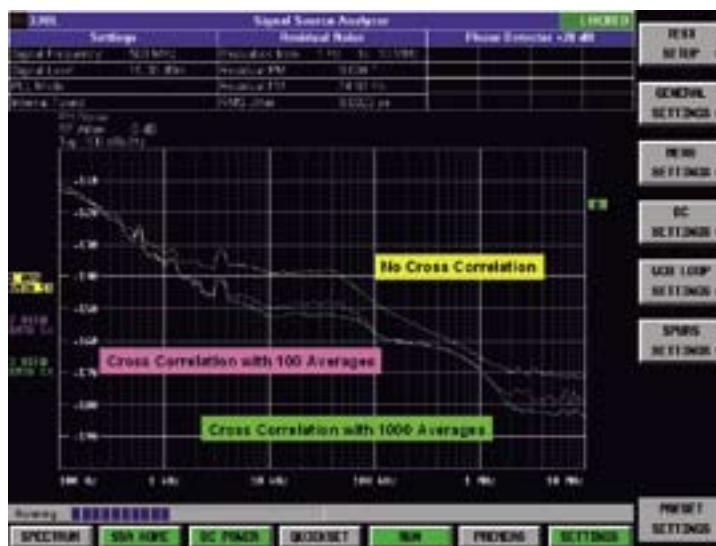
- ◆ -134 dBc (1 Гц) при отстройке 10 кГц
- ◆ -170 dBc (1 Гц) при отстройке 10 МГц

Снижение фазового шума за счет перекрестной корреляции

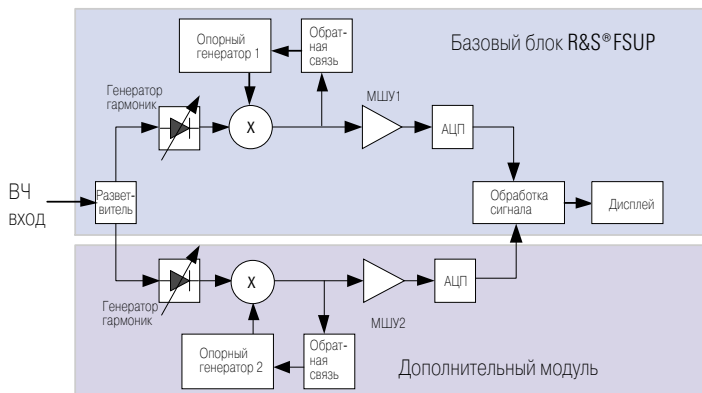
Анализатор источников сигнала R&S®FSUP с установленной опцией R&S®FSUP-B60 может использовать два параллельных приемных тракта. Симметричная структура позволяет измерять перекрестную корреляцию между двумя трактами и устранять некоррелированный собственный шум двух эталонных источников. Это значительно повышает чувствительность, которая теперь не ограничивается фазовым шумом внутреннего опорного генератора. Степень улучшения зависит от числа усреднений и может достигать 20 дБ.



Фазовый шум внутреннего опорного генератора для разных входных частот.



Улучшение чувствительности измерения фазового шума за счет перекрестной корреляции. На рисунке показано измерение фазового шума без перекрестной корреляции (желтая кривая) и с перекрестной корреляцией (100 и 1000 усреднений).



Перекрестная корреляция – два идентичных приемных тракта позволяют минимизировать влияние внутреннего опорного генератора.

R&S®FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов +++

Измерение фазового шума методом анализатора спектра

Поскольку анализатор источников сигнала R&S®FSUP является также высококачественным анализатором спектра, фазовый шум можно измерять непосредственно по спектру. Это измерение занимает больше времени и обладает меньшей чувствительностью, но охватывает значительно большие значения частот отстройки.

Незаменимые функции анализатора спектра

Помимо обычного набора измерительных функций, R&S®FSUP предлагает весьма полезные дополнительные возможности для измерения характеристики ГУН, которыми уже обладал анализатор спектра R&S®FSU, например, измерение паразитных излучений. При необходимости можно определить различные интервалы частот развертки, включая специальные параметры. Затем анализатор автоматически находит помехи в этих интервалах. При этом обрабатывается до 100000 измерительных точек и результаты отображаются в виде списка пиковых значений.

Другой важной функцией, характеризующей источники сигнала, является измерение мощности в соседнем канале (ACP). И в этом случае R&S®FSUP предлагает удобные измерительные функции, которые уже были у анализатора спектра R&S®FSU. Имеются готовые наборы стандартных значений. Также можно установить ширину каналов и промежутки между ними и с большой гибкостью выбирать значения параметров. Непревзойденный динамический диапазон R&S®FSUP диктует новые стандарты в сфере анализа источников сигнала.

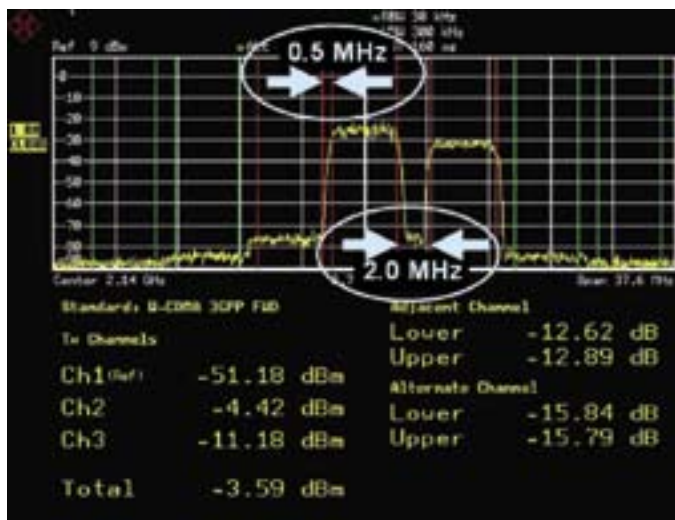


Сравнение измерения фазового шума, выполненного по методу фазового компаратора с перекрестной корреляцией (зеленая кривая), с непосредственным измерением с помощью анализатора спектра (желтая кривая).

Range	Range 1	Range 2	Range 3	Range 4	Range 5
Range Start	150 kHz	30 MHz	150 MHz	3 GHz	
Range Stop	30 MHz	150 MHz	3 GHz	8 GHz	
Filter Type	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	
RES	10 kHz	50 kHz	100 kHz	1 MHz	
USB	30 kHz	200 kHz	300 kHz	3 MHz	
Sweep time mode	AUTO	AUTO	AUTO	AUTO	
Sweep time	300 ms	50 ms	200 ms	125 ms	
Detector	PK PEAK				
REF Level	-40 dBm				
RF-Att. mode	INTERNAL				
RF-attenuator	0 dB				
PRE AMP	OFF				
Sweep Points	10000				
Stop after sweep	ON				
Trend factor	NONE				

TRACE / DETECTOR	FREQUENCY	LEVEL dBm	DELTA LIMIT dB
1 Maxpeak	935.2816 MHz	-61.59	200.00
1 Maxpeak	935.6950 MHz	-82.65	200.00
1 Maxpeak	935.1883 MHz	-71.68	200.00
1 Maxpeak	935.5583 MHz	-79.65	200.00
1 Maxpeak	937.1750 MHz	-77.13	200.00
1 Maxpeak	938.0383 MHz	-77.83	200.00
1 Maxpeak	939.3950 MHz	-80.86	200.00
1 Maxpeak	939.9500 MHz	-83.42	200.00
1 Maxpeak	940.8133 MHz	-64.92	200.00
1 Maxpeak	941.0600 MHz	-72.67	200.00
1 Maxpeak	941.1833 MHz	-65.09	200.00
1 Maxpeak	941.6000 MHz	-83.79	200.00

Список частотных интервалов развертки, определяющий процедуру измерения и полученный в результате список пиковых значений.



В режиме анализатора спектра имеется удобная функция измерения АСП, которая позволяет с большой гибкостью определять ширину канала и промежутки между каналами.

+ анализатор спектра

Анализ во временной области

R&S®FSUP может регистрировать зависимость сигнала задающего генератора от времени и, тем самым, отображать времена установки и переключения высокочастотных широкополосных источников сигнала. Таким образом, R&S®FSUP способен не только измерять фазовый шум и спектр, но и прецизионно анализировать поведение источника сигнала во времени.

Оптимальное решение

Метод фазового компаратора имеет явное преимущество по скорости в сравнении с непосредственным измерением с помощью анализатора спектра, поэтому R&S®FSUP является идеальным инструментом для измерения фазового шума в условиях промышленного производства. Объединение в одном приборе тестера фазового шума и анализатора спектра позволяет снизить затраты, упростить схемы тестирования и повысить гибкость. И конечно, всеми функциями R&S®FSUP можно управлять дистанционно по локальной сети или по интерфейсу GPIB, что упрощает встраивание прибора в производственные линии.



Переходная характеристика генератора.

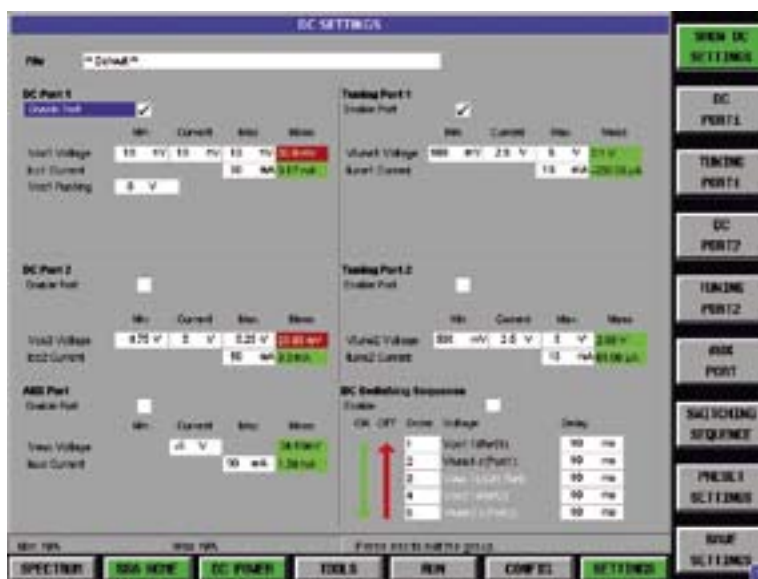
R&S® FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов +++

Получение характеристик одним нажатием клавиши

Сначала можно выполнить следующие три измерения, в которых можно задать число измерительных точек:

- ◆ Характеристики настройки: изменение напряжения настройки при постоянном напряжении питания
- ◆ Зависимость от напряжения питания: изменение напряжения питания при постоянном напряжении настройки
- ◆ Сочетание обоих методов (толчок)

Характеристические параметры можно измерять не только для основной частоты, но и для гармоник. По оси X можно откладывать напряжение настройки или частоту. Простая система меню позволяет определить процедуру измерения, режим отображения кривой, число гармоник и т.п. Все результаты можно вывести также в виде таблицы.



Меню настройки портов постоянного напряжения для анализа источника сигнала и дополнительного порта для отрицательного напряжения питания.



Все основные параметры ГУН в одной таблице.

+ анализатор спектра

Характеристики настройки ГУН

Напряжение настройки задающего генератора изменяется в пределах, установленных во время настройки постоянного напряжения для отдельного порта. Результаты показывают диапазон перестройки по частоте и крутизну настроечной характеристики генератора в графической форме.



Чувствительность настройки ГУН

Показывает зависимость крутизны настроечной характеристики от измеренного диапазона частот или от напряжения настройки. Отображается также выходная мощность.



Параметры радиочастотной мощности ГУН

Показывает зависимость выходной мощности источника сигнала и частоты задающего генератора от напряжения настройки.



R&S®FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов +++

Толчок ГУН

Этот метод позволяет измерить влияние питающего напряжения на частоту и мощность источника сигнала – в данном случае измеряется зависимость настроечных характеристик ГУН от входного напряжения.



Мощность гармоник

Показывает мощность до третьей гармоники при разных напряжениях настройки.



Влияние напряжения питания ГУН

Показывает зависимость частоты и мощности от напряжения питания при постоянном напряжении настройки.



+ анализатор спектра

Краткие технические характеристики

Режимы работы	Анализатор источников сигнала
	Анализатор спектра
Анализатор источников сигнала	Измерение фазового шума анализатором спектра
	Измерение фазового шума фазовым компаратором
	внутренний опорный генератор
	внешний опорный генератор
	Измерение фазового шума фазовым компаратором и перекрестной корреляцией
	Измерение переходных характеристик
	Получение характеристик ГУН

Измерение фазового шума с внутренним опорным генератором и внутренним фазовым компаратором

Диапазон частот	R&S®FSUP8	от 10 МГц до 8 ГГц
	R&S®FSUP28	от 10 МГц до 26,5 ГГц
	R&S®FSUP50	от 10 МГц до 50 ГГц
Мин. значение отстройки		1 Гц
Макс. значение отстройки		30 МГц

Чувствительность

С внешним опорным генератором и фазовым детектором (номинальные значения в dBc)

Значение отстройки	Входная частота							
	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	1,6 ГГц	3 ГГц	10 ГГц	18 ГГц	26 ГГц
1 Гц	-100	-80	-60	-55	-50,5	-40	-35	-32
10 Гц	-130	-110	-90	-85	-80,5	-70	-65	-62
100 Гц	-151	-131	-111	-106	-101,5	-91	-86	-83
1 кГц	-165	-148	-128	-123	-118,5	-108	-103	-100
10 кГц	-165	-154	-134	-129	-124,5	-114	-109	-106
100 кГц	-165	-160	-144	-139	-134,5	-124	-119	-116
1 МГц	-165	-168	-164	-159	-154,5	-144	-139	-136
10 МГц	-	-170	-170	-165	-165	-160	-160	-160
30 МГц	-	-170	-170	-165	-165	-160	-160	-160

R&S®FSUP +++ Тестер фазового шума +++ анализатор сигналов ++

Характеристические параметры ГУН		
Измеряемые параметры	Характеристика настройки, крутизна настроечной характеристики, толчок вкл/выкл, измерение гармоник, влияние напряжения питания, сводка параметров	
Диапазон частот	R&S®FSUP8	от 10 МГц до 8 ГГц
	R&S®FSUP26	от 10 МГц до 26,5 ГГц
	R&S®FSUP50	от 10 МГц до 50 ГГц
Подача питания	Порты настройки	2 порта настройки
	Порты питания	2 порта питания
	Дополнительные порты	1 дополнительный порт

+ анализатор спектра

Информация для заказа

Обозначение	Тип	№ по каталогу
Анализатор источников сигнала от 20 Гц до 8 ГГц	R&S®FSUP8	1166.3505.08
Анализатор источников сигнала от 20 Гц до 26,5 ГГц	R&S®FSUP26	1166.3505.26
Анализатор источников сигнала от 20 Гц до 50 ГГц	R&S®FSUP50	1166.3505.50
Принадлежности в комплекте Кабель питания, руководство пользователя, руководство по обслуживанию R&S®FSUP26: адаптер тестовых портов с гнездом 3,5 мм (1021.0512.00) и гнездом N-типа (1021.0535.00) R&S®FSUP50: адаптер тестовых портов с гнездом 2,4 мм (1088.1627.02) и гнездом N-типа (1036.4777.00)		

Опции

Обозначение	Тип	№ по каталогу	Возможность дооснащения	Примечания
Опции				
Термостатированный кварцевый генератор с малым старением	R&S®FSU-B4	1144.9000.02	да	
Управление внешним генератором	R&S®FSU-B10	1121.7246.02	да	
Порты гетеродина/ПЧ для внешних смесителей	R&S®FSU-B21	1157.1090.02	нет	для R&S®FSUP26 и R&S®FSUP50
Предусилитель 20 дБ, от 3,6 ГГц до 26,5 ГГц	R&S®FSU-B23	1157.0907.02	нет	только для R&S®FSUP26, необходим R&S®FSU-B25
Электронный аттенюатор, от 0 дБ до 30 дБ, и предусилитель 20 дБ (3,6 ГГц)	R&S®FSU-B25	1044.9298.02	да	
Опция для снижения фазового шума	R&S®FSUP-B60	1169.5544.02	да	
Программное обеспечение прибора				
Измерительный демодулятор АМ/ЧМ/ФМ	R&S®FS-K7	1141.1796.02		
Измерение с датчиками мощности	R&S®FS-K9	1157.3006.02		
ПО для измерения коэффициента шума и усиления	R&S®FS-K30	1300.6508.02		рекомендуется предусилитель (например, R&S®FSU-B25)

Дополнительные технические описания

Анализатор спектра R&S®FSU, описание продукта PD 0758.0016.11

Анализатор спектра R&S®FSU, техническое описание PD 0758.0016.22

ПО для измерения фазового шума R&S®FS-K40, техническое описание PD 0758.2631.31



Технические характеристики приведены
в документе PD 5213.6729.22 и на сайте
www.rohde-schwarz.com (www.rohde-schwarz.ru)
(поиск по ключевому слову: FSUP)



ROHDE & SCHWARZ

Представительство в Москве: 125047 Москва, 1-я Брестская, 29, 9-й этаж, тел. (495) 981-3560, факс (495) 981-3565

RS-Russia@rsru.rohde-schwarz.com www.rohde-schwarz.ru