

R&S® FSPN 位相雑音アナライザ/ VCOテスト

優れた感度と高速測定の高立



Product Brochure
Version 01.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



概要

R&S®FSPN 位相雑音アナライザ/VCOテストは、絶対的な信頼性を確保できる非常に高い感度と度量衡確度を備えています。レーダーや衛星アプリケーションのシンセサイザー、VCO、OCXO、DR0など、安定度の高い信号源の位相雑音を測定可能です。

R&S®FSPN 位相雑音アナライザ/VCOテストは、ラボから製造に至るまで、要求の厳しい測定に対応するために必要なすべてを備えています。

測定速度が高速で使いやすいため、効率的な位相雑音解析に最適で、研究開発と製造ラインの両方でご利用いただけます。

R&S®FSPNは低ノイズの局部発振器を内蔵しているため、市販されているあらゆるシンセサイザーおよび発振器を追加オプションの購入なしで測定することができます。

R&S®FSPNとR&S®FSWPの間のSCPI互換性を有し、研究開発から製造へと素早く移行することができます。内蔵SCPIレコーダーを使用すれば、ユーザーインターフェースからテスト自動化スクリプトを直接、容易に生成することができます。

R&S®FSPNの正面図。



主な特長

- ▶ 周波数レンジ: 1 MHz~8 GHz/26.5 GHz
- ▶ ベースユニットに搭載されたデュアルシンセサイザーと相互相関により、非常に高感度な位相雑音測定を実現 (代表値、 -163 dBc (1 Hz)、キャリア周波数 1 GHz、オフセット 10 kHz)
- ▶ VCOの自動特性評価のための超低雑音内蔵 DC電源
- ▶ ハードウェア実装のリアルタイム相互相関機能により高速な測定速度を実現
- ▶ 位相雑音と振幅雑音の同時測定
- ▶ SCPIレコーダーによる自動測定 / テストシーケンスの迅速なセットアップ

利点

限界まで高められた測定速度

▶ 4ページ

SCPIレコーダー – 開発から製造への移行

▶ 5ページ

最高感度の位相雑音測定

▶ 6ページ

最速のVCO特性評価

▶ 8ページ

過渡応答解析

▶ 10ページ

R&S®FSPNの背面。LAN、USB、IEEE-488 (GPIB) など、すべてのリモート制御用インタフェースを装備。



限界まで高められた 測定速度

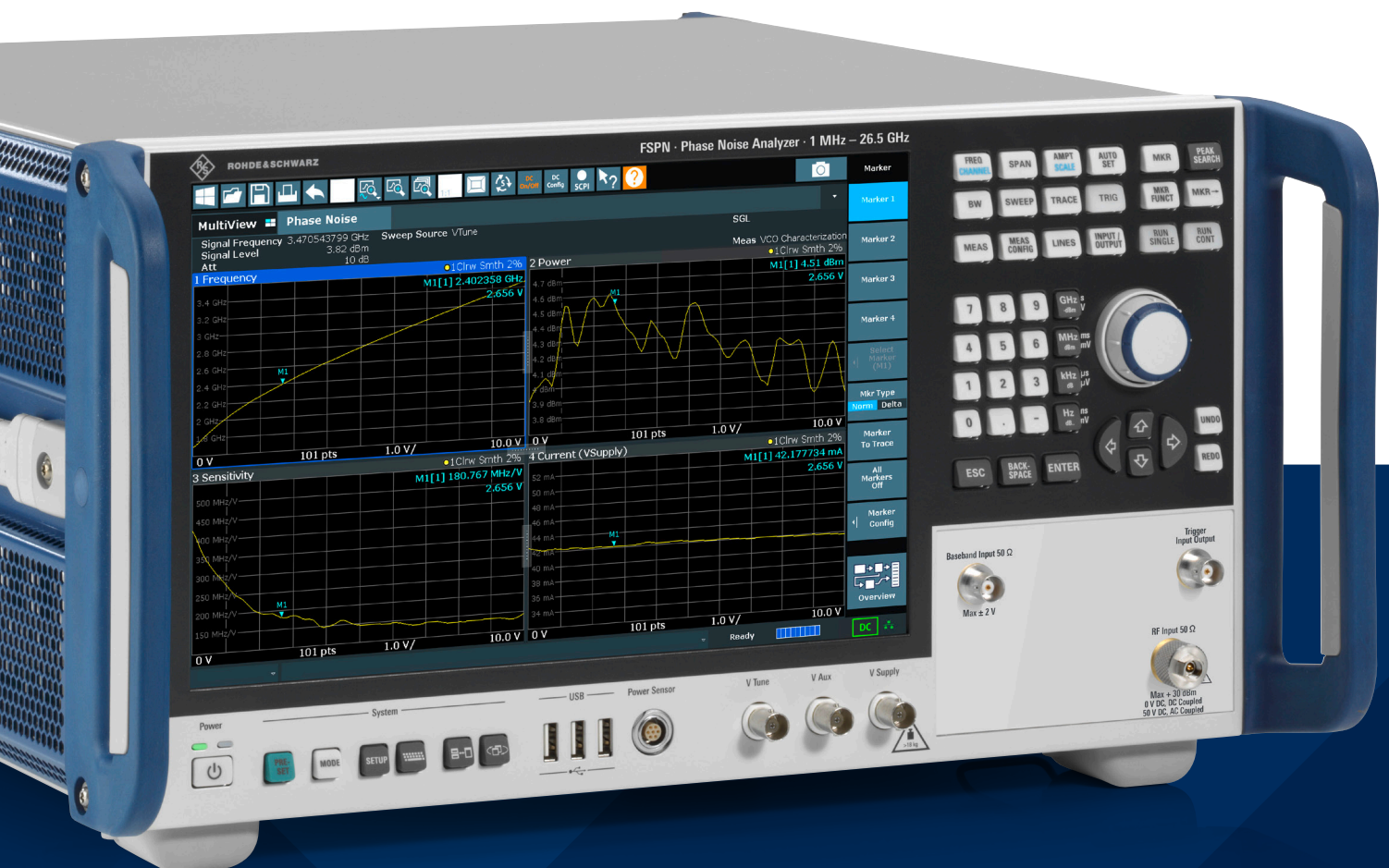
製造における時間短縮と測定スループットの向上

速度は特に製造においてきわめて重要です。DROやOCXOなどの高感度発振器を測定する場合、R&S®FSPNの位相雑音感度に必要な相関数は、利用可能な別のソリューションの100分の1です。これにより、測定時間の短縮と測定スループットの向上が可能になり、製造ラインの2つのコアなパラメータを改善することができます。

最先端のハードウェアが採用されており、高速なプロセッサとFPGAにより瞬時にデータの処理と解析を行うことができます。高品質の内蔵信号源により、位相雑音測定に必要な相関数を削減しています。

デバイスの開発をスピードアップ

ローデ・シュワルツの測定器を使用すれば、短い測定時間で迅速に結果を取得できるので、信号源の開発と最適化を短時間で行うことができます。R&S®FSPNでは、OCXOやDROなどのハイエンド信号源の位相雑音トレースがわずか数秒で表示されます。

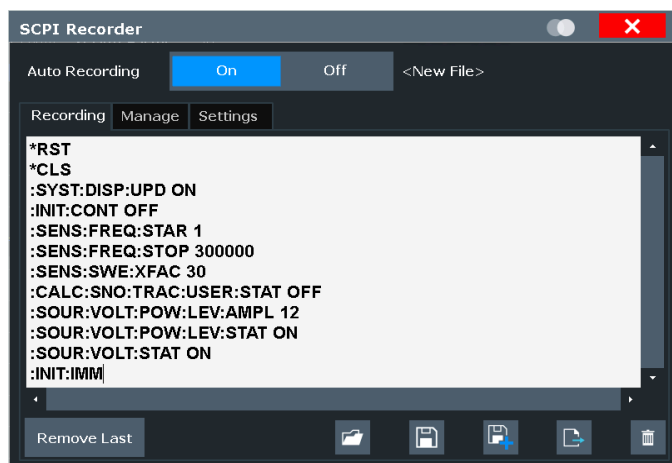


SCPIレコーダー – 開発から製造への移行

テスト自動化スクリプトをユーザーインターフェースから直接作成

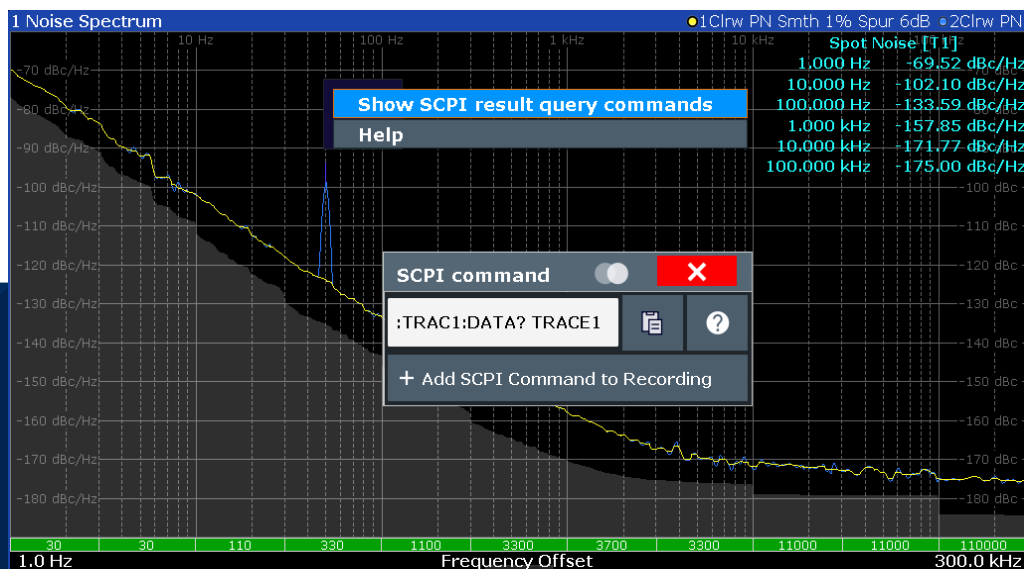
SCPIコマンドは人間が読み取ることのできる、制御ソフトウェアと電子計測器間の通信です。ユーザーは、SCPIコマンドを使用してデバイスを完全に設定することができます。オペレーターの制御による測定から自動テストへの移行を簡素化するために、R&S®FSPNはSCPIスクリプトの自動生成をサポートしています。

設定の変更、ボタンの押下、データの問い合わせのためのSCPIコマンドを表示して、現在のSCPIコマンドリストに手作業で追加することができます。SCPIレコーダーを有効にすれば、ユーザーと測定器間のすべてのやりとりをSCPIコマンドに自動変換することもできます。測定器のファームウェアは、プレーンなコマンドリストや、Matlab®、Python、C#などのさまざまな言語ですぐに使用できるスクリプトのエクスポートをサポートしています。



プレーンなSCPIの表示とエクスポート。
完全な機能プログラムも表示可能です。

あらゆる動作、ボタン、トレースの問い合わせのためのSCPIコマンドを手動で表示できます。詳細な情報を確認して、コマンドを記録に追加することができます。



最高感度の位相雑音測定

相互相関による位相雑音感度の向上

R&S®FSPN ベースユニットには相互相関機能が搭載されており、内部のハイエンド信号源の位相雑音よりもさらに低い、超低位相雑音を有する信号源を測定できます。この機能により、次のような向上が期待できます。

$$\Delta L = 5 \cdot \log(n)$$

- ▶ ΔL : 相互相関による位相雑音感度の向上 (単位: dB)
- ▶ n : 相関 / 平均の回数

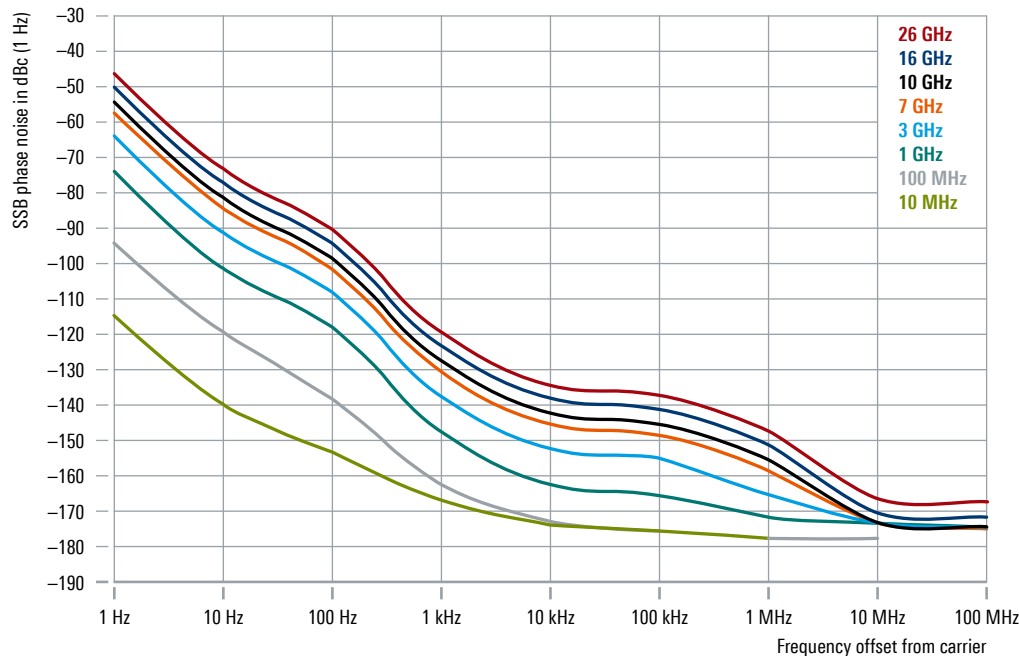
R&S®FSPNを使用すれば、わずか数回の相互相関で、非常に高品質な発振器を測定できます。これにより、製造環境に不可欠な測定時間の短縮が可能になります。相関の数を10倍に増やすと、R&S®FSPNの固有位相雑音は5 dB低下します。

複数の測定結果を平行に表示

R&S®FSPNは、振幅雑音と位相雑音を同時に測定して、両方の測定結果を共通ダイアグラムや個別ウィンドウに表示することができます。

信号源の測定に必要な相関の数を把握するのが困難な場合があります。このために、トレースの下にグレーの領域が表示され、選択した相関数で実現可能な感度レベルと相互相関利得を推定することができます。

位相雑音感度 (代表値、相関係数=1、信号レベル=10 dBm)



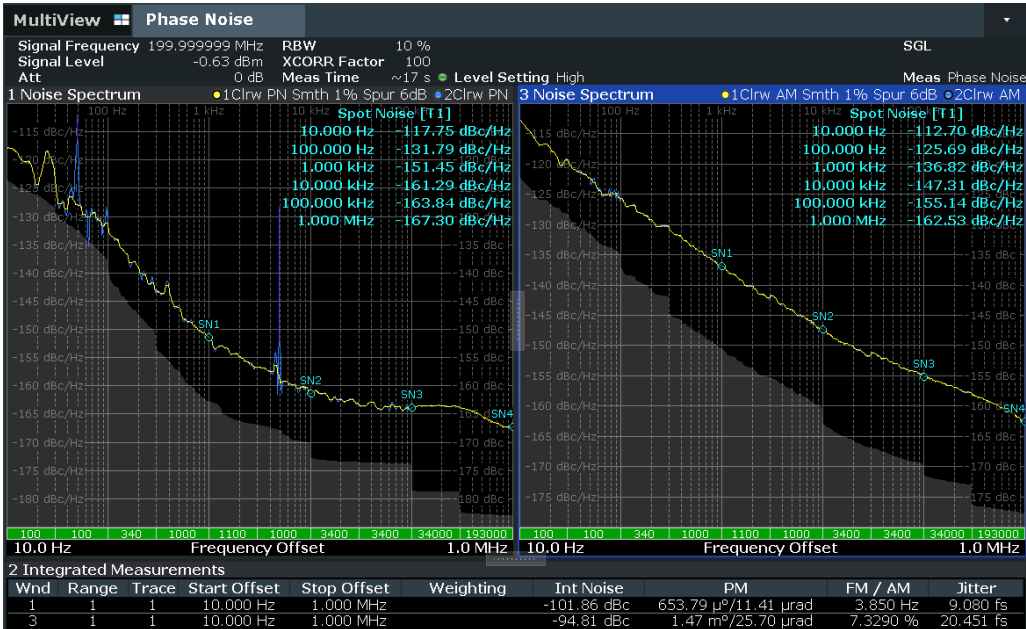
アラン分散の測定

発振器の長期的な周波数安定度を評価するには、一定のタイムインターバルで周波数のタイムドメイン測定を行い、測定値の偏移を計算します。このような偏移はアラン分散と呼ばれます。R&S®FSPNは位相雑音のアラン分散を計算し、相互相関を適用してスプリアスを抑制します。

このパラメータは、周波数ドメインに表示される位相雑音と異なり、通常は時間軸上でプロットされます。アラン分散(偏移)は、衛星ナビゲーションシステムに使用されているような安定度の高い信号源を評価する際に特に重要です。

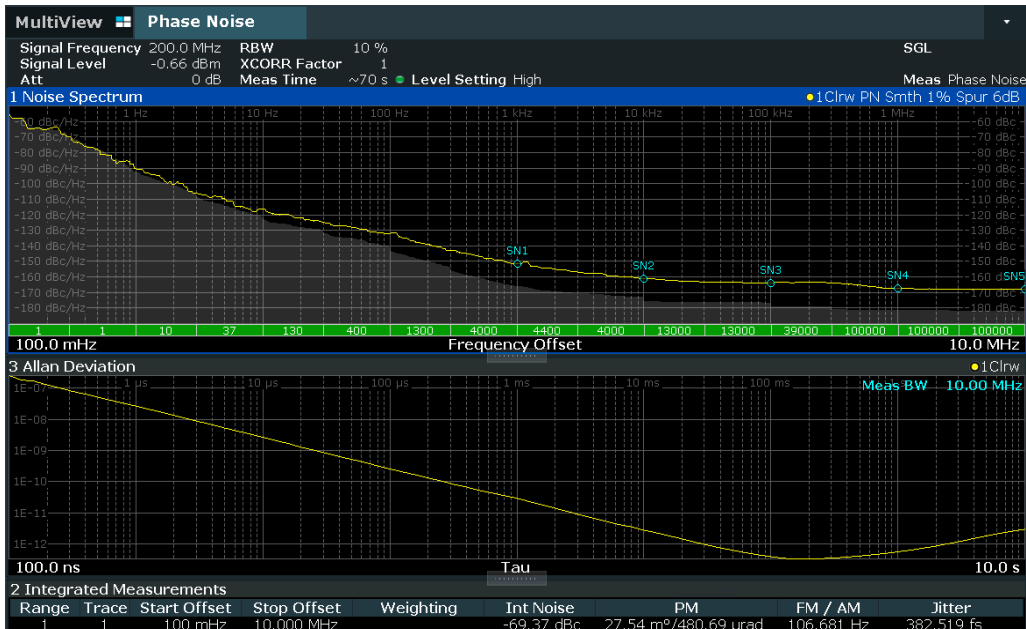
R&S®FSPNは、位相雑音と振幅雑音を同時に測定できます。

トレースの下にあるグレーの領域は、R&S®FSPNの相関利得を示しています。



R&S®FSPNは、位相雑音測定に基づいてアラン分散を計算します(上のウィンドウ)。

例えば、100 mHz～10 MHzのオフセット範囲は、100 ns～10 sのタイムドメイン表示に対応します。



最速のVCO特性評価

R&S®FSPNIは、低雑音のDC信号源を内蔵しているので、さまざまなチューニング電圧や電源電圧で電圧制御発振器 (VCO) の位相雑音を測定することができます。チューニング電圧や電源電圧の変化に伴うVCOの特性評価を高速に完了することができます。以下のパラメータが瞬時に提供されます。

- ▶ 周波数対電圧
- ▶ 感度対電圧
- ▶ 出力パワー対電圧
- ▶ 電流ドレイン対電圧
- ▶ 出力パワー対周波数

高調波抑圧測定

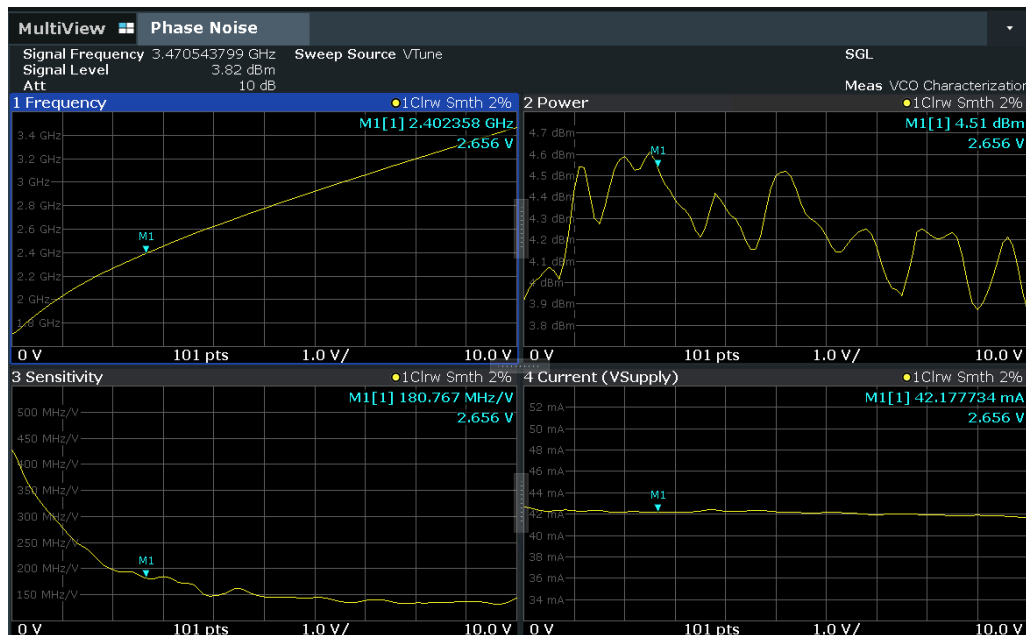
多くのVCOメーカーが抱える問題の1つは、システムに干渉を発生させる可能性のある高調波を抑圧しようとする試みです。R&S®FSPNIは、チューニング電圧に対する高次VCO高調波パワーを測定することができます。

内蔵DC電源の仕様

| | |
|----------|-------------|
| 電源電圧 | 0 V~16 V |
| 最大電流ロード | 2000 mA |
| チューニング電圧 | -10 V~+28 V |
| 最大電流ロード | 20 mA |

典型的なVCO測定。周波数、パワー、感度、電流消費などの重要パラメータがチューニング電圧に対して測定されま

す。

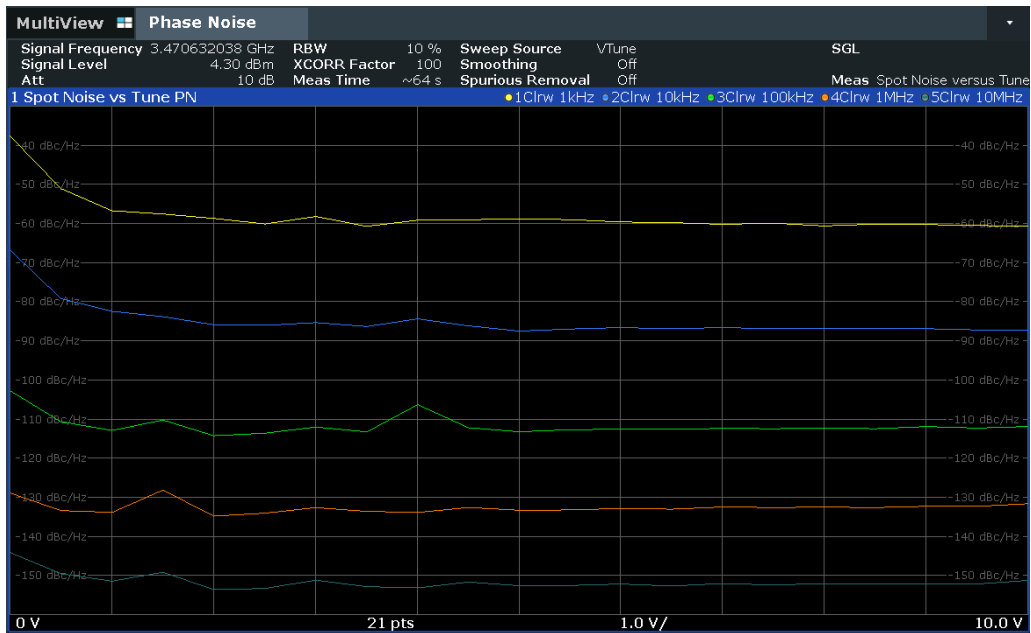


チューニング電圧の拡張機能

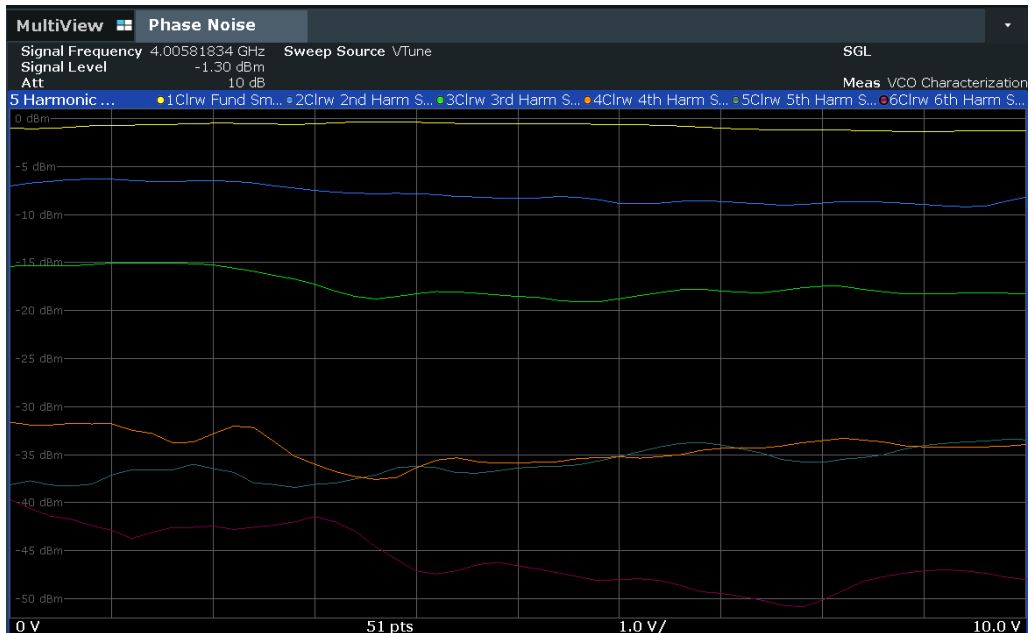
VCO位相雑音が周波数によるものなのか(予測どおり)、あるいは、特定の周波数での干渉から生じる追加ノイズによるものなのかを検証することは、コンポーネント開発における一般的な作業です。これは、位相雑音をチューニング電圧の全範囲で測定して初めて確認することができます。

R&S®FSPNは、チューニング電圧に対してさまざまなオフセット周波数での位相雑音を自動的に表示することができます。

チューニング電圧に対するVCOの位相雑音(オフセット周波数1 kHz、10 kHz、100 kHz、1 MHz、10 MHz)。



チューニング電圧に対する高次高調波のパワーと基本波(黄色のライン)の比較表示。



過渡応答解析

最大8 GHzの広帯域解析により、タイムドメインでの周波数および位相測定が可能

周波数アジャイルなシステムを設計するときには、シンセサイザーと信号源の詳細な特性評価が不可欠です。設計プロセスには、タイムドメインでの広帯域周波数測定と位相測定（過渡応答解析）が含まれます。

R&S®FSPNでは最大8 GHzの帯域幅を利用して、スイッチング電源、シンセサイザーの周波数ホッピングおよび周波数ランプを詳細に評価できます。

R&S®FSPNは、広帯域解析だけでなく40 MHzまでの狭帯域解析も可能です。これにより、PLLの過渡応答を詳細に検証することができます。

すべてのトレースの残光表示を使用して、パラメータのバラツキの度合いや、外れ値があるかどうかを推定できます。

トリガ機能による再現性の高い測定

過渡応答を詳細に検証するには、トリガを使用して比較可能な再現性の高い測定結果を取得する必要があります。外部トリガやパワートリガに加えて、ユーザーは周波数上で過渡解析にトリガをかけることができます。

使用可能なトリガは以下のとおりです。

- ▶ 外部トリガ
- ▶ I/Qパワー
- ▶ 外部パワーセンサ
- ▶ 周波数

残光表示モードでのシンセサイザーの過渡応答。赤い水平線は周波数トリガのしきい値、垂直線はトリガオフセットを表します。明るい黄色色のトレースは現在の測定、暗い黄色色のトレースは過去のすべての測定を表します。



FMCWチャープのリニアリティー解析

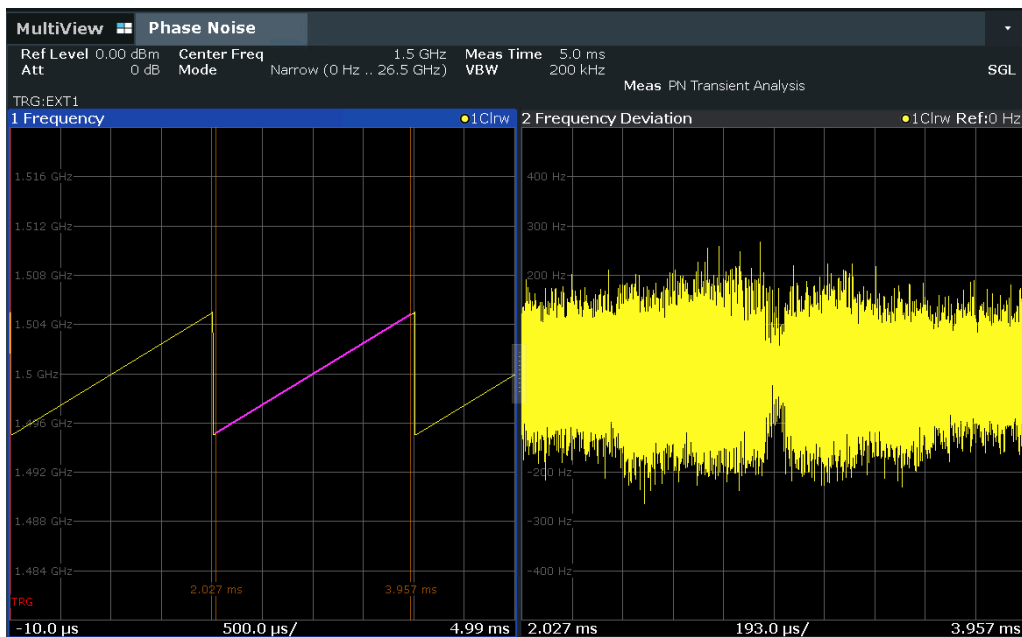
過渡解析により、周波数ドメインでのリニアチャープ信号の動作の偏移を詳細に解析することができます。

R&S®FSPNは、基準ライン(時間軸で2つのユーザー定義ポイントを結ぶ計算された連続ライン)を挿入します。基準ラインは、ユーザーがタッチスクリーン上で容易に設定することができます。測定された周波数偏差がリニアな基準ラインに対してどこにあるのかを表示するために、追加ウィンドウを使用することができます。

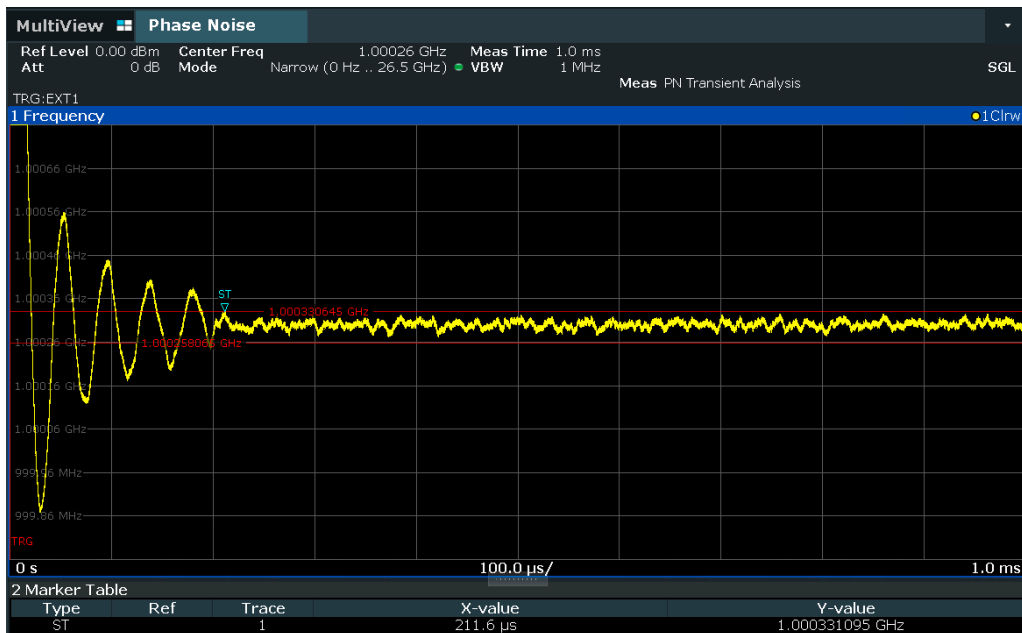
セトリング時間の自動測定

トリガイメントの後、R&S®FSPNは、シンセサイザーが定義された許容範囲内に収まるために必要なセトリング時間を自動測定します。

ユーザーは要件に応じて許容範囲を定義することができ、結果を画面上に表示することができます。リミットラインやデルタマーカー機能を使用した複雑な設定は不要です。



FMCWチャープのリニアリティー解析。
左:ピンクの基準ラインが見られます。右:リニア動作からの周波数のずれが表示されます。



シンセサイザーの周波数が特定の許容範囲に収まるまでのセトリング時間。

主な仕様

ベースユニット

周波数レンジ、RF入力

| | | |
|---------------|------------|----------------|
| 位相雑音測定、振幅雑音測定 | R&S®FSPN8 | 1 MHz～8 GHz |
| | R&S®FSPN26 | 1 MHz～26.5 GHz |

位相雑音測定

測定結果

SSB位相雑音、スプリアス信号、統合RMS位相偏差、残留FM、AM雑音、タイムジッタ、RMSジッタ、周期ジッタ

| | | |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|
| オフセット周波数レンジ | キャリア周波数 ≤ (最大入力周波数 - 1 GHz) | 1 μHz～(最大入力周波数 - キャリア周波数) |
| | キャリア周波数 ≥ (最大入力周波数 - 1 GHz) | 1 μHz～1 GHz |

振幅雑音測定

| | | |
|-------------|----------------|--------------------|
| オフセット周波数レンジ | 入力信号 ≤ 100 MHz | 1 μHz～キャリア周波数の40 % |
| | 入力信号 > 100 MHz | 1 μHz～40 MHz |

位相雑音感度 (dBc, 1 Hz)¹⁾²⁾

| RF入力周波数 | 搬送波からのオフセット周波数 | | | | | | | |
|---------|----------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 Hz | 10 Hz | 100 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz | 1 MHz | 10 MHz |
| 10 MHz | (-115) | (-140) | -140 (-146) | -158 (-164) | -170 (-176) | -170 (-176) | -170 (-176) | |
| 100 MHz | (-95) | (-120) | -133 (-139) | -157 (-163) | -167 (-173) | -170 (-176) | -172 (-178) | -172 (-178) |
| 1 GHz | (-75) | (-102) | -113 (-119) | -142 (-148) | -157 (-163) | -160 (-166) | -167 (-173) | -168 (-174) |
| 3 GHz | (-65) | (-92) | -103 (-109) | -132 (-138) | -147 (-153) | -150 (-156) | -160 (-166) | -168 (-174) |
| 7 GHz | (-58) | (-85) | -96 (-102) | -125 (-131) | -140 (-146) | -143 (-149) | -153 (-159) | -168 (-174) |
| 10 GHz | (-55) | (-82) | -93 (-99) | -122 (-128) | -137 (-143) | -140 (-146) | -150 (-156) | -168 (-174) |
| 16 GHz | (-51) | (-78) | -89 (-95) | -118 (-124) | -133 (-139) | -136 (-142) | -146 (-152) | -165 (-171) |
| 26 GHz | (-47) | (-74) | -85 (-91) | -114 (-120) | -129 (-135) | -132 (-138) | -142 (-148) | -161 (-167) |

AM雑音感度 (dBc, 1 Hz)¹⁾²⁾

| RF入力周波数 | 搬送波からのオフセット周波数 | | | | | | | | |
|---------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 Hz | 10 Hz | 100 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz | 1 MHz | 10 MHz | 30 MHz |
| 100 MHz ≤ f ≤ 1 GHz | -102 (-108) | -117 (-123) | -132 (-138) | -147 (-153) | -155 (-161) | -165 (-171) | -165 (-171) | -165 (-171) | -165 (-171) |
| 1 GHz < f ≤ 12 GHz | -97 (-103) | -112 (-118) | -127 (-133) | -142 (-148) | -152 (-158) | -160 (-166) | -165 (-171) | -165 (-171) | -165 (-171) |
| 12 GHz < f ≤ 18 GHz | -87 (-93) | -102 (-108) | -117 (-123) | -132 (-138) | -147 (-153) | -160 (-166) | -165 (-171) | -165 (-171) | -165 (-171) |
| f > 18 GHz | -77 (-83) | -92 (-98) | -107 (-113) | -122 (-128) | -137 (-143) | -150 (-156) | -160 (-166) | -165 (-171) | -165 (-171) |

相関数による雑音感度の向上

| | | | | |
|-----|------|-------|-------|--------|
| 相関数 | 10 | 100 | 1000 | 10,000 |
| 向上 | 5 dB | 10 dB | 15 dB | 20 dB |

¹⁾ スタートオフセット = 1 Hz、相関係数 = 1、括弧内の数字は代表値 (dBc, 1 Hz)。

²⁾ 信号レベル ≥ +10 dBm。信号レベル < +10 dBm の場合は、AM雑音感度は -177 dBm (1 Hz) の熱ノイズフロアにより制限されます。

常に最新の状態を維持

ファームウェアは、USBメモリまたはLANポートを使用してアップデートできます。

次のURLから無料のファームウェアアップデートツールをダウンロードできます。www.rohde-schwarz.com

オーダー情報

| 品名 | タイプ | オーダー番号 |
|---------------------------------|------------|--------------|
| 位相雑音アナライザ/VCOテスタ、1 MHz～8 GHz | R&S®FSPN8 | 1322.8003.07 |
| 位相雑音アナライザ/VCOテスタ、1 MHz～26.5 GHz | R&S®FSPN26 | 1322.8003.25 |

| 保証 | | |
|----------------------|---------|-------------------------------|
| ベースユニット | | 3年 |
| その他の品目 ¹⁾ | | 1年 |
| サービスオプション | | |
| 延長保証、1年 | R&S®WE1 | |
| 延長保証、2年 | R&S®WE2 | |
| 校正サービス付き延長保証、1年 | R&S®CW1 | お近くのローデ・シュワルツの営業所にお問い合わせください。 |
| 校正サービス付き延長保証、2年 | R&S®CW2 | |
| 認定校正サービス付き延長保証、1年 | R&S®AW1 | |
| 認定校正サービス付き延長保証、2年 | R&S®AW2 | |

¹⁾ 搭載オプションには、本体保証の残りの期間が適用されず（期間が1年を超える場合）。例外：バッテリーはすべて1年保証です。

ローデ・シュワルツのサービス 安心してお任せください！

- ▶ 世界に広がるサービス網
- ▶ 各地域に即した独自性
- ▶ 個別の要望に応える柔軟性
- ▶ 妥協のない品質
- ▶ 長期信頼性

ローデ・シュワルツ

ローデ・シュワルツはテクノロジーグループとして、電子計測、テクノロジーシステム、ネットワーク/サイバーセキュリティの分野の最先端ソリューションを提供することで、安全でつながり合った世界の実現を先導する役割を果たしています。創業から85年を超えるこのグループは、全世界の産業界と政府機関のお客様にとっての信頼できるパートナーです。本社をドイツのミュンヘンに構え、独立した企業として、70か国以上で独自の販売/サービスネットワークを展開しています。

www.rohde-schwarz.com/jp

永続性のある製品設計

- ▶ 環境適合性と環境負荷の低減
- ▶ 高エネルギー効率と低排出ガス
- ▶ 長寿命かつ所有コストの最適化

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

ローデ・シュワルツトレーニング

www.training.rohde-schwarz.com

ローデ・シュワルツ カスタマーサポート

www.rohde-schwarz.com/support

