

FSW

シグナル・スペクトラム・アナライザ

RF性能とユーザビリティの
絶え間ないイノベーション



Product Brochure
Version 16.01

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



概要

高性能のFSW シグナル・スペクトラム・アナライザは、要求の厳しいタスクの実行時に威力を発揮します。内部解析帯域幅が広いこと、広帯域のコンポーネントや通信システムの実験評価が可能です。非常に低い位相雑音により、レーダー向け発振器などの高性能発振器の開発が容易になります。ジェスチャー操作に対応した最先端のマルチタッチディスプレイにより、わかりやすく直感的に操作できます。組み込まれたSCPIレコーダーにより、実行可能なスクリプトを簡単に作成できます。

FSWは、最大8.3 GHzの解析帯域幅を備えています。そのため、新しい5G New Radio規格や車載用レーダー／パルスレーダーなどで使用される広帯域変調信号または周波数アジャイル信号を測定できます。

800 MHzのリアルタイム解析帯域幅により、スペクトラムの広い部分をモニターし、短時間の信号でトリガすることができます。

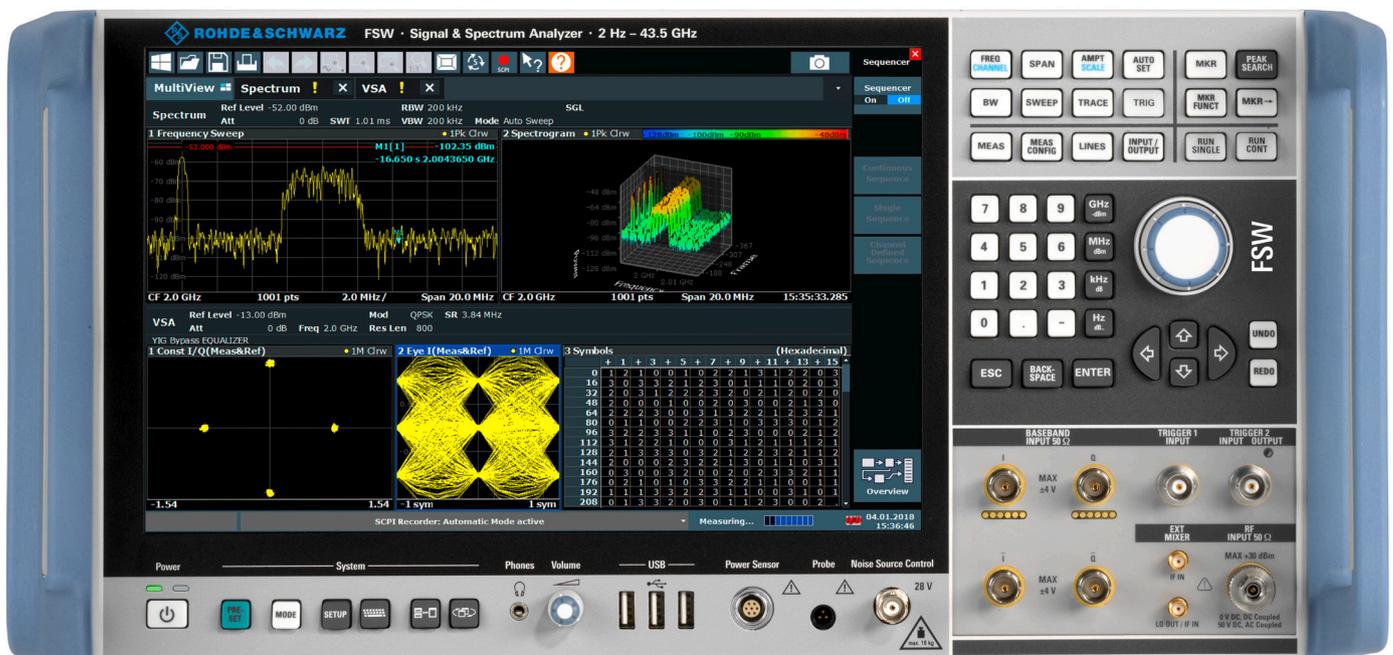
FSWは、複数の規格を同時に測定できます。ユーザーは、信号間の相互作用によって発生するエラーを素早く簡単に検出して除去することができます。

マルチタッチディスプレイと直感的なメニュー構造により、FSWは操作が驚くほど簡単です。12.1インチの大型画面では個別のウィンドウにさまざまな測定を同時に表示でき、結果を解釈する際にも大いに役立ちます。

主な特長

- ▶ 2 Hz～90 GHz (ローデ・シュワルツの外部高調波ミキサー使用時には最大325 GHz) の周波数レンジ
- ▶ 低位相雑音: -140 dBc (1 Hz) (10 kHzオフセット)、 -143 dBc (100 kHzオフセット、1 GHzキャリア)
- ▶ 2 GHzの内部解析帯域幅に対応する60 dBcのスプリアスフリー・ダイナミックレンジ
- ▶ 内部解析帯域幅: 最大8.3 GHz
- ▶ 800 MHzのリアルタイム解析帯域幅、2,400,000 FFT/s、 $0.46 \mu\text{s}$ POI
- ▶ I/Qデータストリーミングインターフェースで最大1 GHzのストリーミング帯域幅
- ▶ SCPIレコーダーによる簡単なコード作成
- ▶ 最新のアクセスしやすいWindows 10デザインおよびマルチタッチジェスチャーのサポート
- ▶ 複数の測定アプリケーションを同時に実行、結果を表示
- ▶ R&S®FSW-K575 I/Qノイズキャンセルオプションにより、優れた残留EVM (28 GHzで帯域幅100 MHz 5G UL信号の場合、 -49 dB) をさらに改善 (6.905 GHzで帯域幅320 MHzのWLAN IEEE 802.11be(Wi-Fi 7)信号の場合、 -53 dB)。

装置前面



利点

優れたRF性能

▶ 4ページ

スケーラブルな解析帯域幅

▶ 6ページ

高度なユーザーインターフェース

▶ 8ページ

5Gおよびその他の無線規格への対応

▶ 10ページ

広範囲に及ぶレーダー解析機能

▶ 12ページ

衛星RFテストに最適

▶ 14ページ

リアルタイムスペクトラム解析オプションで、見逃しやすい事象も捕捉可能

▶ 16ページ

強力なベクトル信号解析アプリケーション

▶ 18ページ

カスタムOFDM信号解析アプリケーション

▶ 20ページ

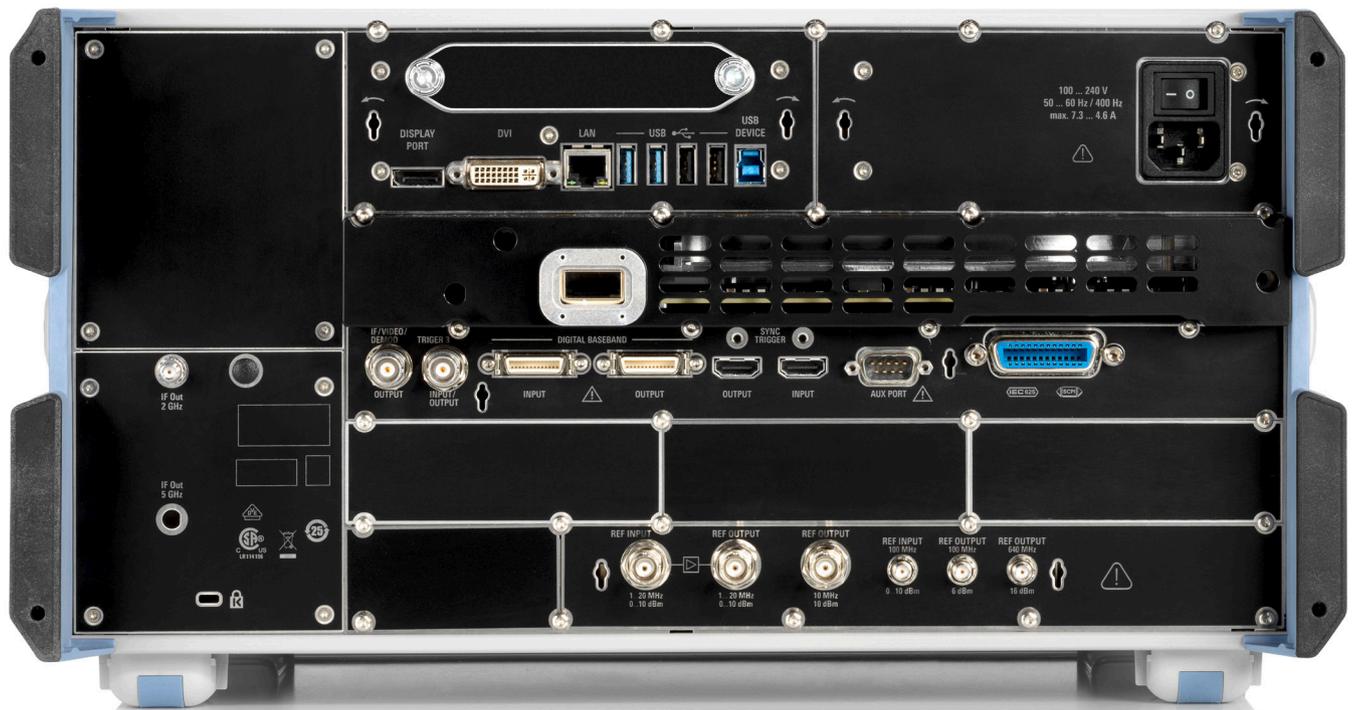
正常性／使用率モニタリングサービス (HUMS)

▶ 21ページ

各種測定アプリケーション

▶ 22ページ

背面図



優れたRF性能

FSWは、最上位のシグナル・スペクトラム・アナライザに要求される基準を刷新するものであり、位相雑音、表示平均雑音レベル、相互変調抑制、およびACLR測定時と高調波測定時のダイナミックレンジに関して卓越したRF性能を備えています。

これまでにない位相雑音性能：レーダーや無線通信向け発振器の測定に最適

発振器、シンセサイザー、および送信システムの開発者は、位相雑音測定においてFSWアナライザの優れたRF性能の恩恵を受けます。10 kHzのキャリアオフセットにおいて、FSWは1 GHzキャリアの場合に-140 dBc (1 Hz) (代表値)、10 GHzキャリアの場合に-131 dBc (1 Hz) (代表値)の位相雑音を実現しています。また、100 Hzのオフセット周波数で-114 dBc (1 Hz) (代表値)という優れた近傍位相雑音も実現しています。FSWは、周波数およびオフセット範囲によっては、他のハイエンド・アナライザと比較して10 dB以上優れています。

低いDANLにより、優れたダイナミックレンジでスプリアス測定が可能

FSWはプリアンプを使用せずに2 GHzで代表値-159 dBm (1 Hz)、25 GHzで-150 dBm (1 Hz)という低い表示平均雑音レベル (DANL) を備えており、幅広い周波数範囲でスプリアスエミッションを素早く確実に測定できます。内蔵のプリアンプによりDANLはさらに15 dB以上減少し、アナライザで雑音除去機能をオンにすればDANLはさらに最大13 dB低下します。その結果、これまではノイズフロアに隠れていた非常に小さいスプリアスエミッションも特定できるため、送信システムを効率的に最適化することができます。



位相雑音 (10 kHzオフセット、10 GHzキャリア) :
-133 dBc (1 Hz) (代表値)



プリアンプおよびノイズキャンセルをオン/オフにしたR&S®FSW43の表示平均雑音レベル (DANL)

内蔵のハイパスフィルターによる、高調波測定の簡素化
 FSWには、送信システムでの高調波測定のために最大1.5 GHzのキャリア周波数に対する切り替え可能なハイパスフィルター (R&S®FSW-B13) をオプションで搭載することができます。このプリセレクションを行えば、従来のスペクトラム・アナライザよりもダイナミックレンジが格段に向上します。外部フィルターは不要となるため、テストシステムのセットアップが簡素化されます。

低い周波数帯も高感度に測定

約40 MHzまでの低い周波数帯でのFSWのDANLは、入力信号をA/Dコンバーターに直接印加することで向上します。オーディオとベースバンドの周波数レンジでも、2 Hzで-120 dBm (1 Hz) の高感度を実現し、同等のアナライザを最大20 dB上回っています。

最大85 GHzのイメージ除去

FSWの入力部分のYIGプリセレクターによってイメージ周波数が除去され、バンド外干渉源が抑制されます。R&S®FSW85 シグナル・スペクトラム・アナライザは、周波数8 GHz~85 GHz用のYIGプリセレクターを備えています。これにより、車載用レーダーで使用されているような非常に高い周波数でイメージフリーのスペクトラム解析を提供します。

高精度

FSWは、高水準の測定精度を備えています。≤8 GHzの周波数に関しては、測定の全不確かさ<0.37 dBで信号レベルを測定できます。

受信経路の分離により、最大1 GHzまで優れたダイナミックレンジを実現

FSWは、1 GHz未満の周波数に最適化された個別の受信パスを搭載しています。これにより、公共安全用の無線システムの測定などで、前例のないダイナミックレンジを実現します。

掃引モードの超広帯域フィルター

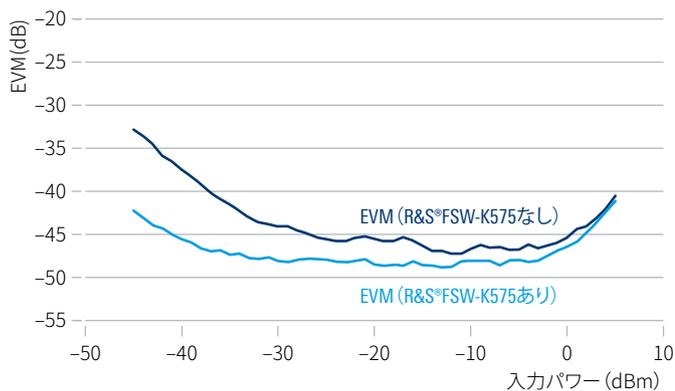
EN 302065などのUWB規格は、ピークパワー測定のために50 MHz分解能フィルターを必要とします。この測定は、FSWを使用して容易に実行できます。FSWは、20 MHz、40 MHz、50 MHzおよび80 MHzのオプションの分解能帯域幅を備え、広帯域信号のテストのために独自の機能を提供します。

広帯域変調信号の優れたEVM性能をミリ波レンジまで実現

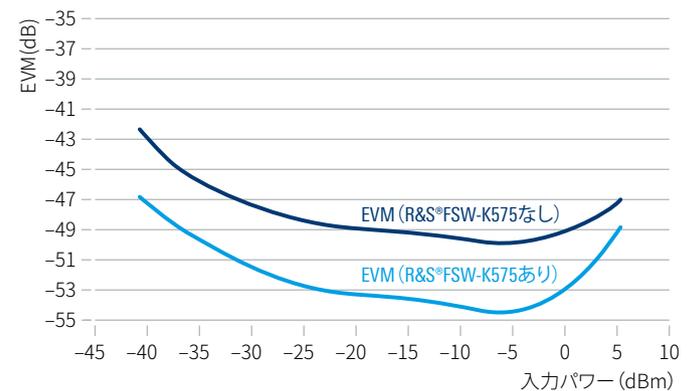
広いダイナミックレンジを備えたFSWは、広い入力パワーレンジにわたってきわめて小さいEVMを実現します。28 GHzで帯域幅100 MHzの5G NR信号の場合、残留EVMは-49 dB未満です。

R&S®FSW-K575 I/Qノイズキャンセルオプションは、FSWの残留EVMを簡単なソフトウェアアップグレードでさらに抑えることができます。ハードウェアの変更や、第2の測定パスの追加は不要です。このオプションを使用すると、非常に厳しいEVM要件が求められる測定シナリオにも対応できます。R&S®FSW-K575は、FSWの残留EVMを-53 dB未満に抑えることができます (6.905 GHzで帯域幅320 MHzの4096QAM WLAN IEEE 802.11be(Wi-Fi 7)信号の場合)。

28 GHzで帯域幅100 MHzの5G NRダウンリンク信号の信号パワー全体の残留EVM



6.905 GHz、320 MHzのWLAN IEEE 802.11be信号入力時の残留EVM対信号パワー (変調次数4096QAM)



スケーラブルな解析帯域幅

解析帯域幅に対する要求は増加の一途です。FSWは最大8.3 GHzの内部解析帯域幅を備えており、この課題に対応できるように設計されています。

各種FSWモデルの解析帯域幅拡張				
モデル	オプション	周波数レンジ	最大512 MHz ¹⁾	最大2 GHz ²⁾
			R&S®FSW8	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512
R&S®FSW13	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512			
R&S®FSW26	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512、R&S®FSW-B1200、R&S®FSW-B2001			
R&S®FSW43	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512、R&S®FSW-B1200、R&S®FSW-B2001、R&S®FSW-B4001、R&S®FSW-B6001、R&S®FSW-B8001			
R&S®FSW50	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512、R&S®FSW-B1200、R&S®FSW-B2001、R&S®FSW-B4001、R&S®FSW-B6001、R&S®FSW-B8001			
R&S®FSW67 ⁴⁾	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512、R&S®FSW-B1200、R&S®FSW-B2001、R&S®FSW-B4001、R&S®FSW-B6001、R&S®FSW-B8001			
R&S®FSW85	R&S®FSW-B80、R&S®FSW-B160、R&S®FSW-B320、R&S®FSW-B512、R&S®FSW-B1200、R&S®FSW-B2001、R&S®FSW-B4001、R&S®FSW-B6001、R&S®FSW-B8001			

¹⁾ 使用可能なオプション：28 MHz（標準）、40 MHz、80 MHz、160 MHz、320 MHz、512 MHz。

²⁾ 使用可能なオプション：1.2 GHzおよび2 GHz。

³⁾ 18 GHzおよび18.5 GHzより上の周波数で6.4 GHzおよび8.3 GHzの解析帯域幅を使用可能。

⁴⁾ 18 GHz～58 GHzの周波数で6.4 GHzの解析帯域幅を使用可能。18.5 GHz～57 GHzの周波数で8.3 GHzの解析帯域幅を使用可能。

各種信号解析用途で推奨される信号解析帯域幅拡張

	28 MHz	40 MHz	80 MHz	160 MHz
	標準	R&S®FSW-B40	R&S®FSW-B80	R&S®FSW-B160
シングルキャリア (例: WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA、TETRA、NB-IoT) での標準的な用途および測定				
LTE、WLAN IEEE 802.11a/b/g/p信号	●			
5G NR				●
WLAN IEEE 802.11n信号		●		
WLAN IEEE 802.11ac、IEEE 802.11axおよびIEEE 802.11be信号			●	●
HRP UWB WLAN IEEE 802.15.4z				
WLAN IEEE 802.11ad信号				
WLAN IEEE 802.11ay信号				
コンポーネントの特性評価と線形化 (増幅器、周波数コンバーターなど)		●	●	●
パルスドレーダー			●	●
CWおよび周波数ホッピング・レーダー・システムの広帯域測定				●
車載用レーダー				

高度なユーザーインターフェース

FSWの利便性を追求した設計 – わかりやすい結果表示

SCPIレコーダー

リモート制御の自動測定用にコードを簡単に作成可能

ツールバー

- ▶ 頻繁に使用する機能へのすばやいアクセス
- ▶ 設定の読み込みと保存
- ▶ スクリーンショットのキャプチャ
- ▶ グラフのズーム
- ▶ 表示項目の設定

12.1インチ高解像度、マルチタッチディスプレイ

- ▶ 1280×800ピクセルの解像度
- ▶ マルチタッチ操作



3個のUSB 2.0ポート

- ▶ 記憶媒体用
- ▶ アクセサリ接続用
- ▶ USBコネクタを持つパワー・センサ用

R&S®MultiViewおよび R&S®Sequencer

- ▶ すべてのタブを1画面に表示
- ▶ 連続して測定
- ▶ 継続的に更新される結果を受信



一目でわかる設定

すべてのハードウェア関連設定を1つの画面に表示して調整

ノイズソースの制御

- ▶ ノイズソース用28 V DC電源とBNC DC入力
- ▶ 本機のファームウェアで制御

スマートポート

- ▶ パワーメータ用
- ▶ スマート・ノイズソース用

5Gおよびその他の無線規格への対応

増加する無線インターフェースの需要を満たすために、ネットワークインフラとユーザー機器は、LTE、5G NR、IEEE 802.11、NB-IoTなどの多くの無線テクノロジーに対応する必要があります。その用途は、高速無線アクセスから自動運転車や人工知能まで多岐にわたります。

FSWは、特定の要件や特性を持つ数多くの無線規格の迅速かつ容易なテストを実現するのに最適な機能や測定アプリケーション、妥協のない性能を備えています。

5G信号の解析

FSW 5G測定アプリケーションにより物理層の詳細解析が簡素化および高速化されるため、より高い周波数およびより広い測定帯域幅でのテストが可能になります。また、市場でトップクラスのRF性能により、規格で仕様化されているすべての物理層オプションに対応できます。

R&S®FSW-K144およびR&S®FSW-K145オプションは、3GPP 5G NRリリース15および16 (R&S®FSW-K148)、17 (R&S®FSW-K171) に準拠した、ダウンリンクとアップリンクの3GPP 5G NRのインバンド測定に対応しています。各信号サブフレームを解析し、さまざまなチャネルや信号のEVM、周波数、パワーなど、広範囲の測定結果を提供します。

R&S®FSW-K144はオプションで最大8.3 GHzまで拡張できる広い内部解析帯域幅を備えているため、ダウンリンク信号の帯域幅全体を捕捉し、システム全体を評価することができます。また、高性能デジタイザによって固有のエラーベクトル振幅 (EVM) を低く抑えることができるので、設計に関する新たなヒントが得られます。もう1つの利点は、帯域幅オプションがFSWの内部オプションであることです。そのため、テストセットアップのサイズを小さくできるとともにコンポーネント間のケーブル接続の数を減らすことができ、測定確度も向上します。

R&S®FSW-K144およびR&S®FSW-K145は、5 MHz~2 GHzのすべての指定された5G信号帯域幅をサポートしており、複数のヌメロロジー、複数の帯域幅部分、およびQPSKから256QAMまでの変調方式を備えています。

R&S®FSW-K145は、アップリンクでのOFDMAモードとトランスフォーム・プリコード・モードの両方をサポートしています。

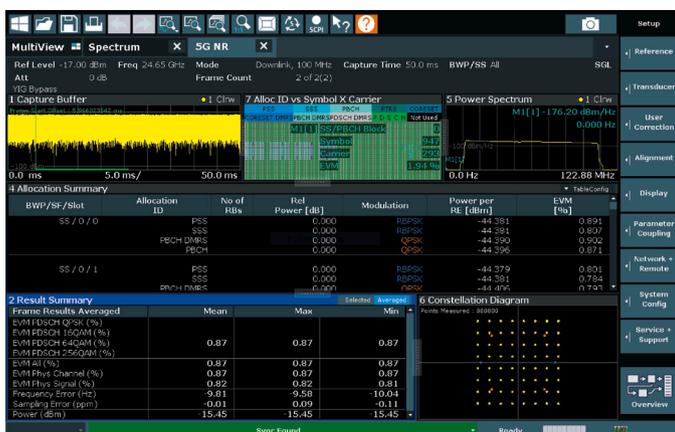
R&S®FSW-K147オプションを使用すると、ACLR、SEM、EVMの複合測定が可能です。R&S®FSW-K147Cは、マルチコンポーネントキャリア測定機能を拡張します。このアプリケーションには、並列計算と適合性のあるトリガ設定によって速度が大幅に向上するという利点があります。特に、多くの測定が必要となるデバイスの無線 (OTA) 特性評価では、この特長は重要です。

いくつかのパラメータが自動的に検出され、信号解析が簡素化されるので、ユーザー設定の数を最小限に抑えることができます。

隣接チャネル漏洩電力比やスペクトラム・エミッション・マスクのような帯域外測定にも対応できるように、幅広い設定とリミットラインが用意されています。

R&S®FSW-K175オプションは、5G NRおよびLTEのO-RANコンフォーマンス仕様に準拠したテストモデルを提供します。

R&S®FSW-K144 5G New Radioダウンリンク測定アプリケーション



R&S®FSW-K106 NB-IoT Measurement Application



ナローバンドIoT (NB-IoT)

R&S®FSW-K106は、3GPP仕様に準拠した基地局テストの3つの動作モード(バンド内、ガードバンド、バンド外)すべてに対応します。これにより、信号変調の結果とバンド外スペクトラム測定(ACLRおよびSEM)が提供されます。さらに、タイミング調整測定も含まれているので、MIMO動作におけるトランスミッター間のタイミングを簡単に測定できます。

セルIDや変調方式などのいくつかのパラメータが自動的に検出されるので、信号解析を簡素化できます。

無線インタフェース: WLAN IEEE 802.11ax/be

WLAN IEEE 802.11beなどの最新のWLAN規格は、データレートを大幅に向上させることを目的としています。スループットの向上を実現するために、WLAN IEEE 802.11beには最大320 MHzのチャンネル帯域幅など、いくつかの新しい特長が備わっています。WLAN IEEE 802.11be規格は、WLAN IEEE 802.11ax規格を拡張したものです。この規格が目指すのは、特にWLANデバイスの密度が高く干渉が制限されるシナリオでシステムの容量を改善することです。FSW シグナル・スペクトラム・アナライザの卓越した性能は、R&S®FSW-K91AXおよびR&S®FSW-K91BE オプションでDUTの特性を評価する際に必要となる正確な信号解析を可能にします。帯域幅320 MHz、4096QAM変調の場合、R&S®FSW-B320オプションを使用すると、残留EVMを-50 dBという低い値に抑えることができますが、R&S®FSW-K575 I/Qノイズキャンセルオプションを使用すると残留EVMはさらに改善され、-53 dB未満に低下します。

超高帯域(UWB) WLAN IEEE 802.15.4/4z

超高帯域(UWB)規格は、近磁界通信を簡素化する目的ではるか以前に開発されました。最新のWLAN IEEE 802.15.4z/4zリビジョンは2020年に作成され、UWB規格は自動車、ヘルスケア、および工業の市場セグメントでの用途で急速に普及しました。通信に加え、測位機能がますます重要になっています。これには、高精度なチップクロックとチップ周波数が必要です。R&S®FSW-K149 オプションをR&S®FSW-B1200またはR&S®FSW-B2001 帯域幅拡張オプションと組み合わせることで、UWB信号の精密な解析と最高1.355 GHzの帯域幅のチャネルのPSD測定が可能になります。

R&S®FSW-K91BEオプションを使用した、320 MHz帯域幅、4096QAM変調のWLAN IEEE 802.11be信号の解析



WiGig WLAN IEEE 802.11ad/ay: 60 GHzでの非常に高いデータレート

WLAN IEEE 802.11ad規格は、60 GHz ISMバンドでは2.16 GHzのチャンネル帯域幅で最大7 Gbpsのデータスループット速度を実現します。WLAN IEEE 802.11ayは、20 Gbit/s~40 Gbit/sの伝送レートで、最大4つのチャンネルをボンディングします。

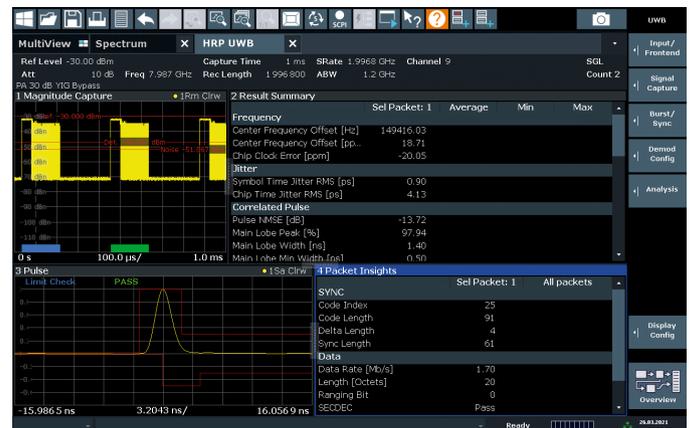
R&S®FSW-B2001と専用のR&S®FSW-K95 WLAN IEEE 802.11ad測定オプションを搭載するR&S®FSW67およびR&S®FSW85 シグナル・スペクトラム・アナライザは、WLAN IEEE 802.11ad用途に対応する市場で唯一のワンボックスソリューションです。

さらに、R&S®FSW85は、4 GHz、6.4 GHzまたは8.3 GHzまでのオプションの帯域幅拡張(R&S®FSW-B4001/-B6001/-B8001)と専用のWLAN IEEE 802.11ay測定アプリケーション(R&S®FSW-K97)により、WLAN IEEE 802.11ay解析を簡素化します。8.3 GHz解析オプションを使用すれば、ボタンを押すだけで最大4つのボンデッドチャンネルを評価できます。

Bluetooth® BR/EDR/Low Energy

最新の通信デバイスやスマートフォンは、LTE、5G NR、Wi-Fi、UWB、Bluetooth®などさまざまな無線規格を採用しています。FSW シグナル・スペクトラム・アナライザ1台で、さまざまな最新デバイスを専用の規格に準拠して解析することができます。R&S®FSW-K8 Bluetooth®測定アプリケーションは、I/Qモードでの変調特性測定および掃引スペクトラムモードでのACP/バンド内トレースエミッション測定をサポートしています。また、Basic Rate (BR)、Enhanced Data Rate (EDR)、Bluetooth® Low Energy信号測定をサポートし、必須の出力パワー、搬送波周波数の安定度、変調精度、隣接チャネルパワー(ACP)に対応します。

R&S®FSW-K149の高レートなパルス繰り返し周波数の超高帯域測定アプリケーションによるHRP UWB信号解析



広範囲に及ぶレーダー解析機能

広帯域信号、パルス内変調技術、周波数ホッピング機能を備えた最新のレーダーシステムをテストする場合、多彩な解析機能とスプリアスエミッションの迅速な識別が不可欠な前提条件となります。

高速で総合的なレーダー信号解析

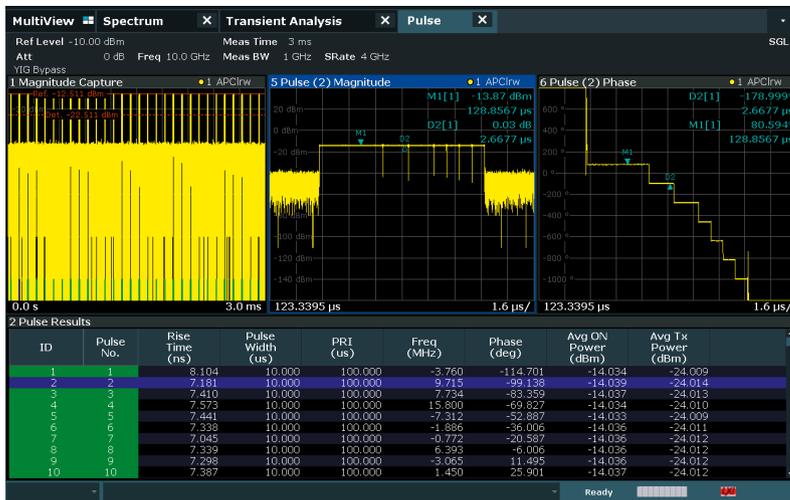
R&S®FSW-K6 パルス測定アプリケーションは、ボタンをタッチするだけで、パルス持続時間、パルス周期、パルスの立ち上がり時間と立ち下がり時間、パルス間のパワー低下、パルス内位相変調などの関連するパルスパラメータをすべて測定できます。また、複数のパルスでのトレンド解析を生成します。ユーザーは結果を選択し、それらを画面上に同時に表示できます。FSWは、レーダーシステムの全体像を数秒で明らかにします。セグメント化されたI/Q捕捉機能により、パルスが検出された時のみ、I/Qデータをタイムスタンプ付きで確実にメモリに保存できます。この機能によって、解析期間が大幅に拡張されます（パルス長が1 μs未満、パルス繰り返し間隔 (PRI) が1 kHzで、約1,000倍）。FSWは、最大8.3 GHzの内部解析帯域幅を備えているため、ウルトラワイドバンドレーダーの設計にも役立ちます。

詳細なパルス圧縮レーダー測定

R&S®FSW-K6S タイムサイドロープ測定オプションは、パルス圧縮パラメータを測定し、変調器や励振器などによって引き起こされるレーダー性能の劣化を評価するのに役立ちます。あらゆるI/Qベースの基準波形をI/Qデータファイル形式でインポートできるため、機密性の高い独自の波形を使用できます。また、R&S®FSW-K6Sは、FSWでキャプチャされたI/Qデータファイル形式で保存された基準波形や、Barkerや多項式FMなどの内蔵波形にも対応します。

トランジェントチャープ信号およびホップ信号の特性評価

R&S®FSW-K60/-K60C トランジェント解析オプション/チャープ測定オプションは、車載レーダーセンサなどで使用されるFMCW信号を特性評価します。FSWは、理想的なFMCWチャープからチャープレートと偏差を自動的に計算して、レーダーセンサの効率的な最適化を可能にします。



FSWにR&S®FSW-K6 パルス測定オプションを搭載すると、ボタンをタッチするだけでパルスパラメータを測定できます。



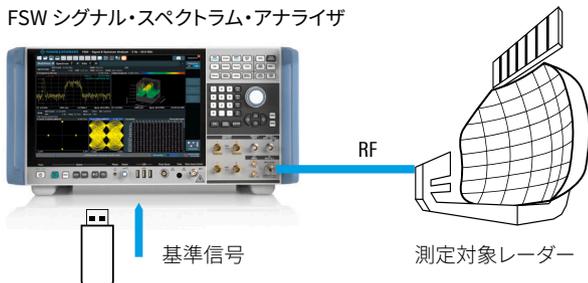
R&S®FSW-K6S オプションにより、チャープパルスのパルス圧縮パラメータと相関振幅ディスプレイが表示されます。

R&S®FSW-K60H トランジェントホップ測定オプションを備える R&S®FSW-K60は、周波数ホッピング無線などで発生する高速チャンネルスイッチング特性を持つ信号を解析できる便利なツールです。結果には、持続時間／ホップ、スイッチング時間、周波数、偏差が含まれます。

R&S®FSW-K60P トランジェント位相雑音拡張は、測定結果の個々のチャープまたはホップに位相雑音測定値を追加します。

R&S®FSW-K6/-K6S 測定オプションによるパルス圧縮測定のセットアップ

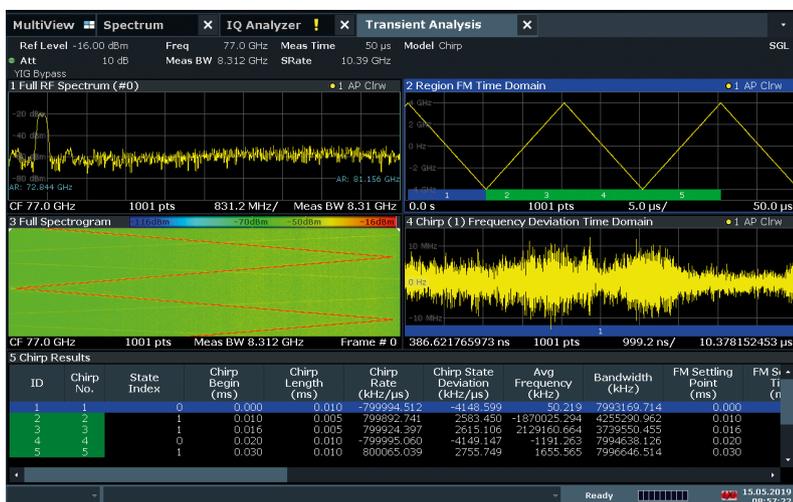
FSW シグナル・スペクトラム・アナライザ



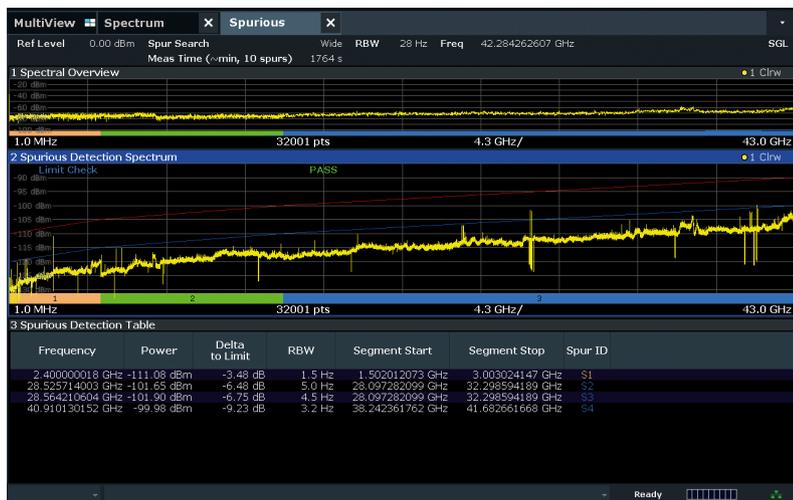
このアナライザは、すべてのパルス、チャープ、およびホップパラメータの傾向を示し、統計解析を実行します。トレンド解析により、電源電圧（または50 Hzや400 Hzなどの周波数）の影響をすばやく特定し、周波数ホッピングパターンとパルス繰り返し間隔の変化を迅速に検証できます。

スプリアスエミッションの高速で信頼性の高い検出

低レベルのスプリアスエミッションを測定するには、通常、分解能帯域幅を狭くするため、測定時間が長くなります。R&S®FSW-K50 スプリアス測定オプションによってスプリアスサーチが自動化され、スペクトラム・アナライザの標準的なスプリアスサーチ測定より高速に実行されます。周波数レンジと所望のスプリアス検出レベルを入力するだけの操作です。アプリケーションによって、各周波数での測定に最適な分解能帯域幅 (RBW) が計算されます。R&S®FSW-K50 スプリアスサーチ・オプションは、-120 dBm以下の測定では、従来のスプリアスサーチ法よりもはるかに高速です。



R&S®FSW-K60C オプションと8.3 GHz 解析帯域幅によるFMCW信号の解析



スプリアス測定の結果画面

衛星RFテストに最適

衛星通信は、民間と政府の両方のシステムで、放送、無線通信、リモートセンシングのさまざまなユーザー要件を満たす必要があります。ローデ・シュワルツは、衛星ペイロード、ペイロードサブシステムおよびコンポーネントの設計、開発およびテスト向けに、高速で信頼性の高い高性能測定ソリューションを提供しています。

マルチキャリア群遅延測定

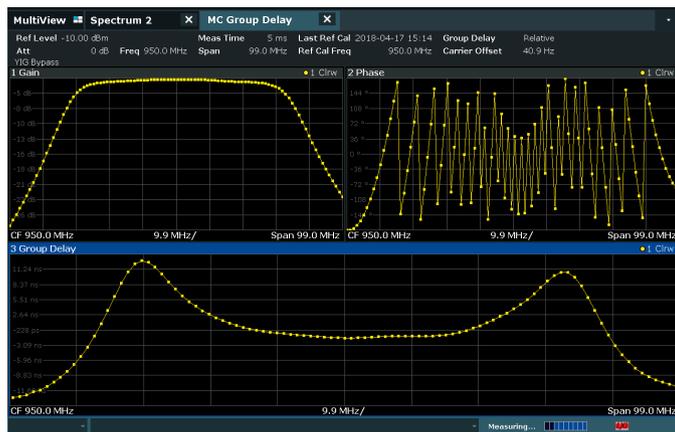
FSW スペクトラム・アナライザとR&S®SMW200A 信号発生器は、R&S®FSW-K17 オプションと組み合わせて使用することで、衛星トランスポンダー、周波数コンバーター、およびその他のコンポーネントの絶対/相対群遅延 (GD) 測定をミリ秒単位で行うために使用できます。R&S®FSW-K17は、周波数コンバーターの相対GD測定で1 nsの測定精度、非周波数変換測定で300 psの測定精度を実現します。

これは、軌道上テスト中に発生する信号劣化を処理できるように設計されており、マルチキャリア基準信号により非常に低いノイズフロアを実現しています。周波数変換測定には、基準ミキサやゴールデンデバイスは不要です。

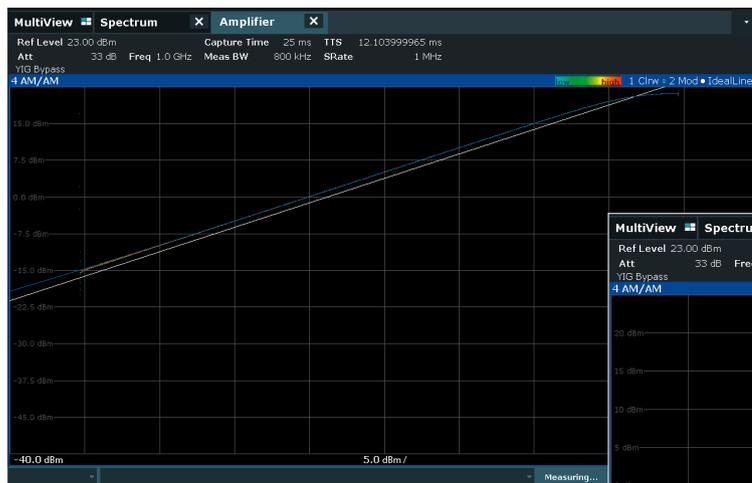
R&S®FSW-K17Sオプションは、R&S®FSW-K17の拡張です。測定の全体的な信号対雑音 (S/N) 比と速度を向上させるための広帯域信号解析を、信号全体のサブスパンを解析する方法でサポートします。

このオプションを使用すると、信号全体のごく一部をR&S®SMW200Aで順次出力し、FSWで解析することができます。

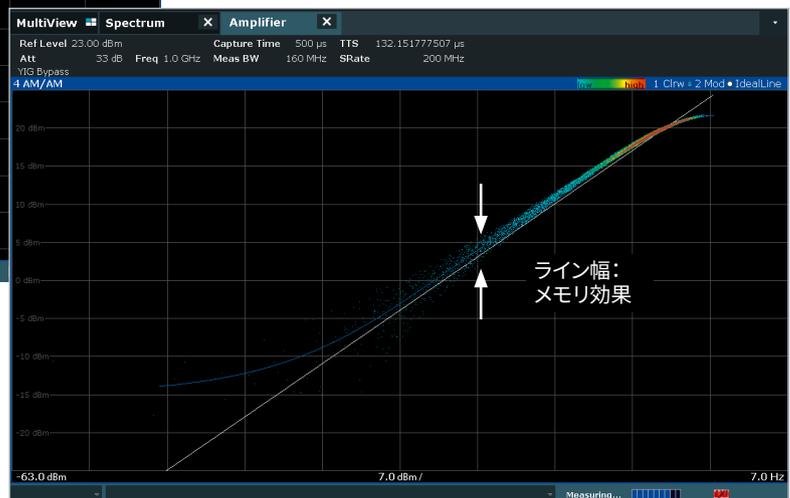
バンドパスフィルターの相対群遅延測定



衛星用途では、測定の再現性と精度がきわめて重要です。これらのアプリケーションでは、ダイナミックレンジが広いことがクリティカルです。これは、高利得 (約120 dB)、高ノイズレベル、高相互変調の環境で衛星のシステムレベルをテストする場合に特に重要になります。ダイナミックレンジを改善する1つの方法は、より狭帯域の入力信号を使用することです。



増幅器の利得伝達曲線測定 (AM/AM)。上の曲線では、線形出力ランプを伴うCW信号が入力信号として使用されています。予想されたように、AM/AM曲線は1本の線になります。右側の曲線は、R&S®SMW200Aから発生するデジタル変調信号を使用して測定されました。AM/AMは、雲状の曲線になっています。ライン幅は、増幅器のメモリ効果に起因します。



アンプ測定

R&S®SMW200A、R&S®SMM100AまたはR&S®SMBV100B ベクトル信号発生器とR&S®FSW-K18 オプション搭載のFSW シグナル・スペクトラム・アナライザの組み合わせは、衛星トランスポンダー、パワーアンプ、コンバーターなどの2ポートデバイスの特性評価に適しています。R&S®FSW-K18は、CW出力掃引またはデジタル変調入力信号のいずれかを使用して、DUTを実環境下で目的の用途と同じ変調、帯域幅およびクレストファクターの信号でテストしたときにどのように動作するかを判定します。代表的測定には、利得圧縮、AM/AM、AM/PM、歪み、ACLRがあります。R&S®FSW-K18D オプションは、反復アプローチに基づいてDUTを線形化するデジタルプリディストーションを直接提供します。これは、特定のDPDアルゴリズムに限定されることなく、EVMとACLRを最小限に抑えます。そのため、線形化の条件下でPAを比較する際の理想的なツールです。さらに、R&S®FSW-K18M オプションではあらゆる基準信号に適用できるアルゴリズムを使用します。R&S®FSW-K18F オプションは、DUTの周波数応答を測定し、振幅、位相、および群遅延対周波数を表示します。

ノイズパワー比(NPR)

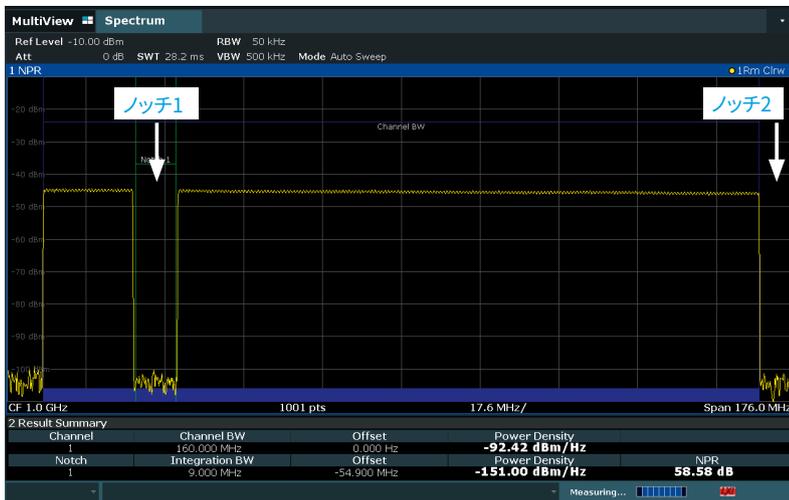
R&S®FSW-K19 オプションを装備したFSWは、最大25ノッチにわたるNPRを非常に簡単に測定することができます。

DVB-S2X変調解析

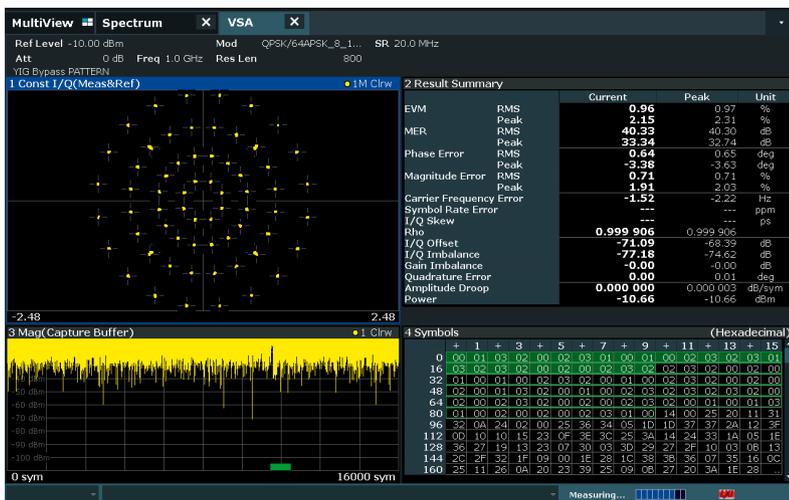
R&S®FSW-K70M マルチキャリア変調解析アプリケーション (R&S®FSW-K70 オプションが必要) により、DVB-S2X信号を解析できます。R&S®FSW-K70Mは、フレームの開始を検出して、信号のヘッダーとペイロードの両方を復調し、コンスタレーションダイアグラムと関連変調解析パラメータを表示します。

非コード化ビット・エラー・レート(BER)

R&S®FSW-K70Pは、R&S®FSW-K70 ベクトル信号解析の拡張版で、最大PRBS23までのPRBSデータで生のビット・エラー・レートを測定できます。さらに、R&S®FSW-K70は、ユーザー定義のビットシーケンスに基づくBERの測定機能を備えています。



R&S®FSW-K19 オプションによるノイズパワー比測定



DVB-S2X信号では、フレームのペイロードセクションとヘッダーセクションで、変調方式が異なります。R&S®FSW-K70M およびR&S®FSW-K70 オプションを使用して、さまざまなタイプの変調を解析できます。上のスクリーンショットは、ペイロードに64APSK、パイロットチャンネルにQPSKを使用したDVB-S2X信号を示しています。

リアルタイムスペクトラム解析オプションで、見逃しやすい事象も捕捉可能

FSWは、高性能のR&S®FSW-K161R、R&S®FSW-B512RおよびR&S®FSW-B800R リアルタイムオプションを搭載しており、RFスペクトラムをシームレスにリアルタイムで表示します。レベル制御された信号検出にかかる時間は0.5 μ s未満です (R&S®FSW-B800R)。

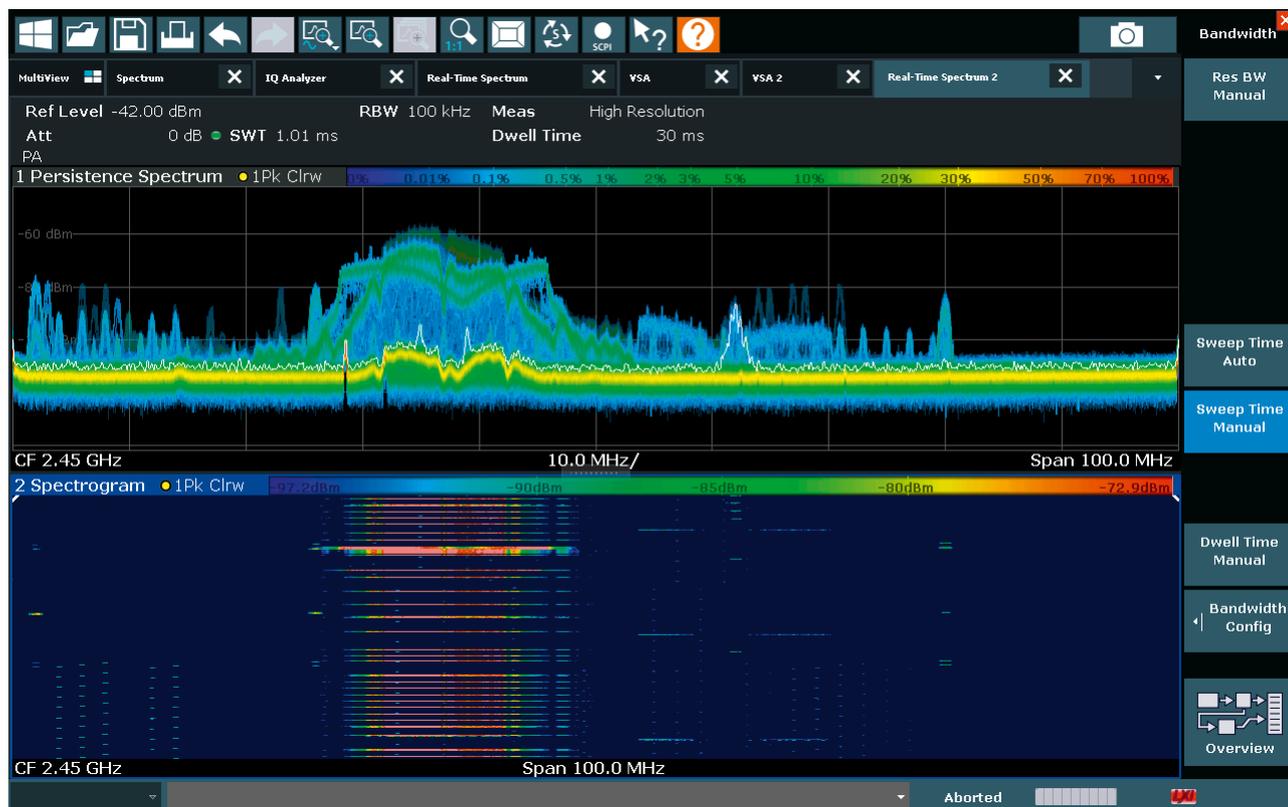
フル機能のシグナル・スペクトラム・アナライザ

R&S®FSW-K161R/R&S®FSW-B512R/R&S®FSW-B800R オプションを使用すると、FSWはリアルタイム・アナライザを内蔵したフル機能のシグナル・スペクトラム・アナライザになります。レベル制御された信号検出にかかる時間が $>15 \mu$ sでも十分な場合は、キーコードを使用してR&S®FSW-K512REおよびR&S®FSW-K800REのファームウェアオプションをオンにすることができます (必要な帯域幅オプションがインストールされている場合)。

これにより、FSWは幅広い用途の測定タスクを実行できるようになります。航空宇宙／防衛 (A&D) 部門のエンジニアは主に、周波数アジャイル・レーダー信号のシームレスな解析と不要なスプリアスエミッションの検出、または戦術的な周波数アジャイル通信システムの検証に焦点を合わせます。

さらに、規制当局も、周波数バンドをシームレスに監視し、不要な信号や無許可の信号を確実に検出する必要があります。

2.4 GHzでのISMバンドのリアルタイムスペクトラム



非常に短い信号または周波数アジャイル信号の検出

FSW リアルタイムオプションを使用すると、ナノ秒範囲の非常に短い散発的な干渉信号を、強力なキャリアに近接している場合でも高い確度で検出できます (最大800 MHzの帯域幅)。

検出は、瞬時スペクトラムとリアルタイムスペクトログラムによってサポートされます。また、持続モードでは、信号振幅が発生頻度に応じて異なる色で表示されるリアルタイムスペクトラムを提供します (持続スペクトラム)。

シームレスなスペクトラム表示により、例えば、同一の周波数バンド内で複数の規格 (例: WLANとBluetooth®) が運用されている場合は、それらの信号の衝突を防ぐために既存の周波数ホッピングアルゴリズムを解析したり、代替りの周波数ホッピングアルゴリズムを作成したりできます。

後続のより詳細な解析のためのスペクトラムの保存

FSWは、周波数依存マスクを使用して、通常のスペクトラム・アナライザでは検出できない非常に短い過渡イベントでトリガすることもできます。タイムドメインのスペクトラムまたはI/Qデータを保存すれば、後でより詳細な解析を行うことが可能です。

例えば、干渉源や、基地局のデータスループットを妨げている原因を特定できます。この方法を使用すれば、デジタル回路から発生する干渉や、シンセサイザの周波数スイッチング時に発生する干渉も簡単に検出可能です。

正確なレベル測定を行い、FFTウィンドウの端での信号喪失を緩和したり、時間分解能を向上したりするために、FSWは160 MHzの解析帯域幅でタイムドメインの最大67%のスペクトラムオーバーラップ測定を実行できます (R&S®FSW-K161R)。最大FFTレートはおよそ240万スペクトラム/秒であるため、800 MHzの解析帯域幅で16%をオーバーラップすることができます。

リアルタイム解析の重要パラメータ					
	R&S®FSW -K161R ¹⁾	R&S®FSW -B512R	R&S®FSW -K512RE ²⁾	R&S®FSW -B800R	R&S®FSW -K800RE ³⁾
FFT長	1024~16000	1024~32000	1024~32000	512~32000	512~32000
最大リアルタイム帯域幅	160 MHz	512 MHz	512 MHz	800 MHz	800 MHz
最大ストリーミング帯域幅	160 MHz	512 MHz	512 MHz	1000 MHz	1000 MHz
復調帯域幅	320 MHz	512 MHz	512 MHz	2 GHz	2 GHz
最大FFTレート (FFT/s)	585938	1171875	71022	2343750	71022
POI	1.87 µs	0.91 µs	>15 µs	0.46 µs	>15 µs
スパン/RBW比の ユーザー設定可能な分 解能帯域幅 (RBW)	6.35~3200	6.25~6400	51.2~6400	6.25~6400	80~6400

¹⁾ R&S®FSW-B160/-B320 (帯域幅アップグレード) 使用時のみ。

²⁾ R&S®FSW-B512 (帯域幅アップグレード) 使用時のみ。

³⁾ R&S®FSW-B1200/-B2001 (帯域幅アップグレード) 使用時のみ。

強力なベクトル信号解析アプリケーション

R&S®FSW-K70 ベクトル信号解析オプションにより、デジタル変調シングルキャリアをビットレベルまで解析できます。シンプルな操作コンセプトは、解析が広範に及ぶにもかかわらず、測定を容易にします。

MSKから複雑な4096QAMまで対応した柔軟な変調解析機能

- ▶ 変調方式
 - 2FSK、4FSK~64FSK
 - MSK、GMSK、DMSK
 - BPSK、 $\pi/2$ -BPSK、 $\pi/2$ -DBPSK、QPSK、Offset QPSK、DQPSK、 $\pi/4$ -DQPSK、 $3\pi/4$ -QPSK、8PSK、D8PSK、 $3\pi/8$ -8PSK、 $\pi/8$ -D8PSK
 - 16QAM、32QAM、64QAM、128QAM、256QAM、512QAM、1024QAM、2048QAM、4096QAM
 - 16APSK (DVB-S2)、32APSK (DVB-S2)、2ASK、4ASK
 - $\pi/4$ -16QAM (EDGE)、 $-\pi/4$ -32QAM (EDGE)、SOQPSK
- ▶ 解析の長さ: 最長128,000シンボル
- ▶ 信号解析帯域幅: 28 MHz (オプションで 40/80/160/320/512 MHz および 1.2/2/4/6.4/8.3 GHz)

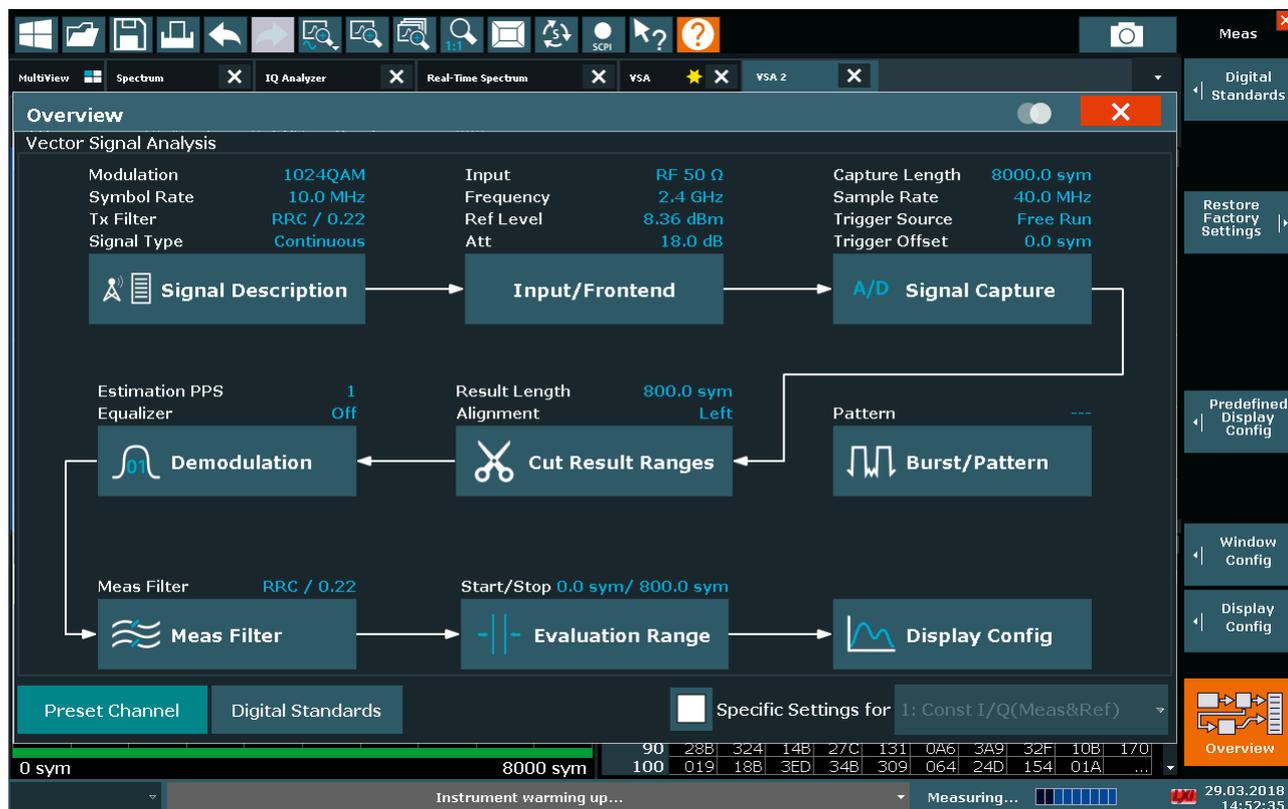
さまざまな規格のデフォルト設定

- ▶ ユーザー定義可能なコンスタレーションおよびマッピング
- ▶ GSM、GSM/EDGE
- ▶ 3GPP WCDMA、EUTRA/LTE、CDMA2000
- ▶ TETRA、APCO25
- ▶ Bluetooth®、ZigBee
- ▶ DECT、DVB-S2(X)、DOCSIS 3.0

GUIにより簡単操作

復調や関連設定が可視化されているため、操作に不慣れなユーザーであっても簡単に操作することができます。タッチスクリーンとブロック図を組み合わせることで、操作のしやすさと読み取りやすさが向上しています。R&S®FSW-K70 オプションにより、解析する信号の概要 (変調方法、バースト信号もしくは連続信号、シンボルレート、送信フィルタリングなど) に基づいて、有効な設定を自動的に検出できます。

わかりやすい構造のブロック図

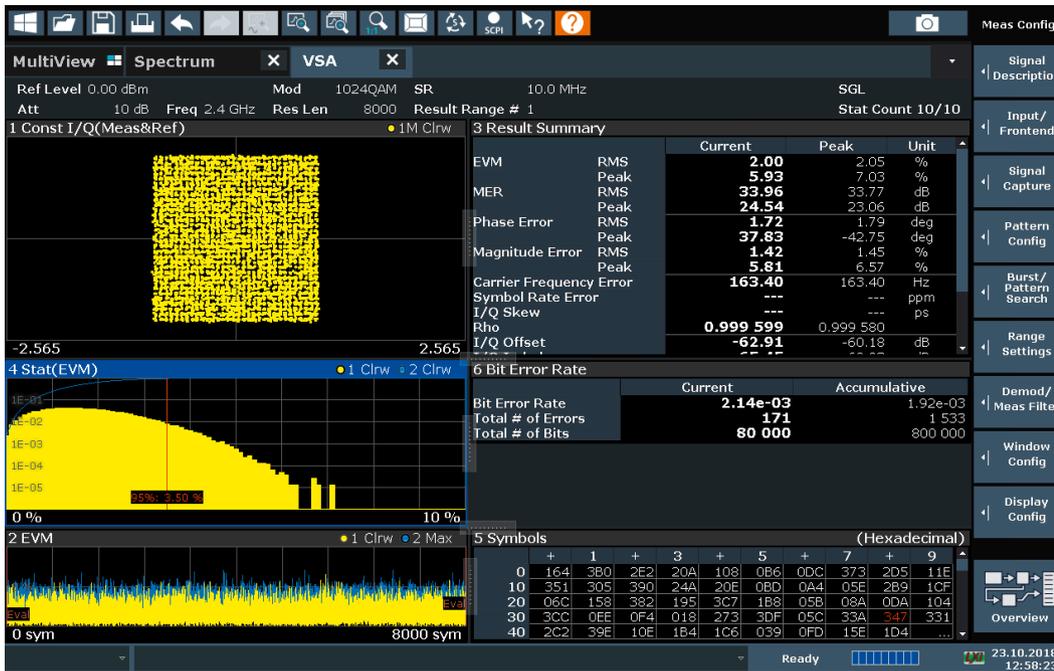


詳細な信号解析のためのツールによって、問題を迅速に解決

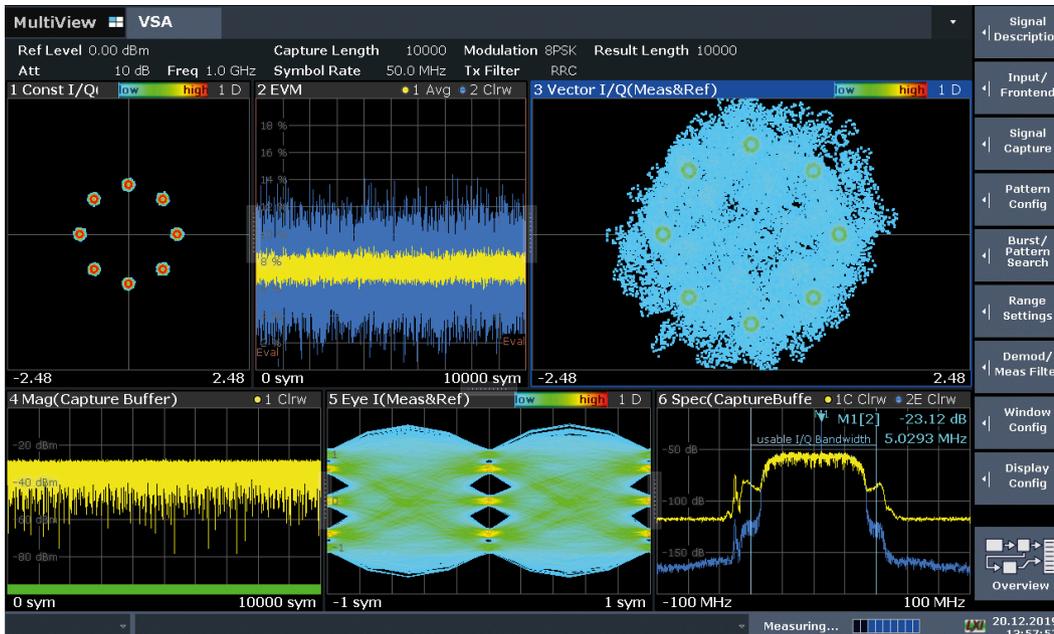
- ▶ 振幅、周波数、位相の表示オプション
 - I/Q、アイダイアグラム - 振幅、位相、周波数エラー
 - コンスタレーションまたはベクトルダイアグラム
- ▶ RF信号またはアナログ/デジタルベースバンド信号の解析
- ▶ 統計解析
 - ヒストグラム
 - 標準偏差および95 %ポイントサマリ

- ▶ 誤ったフィルタリングやスプリアスエミッションの発見に効果的なスペクトラム解析
- ▶ 多くのシグナル・アナライザにはない柔軟なバーストサーチ機能により、複雑な信号の組み合わせ、短いバースト、信号の混合の解析が可能
- ▶ イコライザの利用による、フィルター設計の最適化にかかる時間の短縮

1024QAM変調信号の解析: コンスタレーションダイアグラム、結果テーブル、シンボルテーブル、EVM分配



密度モードによるEG干渉源の特定



カスタムOFDM信号解析アプリケーション

R&S®FSW-K96 OFDM信号解析オプションを使用すれば、カスタムOFDM信号を容易に解析できます。

R&S®FSW-K96オプションでは、既知のFFTサイズと巡回プレフィックス (CP) を使用して、カスタムOFDMおよび DFT-s-OFDM (SC-FDMA) 信号を復調し、解析することができます。CP またはプリアンブルシーケンスを使用することにより、同期を実行することができます。

構成ファイルウィザードおよびインポート

構成ファイルウィザードが搭載されているので、パイロット、データリソースおよび変調を記述する構成ファイルを数分で作成できます。ウィザードによって信号構造が可視化されるため、信号内のシンボルとキャリアの両方の位置を簡単に選択できます。また、パイロットやデータ変調方式の割り当てをコンスタレーションポイントに基づいて選択することもできます。

さらに、R&S®FSW-K96オプションでは、R&S®SMW-K114 OFDM信号発生オプションによって作成された信号を、ジェネレーター上で自動的に作成された構成ファイルを使用して全面的に解析することができます。

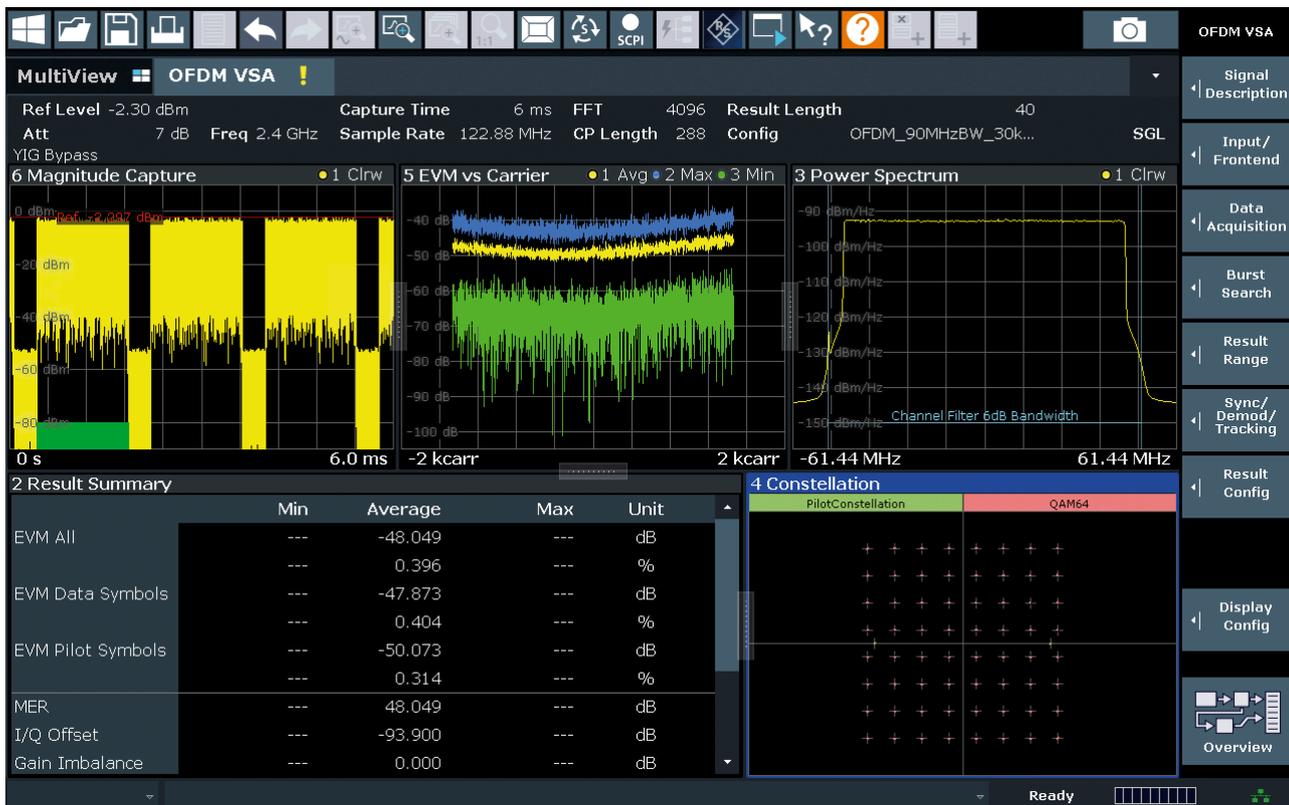
柔軟性が高く、規格に依存しない

複雑なOFDMベースの通信規格もR&S®FSW-K96を使用して解析できますが、アプリケーションの真の性能は、設定パラメータや測定パラメータの自由度の高さにあります。

ユーザー定義可能なOFDMパラメータを以下に示します。

- ▶ サンプリングレート、FFTサイズ、捕捉時間、結果長
- ▶ 巡回プレフィックス長: 1つの信号構成あたり2種類の巡回プレフィックス長をサポート
- ▶ プリアンブル構造
- ▶ パイロット搬送波とデータ搬送波
- ▶ パイロットサンプルごとの固定コンスタレーションポイント
- ▶ データ搬送波用のさまざまな変調方式
- ▶ シンボルIDとビットストリーム結果
- ▶ バースト認識
- ▶ 位相/タイミング/レベルトラッキングを使用したチャネル予測/イコライゼーション
- ▶ 巡回遅延シフト
- ▶ FFTシフト
- ▶ トランスフォームプリコーディング

100 MHz帯域幅のカスタムOFDM信号の解析



正常性／使用率モニタリングサービス (HUMS)

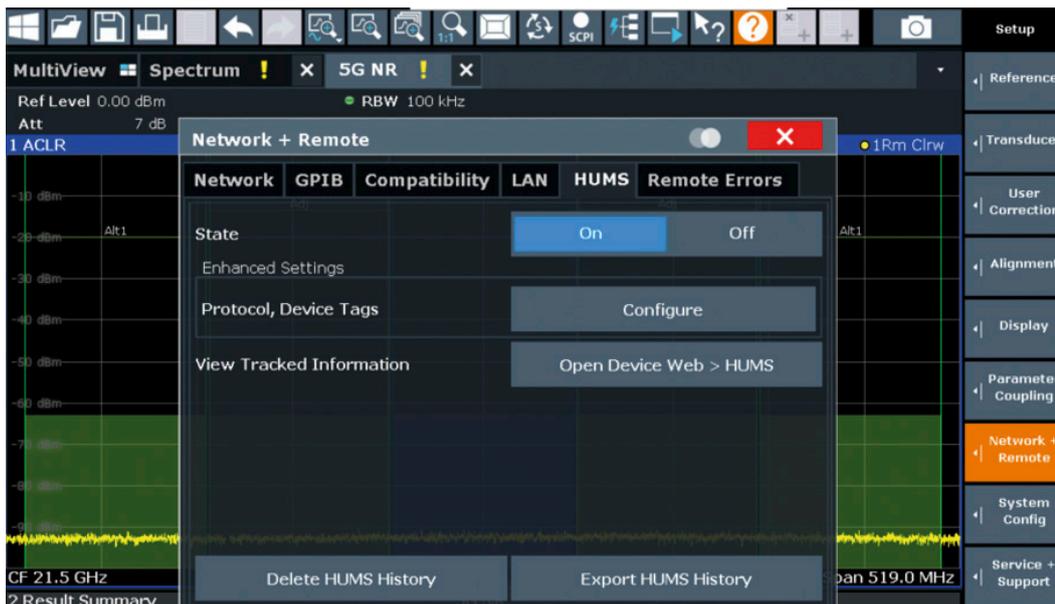
使用率を向上させ、ダウンタイムを回避し、コストを削減します。

今日では、ますます多くのテストおよび測定機器をローカルネットワークに接続するようになりました。この機器のモニタリングは、機器の全体的な使用率を向上させ、ダウンタイムを防いでコストを最適化するために必要です。

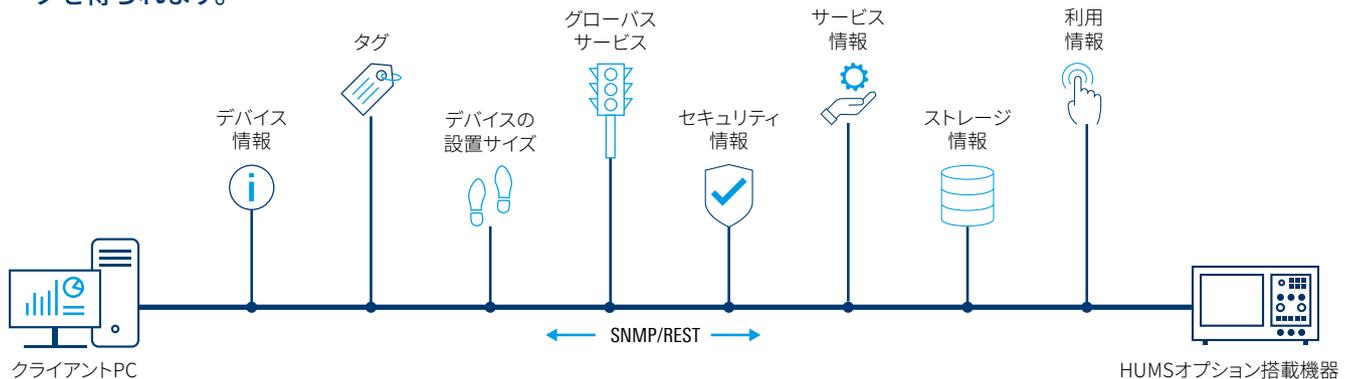
FSWでは、オプションのR&S®FSW-K980 HUMS ソフトウェア・オプションが提供されており、測定器の使用率、ステータス、正常性を容易にモニタリングできます。

このソフトウェアは、デバイスのオペレーティングシステム上でバックグラウンドで動作し、オペレーティングシステム (OS) およびデバイスファームウェアと対話します。HUMSは、SNMPまたはRESTインタフェース経由でアクセスでき、正常性ステータスと使用率に関するすべての必要な情報を継続的に提供します。

R&S®FSW-K980 HUMSオプションの構成



R&S®FSW-K980 HUMSオプションでは、SNMPまたはRESTインタフェース経由で使用率と正常性データを得られます。



各種測定アプリケーション

汎用測定アプリケーション

測定アプリケーション	測定パラメータ	測定機能
R&S®FSW-K6 パルス測定	<p>パルスパラメータ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ タイミング: パルス幅、パルス繰り返し間隔、デューティーサイクル、立ち上がり/立ち下がり時間、セトリング時間、タイムスタンプ、オフタイム ▶ 周波数: キャリア信号周波数、パルス間周波数差、チャープレート、周波数偏差、周波数エラー ▶ パワー: ピークパワー、平均パワー、ピーク対平均パワー、パルス間パワー ▶ 位相: キャリア位相、パルス間位相差、位相偏差、位相エラー ▶ 振幅: ドループ、リップル、オーバーシュート幅、トップ/ベースパワー、パワー平均、平均伝送パワー、最小/ピークパワー、ピーク対平均/ピーク対最小パワー比、パルス間パワー比 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ポイントインパルス測定: 周波数、振幅、パルス対位相、すべてのパラメータのトレンドおよびヒストグラム ▶ パルス統計: 標準偏差、平均、最大、最小 ▶ パルステーブル ▶ ユーザー定義測定パラメータ ▶ セグメント・データ捕捉 ▶ タイムサイドローブ解析 (R&S®FSW-K6S オプションが必要)
R&S®FSW-K6S タイムサイドローブ	<p>タイムサイドローブ: ピーク対サイドローブレベル、統合サイドローブレベル、メインローブ3 dB幅、サイドローブ遅延、圧縮比、メインローブパワー/位相/周波数、ピーク相関</p>	
R&S®FSW-K7 AM/FM/PM変調 シングルキャリアの 変調解析	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 変調度 (AM) ▶ 周波数偏差 (FM) ▶ 位相偏差 (ϕM) ▶ 変調周波数 ▶ THDおよびSINAD ▶ キャリアパワー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ AFスペクトラム ▶ RFスペクトラム ▶ AF範囲表示 ▶ AFフィルター (ローパスおよびハイパス) ▶ 重み付けフィルター (CCITT) ▶ スケルチ
R&S®FSW-K15 VOR/ILS測定	<p>VOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 方位 (VOR位相) ▶ 30 Hz/9960 Hz AM変調度 ▶ 30 Hz FM偏移 (サブキャリア) ▶ 30 Hz/9960 Hz AM/30 Hz FM: 周波数、K2、K3、THD ▶ 識別子: 変調度、周波数、コード <p>ILS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ DDM、SDM ▶ 90 Hz/150 Hz AM変調度 ▶ 90 Hz/150 Hz AM: 周波数、K2、K3、THD、位相 ▶ 識別子: 変調度、周波数、コード 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 航行受信機の校正用基準測定 ▶ ILS/VOR地上局の生産試験測定 ▶ ランプテストの測定および校正
R&S®FSW-K17 マルチキャリア群遅延測定 R&S®FSW-K17S 群遅延のサブスパン測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 群遅延 (絶対および相対) ▶ 振幅 ▶ 位相 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ コンポーネントおよび周波数コンバーターの測定のための校正 (校正データの保存と読み込み) ▶ 構成可能なマルチキャリアシナリオ
R&S®FSW-K18 アンプ測定 R&S®FSW-K18D ダイレクトDPD測定 R&S®FSW-K18F 周波数応答測定 R&S®FSW-K18M メモリ多項式DPD	<ul style="list-style-type: none"> ▶ AM/AM、AM/PM、EVM ▶ AM/PM曲線およびAM/AM曲線の幅 ▶ RF信号、アンプ電流および電圧の同期測定 ▶ エンベロープトラッキングを行うアンプの電力付加効率 (PAE) ▶ 振幅、位相、および群遅延対周波数 ▶ 多項式の係数 (R&S®FSW-K18) ▶ メモリ多項式の係数 (R&S®FSW-K18M) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 一般的なアンプ測定 ▶ 多項式に基づくデジタルプリディストーション (R&S®FSW-K18) ▶ ダイレクト・デジタル・プリディストーション (R&S®FSW-K18D) ▶ メモリ多項式のプリディストーション (R&S®FSW-K18M) ▶ R&S®SMW200A ベクトル信号発生器の制御および同期 ▶ 2ポートデバイスの動的動作の特性評価

測定アプリケーション	測定パラメータ	測定機能
R&S®FSW-K19 ノイズパワー比測定	ノイズパワー比	ノイズパワー比は、衛星システム内のRFトランスポンダーとコンポーネントの相互変調およびノイズフロアを測定します
R&S®FSW-K30 Yファクタ法に基づく雑音指数およびゲイン測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 雑音指数 ▶ 雑音温度 ▶ ゲイン ▶ Yファクタ 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ アナライザノイズ補正 (第2段階補正) ▶ 周波数変換DUTの測定 ▶ 周波数変換測定におけるLOとしてのジェネレーターの制御 ▶ SSBおよびDSB
R&S®FSW-K40 位相雑音測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ SSB位相雑音 ▶ 残留FMおよび残留φM ▶ ジッタ 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ オフセット範囲: 1 Hz~10 GHz ▶ 分解能帯域幅の選択およびオフセット範囲ごとの平均の数 ▶ 残留FMの定義可能な評価範囲 ▶ 信号トラッキング ▶ スプリアスエミッションのオプションの抑制
R&S®FSW-K50 スプリアス測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 定義済みしきい値に違反する真のスプリアスエミッションのリスト ▶ 2つ目のしきい値をハードリミットとして定義可能。このしきい値に違反するスプリアスエミッションは赤色で表示 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 定義済みS/N比に一致する最適化された分解能帯域幅でのスプリアスエミッションの検出 ▶ テストパラメータの最適な構成により標準測定の3倍以上の速度 ▶ S/N比をさらに改善するためのスポット検索 ▶ スプリアスエミッションのターゲット検索 ▶ 内部スプリアスエミッションの抑制
R&S®FSW-K54 商用規格および軍規格に適合したEMC診断およびプリコンプライアンス測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 妨害電圧 ▶ 妨害パワー ▶ 妨害放射 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ CISPR 16-1-1およびMIL-STD/DO160、に適合した検波器および分解能帯域幅 ▶ 最大16の独立した測定マーカー。各種EMIディテクターおよび測定時間にリンク可能 ▶ 典型的な測定タスクのリミットラインおよび補正係数 ▶ 周波数軸でのリニアスケールとログスケールの選択 ▶ 信号識別のマーカー復調 (AM/FM)
R&S®FSW-K544 周波数応答補正	Touchstoneファイル形式のSnPファイル	測定セットアップの周波数応答 (振幅および位相) を補正
R&S®FSW-K60 トランジェント測定アプリケーション R&S®FSW-K60C トランジェントチャープ測定 R&S®FSW-K60H トランジェントホップ測定 R&S®FSW-K60P トランジェント位相雑音測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 周波数ホッピング信号: 持続時間、セトリング時間、切り替え時間、周波数偏差、パワー、位相偏差、パワーリップル ▶ チャープ信号: 周波数偏差、チャープ開始、チャープ長、チャープレート、チャープ状態偏差、位相偏差、パワー、パワーリップル 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スペクトログラムおよびスペクトログラムの一部、テーブル表示、周波数、周波数エラー、時間対位相および振幅、FFTスペクトラム ▶ スペクトログラム、スペクトラム、およびタイム・ドメイン・トレース表示でサポートされるタッチ操作を使用して解析領域を選択するためのパン機能およびズーム機能 ▶ 位相雑音 ▶ 周波数/位相偏差スペクトログラム ▶ すべてのパラメータのトレンドおよびヒストグラム ▶ ホップ/チャープ統計: 標準偏差、平均、最大、最小 ▶ ユーザー定義測定パラメータ

各種測定アプリケーション

測定アプリケーション	測定パラメータ	測定機能
R&S®FSW-K70 ベクトル信号解析 R&S®FSW-K70M マルチ変調解析 R&S®FSW-K70P BER PRBS測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ デジタル変調された単一キャリアのビットレベルまでの解析: ▶ EVM ▶ MER ▶ 位相エラー ▶ 振幅エラー ▶ キャリア信号周波数エラー ▶ シンボル・レート・エラー ▶ I/Qスキュー ▶ Rho ▶ I/Qオフセット、I/Q不平衡、直交エラー ▶ 振幅ドループ ▶ パワー ▶ 既知のデータストリームのビット・エラー・レート ▶ PRBSシフトレジスタで作成されたビットストリームのビット・エラー・レート (R&S®FSW-K70P) ▶ 多重変調によるベクトル変調信号の解析、例: DVB-S2(X) (R&S®FSW-K70M) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ アイダイアグラム ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ ベクトル図 ▶ ヒストグラム ▶ Equalizer ▶ マルチ変調方式、例 ▶ 2FSK~64FSK ▶ MSK、GMSK、DMSK ▶ マルチPSK (例: BPSK、QPSK、8PSK、3π/8-8PSKなど) ▶ 16QAM~1024QAM ▶ 16APSK (DVB-S2)、32APSK (DVB-S2)、2ASK、4ASK ▶ ユーザー定義可能コンスタレーション
R&S®FSW-K96 OFDM信号解析	<ul style="list-style-type: none"> ▶ カスタムOFDM信号の解析: ▶ EVM (パイロット、データ、パイロットとデータ) ▶ EVM対キャリア対シンボル ▶ 周波数エラー ▶ サンプリング・クロック・エラー ▶ I/Qオフセット ▶ ゲイン不平衡 ▶ 直交エラー ▶ 時間対パワー ▶ パワースペクトラム ▶ パワー対キャリア対シンボル ▶ チャンネルフラットネス ▶ 群遅延 ▶ インパルス応答 ▶ ビットストリーム 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ CCDF ▶ 位相/タイミング/レベルトラッキングを使用したチャネル予測/補正 ▶ 構成ファイルウィザード ▶ パイロット/データ搬送波および変調方式の自由な設定
R&S®FSW-K575 I/Qノイズキャンセル	アベレージング回数	(本器に起因する雑音寄与ではなく)外部の雑音寄与のみが含まれるように、広帯域レシーバーのノイズを除去し、信号を補正

無線通信システムの測定アプリケーション

測定アプリケーション／技術	パワー	変調精度	スペクトラム測定	その他	特記事項
R&S®FSW-K8 Bluetooth® BR/EDR/ Low Energy測定	出力パワー	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パケット長 ▶ コンスタレーション ▶ 復調波形 ▶ デルタ周波数 ▶ 周波数ドリフト ▶ ICFT 	RFスペクトラム	RFエンベロープ	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パケットタイプの自動検出 ▶ シンボル
R&S®FSW-K10 GSM/EDGE/ EDGE Evolution	キャリアパワーを含む時間軸でのパワー測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ 位相／周波数エラー ▶ 原点オフセット抑圧 ▶ コンスタレーションダイアグラム 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 変調スペクトラム ▶ 過渡電流スペクトラム 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ シングル・バースト、マルチ・バースト ▶ 変調の自動検出
R&S®FSW-K72/-K73 3GPP FDD (WCDMA)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ コードドメイン・パワー ▶ 時間対コードドメイン・パワー ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ ピーク・コードドメイン・エラー ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ 残留コードドメイン・エラー ▶ I/Q不均衡 ▶ ゲイン不平衡 ▶ 中心周波数エラー (チップ・レート・エラー) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 基地局が使用するチャネルのチャンネルテーブル ▶ タイミングオフセット ▶ 時間対パワー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 以下の自動検出 <ul style="list-style-type: none"> - アクティブチャネルと信号情報の復調 - 符号化コード - HSDPA変調のフォーマット ▶ 以下に対応 <ul style="list-style-type: none"> - コンプレスト・モードの信号 - HSPAおよびHSPA+ (HSDPA+/HSUPA+)
R&S®FSW-K76/-K77 TD-SCDMA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ コードドメイン・パワー ▶ 時間対コードドメイン・パワー ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ ピーク・コードドメイン・エラー ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ 残留コードドメイン・エラー ▶ ゲイン不平衡 ▶ 中心周波数エラー (チップ・レート・エラー) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 基地局が使用するチャネルのチャンネルテーブル ▶ タイミングオフセット ▶ 時間対パワー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 以下の自動検出 <ul style="list-style-type: none"> - アクティブチャネルと信号情報の復調 - HSDPA変調のフォーマット ▶ HSPA+対応 (HSDPA+/HSUPA+)
R&S®FSW-K82/-K83 CDMA2000	<ul style="list-style-type: none"> ▶ キャリアパワー ▶ コードドメイン・パワー ▶ 時間対コードドメイン・パワー ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ RHO ▶ EVM ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ 中心周波数エラー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 基地局が使用するチャネルのチャンネルテーブル ▶ タイミングオフセット 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ アクティブチャネルの自動検出と信号情報の自動復調 ▶ 信頼性の高いマルチキャリア信号測定のための優れた復調アルゴリズム
R&S®FSW-K84/-K85 1xEV-DO	<ul style="list-style-type: none"> ▶ キャリアパワー ▶ コードドメイン・パワー ▶ 時間対コードドメイン・パワー ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ RHO_{Pilot} (R&S®FSW-K84) ▶ RHO_{Data} (R&S®FSW-K84) ▶ RHO_{MAC} (R&S®FSW-K84) ▶ $RHO_{Overall}$ ▶ EVM ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ 中心周波数エラー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 基地局が使用するチャネルのチャンネルテーブル ▶ タイミングオフセット 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ アクティブチャネルの自動検出と信号情報の自動復調 ▶ 信頼性の高いマルチキャリア信号測定のための優れた復調アルゴリズム

各種測定アプリケーション

測定アプリケーション／技術	パワー	変調精度	スペクトラム測定	その他	特記事項
R&S®FSW-K91 WLAN IEEE 802.11a/b/g R&S®FSW-K91P WLAN IEEE 802.11p R&S®FSW-K91N WLAN IEEE 802.11n R&S®FSW-K91AC WLAN IEEE 802.11ac R&S®FSW-K91AX WLAN IEEE 802.11ax R&S®FSW-K91BE WLAN IEEE 802.11be	▶ 時間対パワー ▶ バーストパワー ▶ クレストファクター	▶ EVM (パイロット、データ) ▶ キャリア対EVM ▶ シンボル対EVM ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ ゲイン不平衡 ▶ 中心周波数エラー ▶ シンボル・クロック・エラー ▶ 群遅延	▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 ▶ スペクトラムフラットネス	▶ ビットストリーム ▶ 信号フィールド ▶ キャリア対コンスタレーション	▶ 以下の自動検出 - バーストタイプ - MCSインデックス - 帯域幅 - ガードインターバル ▶ バーストからのペイロード長の推定 ▶ WLAN IEEE 802.11be PPDU形式: EHT MU PPDU、EHTトリガベースのPPDU
R&S®FSW-K95 WLAN IEEE 802.11ad	▶ 時間対パワー ▶ PPDUパワー ▶ クレストファクター	▶ EVM (パイロット、データ) ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ ゲイン不平衡 ▶ シンボル・クロック・エラー ▶ 中心周波数エラー ▶ 時間スキュー ▶ シンボル対位相エラー ▶ シンボル対位相トラッキング	▶ スペクトラムマスク ▶ パワースペクトラム ▶ チャネル周波数応答	▶ ヘッダー情報 ▶ ビットストリーム (符号化済みおよび復号済み)	以下の自動検出 ▶ PPDUタイプ ▶ MCSインデックス
R&S®FSW-K97 WLAN IEEE 802.11ay SC (R&S®FSW-K95への追加の結果と機能)	S/N比	シンボル対EVM		▶ ビット・エラー・レート・ヘッダー ▶ ビット・エラー・レート・ペイロード	▶ チャネルボンディング1~4 (解析帯域幅により制限) ▶ 以下の自動検出 - ガードインターバル - PPDUの長さ ▶ チャネルアグリゲーション
R&S®FSW-K100/-K101/-K104/-K105 EUTRA/LTE TDD およびFDD ULおよびDL	▶ 時間軸／周波数軸でのパワー測定 ▶ CCDF	▶ EVM ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ ゲイン不平衡 ▶ 直交エラー ▶ 中心周波数エラー (シンボル・クロック・エラー)	▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 ▶ スペクトラムフラットネス	▶ ビットストリーム ▶ アロケーション・サマリ・リスト ▶ アベレージング	変調方式、CP長、セルIDの自動検出
R&S®FSW-K102 EUTRA/LTE-AdvancedおよびMIMO DL		各MIMOパスのR&S®FSW-K100/-K104 変調精度測定を参照	マルチキャリアACLR/SEM	▶ CSI基準信号 ▶ 時間調整誤差	▶ R&S®FSW-K100/-K104のMIMO時間調整 ▶ 帯域間キャリアアグリゲーション時間調整 ▶ MBSFN設定 ▶ バンド内NB-IoTを除く
R&S®FSW-K103 EUTRA/LTE-Advanced UL			▶ FDD/TDDのマルチキャリアACLR ▶ 隣接してアグリゲーションされたコンポーネントキャリアのSEM		

測定アプリケーション／技術	パワー	変調精度	スペクトラム測定	その他	特記事項
R&S®FSW-K106 NB-IoT DL測定	時間軸／周波数軸でのパワー測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ 周波数エラー ▶ サンプリングエラー 	スペクトラムフラットネス、ACLR、SEM	アロケーション・サマリ・リスト	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スタンドアロン動作、ガードバンド動作、およびインバンド動作 ▶ セルIDの自動検出
R&S®FSW-K118 Verizon 5GTFダウンリンク	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 時間対パワー ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ EVM xPDSCCH ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ ゲイン不平衡 ▶ 中心周波数エラー 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ アロケーションサマリ ▶ マルチキャリアフィルター 	セルIDの自動検出
R&S®FSW-K119 Verizon 5GTFアップリンク	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 時間対パワー ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ EVM xPUSCH ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ ゲイン不平衡 ▶ 中心周波数エラー 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ アロケーションサマリ ▶ マルチキャリアフィルター 	
R&S®FSW-K144 5G NR Rel. 15ダウンリンク R&S®FSW-K145 5G NR Rel. 15アップリンク R&S®FSW-K147 5G NRでの ACLR/SEM/EVMの結合 R&S®FSW-K147C 5G NRマルチCC ACLR/ SEM/EVM複合測定 R&S®FSW-K148 アップリンク／ダウンリンク用5G NR Rel. 16拡張 R&S®FSW-K171 アップリンク／ダウンリンク用5G NR Rel. 17拡張 R&S®FSW-K175 O-RAN測定用拡張	時間対パワー	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ EVM xPDSCCH ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ I/Q不均衡 ▶ ゲイン不平衡 ▶ 中心周波数エラー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ACLR ▶ SEMI 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ アロケーションサマリ ▶ 基地局が使用するチャネルのチャネルテーブル 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ セルIDの自動検出 ▶ 複数の帯域幅部分のサポート

各種測定アプリケーション

測定アプリケーション／技術	パワー	変調精度	スペクトラム測定	その他	特記事項
R&S®FSW-K149 高レートなパルス繰り返し周波数の超高帯域測定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ PPDUパワー ▶ SHRパワー ▶ 時間対パワー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 中心周波数オフセット ▶ チップ・クロック・エラー ▶ チップとシンボルの時間ジッタ ▶ ノーマライズした相互相関 ▶ パルス (マスク/単調増加的な立ち上がり) ▶ NRMSE (SHR、PHR、PSDU、STS) ▶ パルスレベル (PHR、PSDU、STS) ▶ マーカー (レンジ切り替え) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パケットスペクトラム ▶ PSDマスク 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ チップの時間と位相のジッタヒストグラム ▶ シンボルの時間と位相のジッタヒストグラム ▶ パケット解析 (コードインデックス、デルタ長、データレート、データ長、レンジ切り替えビット、SECDEC、A0A1、ペイロード (SCPI経由)) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ プリアンブル情報の自動検出 ▶ すべてのUWBチャネルと帯域幅のサポート
R&S®FSW-K201 OneWeb逆方向リンク測定アプリケーション	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 時間軸/周波数軸でのパワー測定 ▶ CCDF 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVM ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ I/Qオフセット ▶ ゲイン不平衡 ▶ 直交エラー ▶ 中心周波数エラー (シンボル・クロック・エラー) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ スペクトラムマスク ▶ ACLR ▶ パワー測定 ▶ スペクトラムフラットネス 		変調方式およびCP長の自動検出

有線通信システムの測定アプリケーション

測定アプリケーション／技術	パワー	変調精度	スペクトラム測定	その他	特記事項
R&S®FSW-K192 DOCSIS 3.1 ダウンストリーム	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パワー ▶ 時間対パワー ▶ シンボル×キャリア対パワー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ キャリア対MER ▶ シンボル対MER ▶ シンボル×キャリア対MER ▶ MER (パイロット、データ) ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ 中心周波数エラー ▶ シンボル・クロック・エラー ▶ 群遅延 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パワー測定 ▶ スペクトラムフラットネス 	デコード： <ul style="list-style-type: none"> ▶ LDPC BER ▶ LDPC CWER ▶ Trigger to frame 	以下の自動検出 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 巡回プレフィックス ▶ ロールオフ ▶ PLC開始インデックス ▶ 連続パイロット ▶ NCP ▶ プロファイルA ▶ N_{FFT}
R&S®FSW-K193 DOCSIS 3.1 アップストリーム	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パワー ▶ 時間対パワー ▶ シンボル×キャリア対パワー 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ キャリア対MER ▶ シンボル対MER ▶ シンボル×キャリア対MER ▶ MER (パイロット、データ) ▶ コンスタレーションダイアグラム ▶ 中心周波数エラー ▶ シンボル・クロック・エラー ▶ 群遅延 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ パワースペクトラム ▶ キャリア対パワー (同期ACP) ▶ スペクトラムフラットネス 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ フレーム・オブジェクトの個別の結果 ▶ Trigger to frame 	以下の自動検出 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 巡回プレフィックス ▶ ロールオフ

主な仕様

主な仕様		
周波数		
周波数レンジ	R&S®FSW8	2 Hz～8 GHz
	R&S®FSW13	2 Hz～13.6 GHz
	R&S®FSW26	2 Hz～26.5 GHz
	R&S®FSW43	2 Hz～43.5 GHz
	R&S®FSW50	2 Hz～50 GHz
	R&S®FSW67	2 Hz～67 GHz
	R&S®FSW85	2 Hz～85 GHz、 R&S®FSW-B90G オプション搭載時は最大90 GHz、 YIGプリセレクター=オフ
エージング・レート		1×10^{-7} /年
	R&S®FSW-B4 オプションを使用	3×10^{-8} /年
帯域幅		
分解能帯域幅	標準フィルター	1 Hz～10 MHz、 R&S®FSW-B8Eオプションにより、20 MHzおよび 40 MHzを追加（輸出ライセンスは不要）、 R&S®FSW-B8オプションにより、20 MHz、 40 MHz、50 MHzおよび80 MHzを追加 （R&S®FSW43/50/67/85モデルについては、輸出ラ イセンスが必要）
	RRCフィルター	18 kHz (NADC)、24.3 kHz (TETRA)、 3.84 MHz (3GPP)
	チャンネルフィルター	100 Hz～5 MHz
	ビデオフィルター	1 Hz～10 MHz
I/Q復調帯域幅		28 MHz
	R&S®FSW-B40 オプションを使用	40 MHz
	R&S®FSW-B80 オプションを使用	80 MHz
	R&S®FSW-B160 オプションを使用	160 MHz
	R&S®FSW-B320 オプションを使用	320 MHz
	R&S®FSW-B512 オプションを使用	512 MHz
	R&S®FSW-B1200 オプションを使用	1.2 GHz ¹⁾
	R&S®FSW-B2001 オプションを使用	2 GHz ¹⁾
	R&S®FSW-B2000 オプションを使用	2 GHz ²⁾
	R&S®FSW-B4001 オプションを使用	4.4 GHz ³⁾
	R&S®FSW-B5000 オプションを使用	5 GHz ⁴⁾
	R&S®FSW-B6001 オプションを使用	6.4 GHz ⁵⁾
	R&S®FSW-B8001 オプションを使用	8.3 GHz ⁵⁾
位相雑音	オフセット:10 kHz	
	500 MHzキャリア	-141 dBc (1 Hz) (代表値)
	1 GHzキャリア	-140 dBc (1 Hz) (代表値)
	10 GHzキャリア	-133 dBc (1 Hz) (代表値)
表示平均雑音レベル (DANL)	2 GHz	-156 dBm (1 Hz) (代表値)
	R&S®FSW-B13 オプションを使用	-159 dBm (1 Hz) (代表値)
DANL、プリアンプ オン (R&S®FSW-B24 オプション)	2 GHz	-169 dBm (1 Hz) (代表値)
相互変調		
3次インターセプト (TOI)	$f < 1$ GHz	+30 dBm (代表値)
	$f < 3$ GHz	+25 dBm (代表値)
	19 GHz～26.5 GHz	+23 dBm (代表値)
総合測定不確かさ	8 GHz	<0.37 dB

¹⁾ R&S®FSW8およびR&S®FSW13では使用できません。

²⁾ 5.5 GHzを超える周波数に対して2 GHzの復調帯域幅。R&S®RTO2044 オンロスコープが必要です。R&S®FSW8およびR&S®FSW13では使用できません。

³⁾ R&S®FSW43、R&S®FSW50、R&S®FSW67およびR&S®FSW85で使用可能です。

⁴⁾ R&S®FSW43およびR&S®FSW85で使用可能です。9.5 GHzを超える周波数に対して5 GHzの復調帯域幅。R&S®RTO2064 オンロスコープが必要です。

⁵⁾ R&S®FSW43、R&S®FSW50、R&S®FSW67およびR&S®FSW85で使用可能です。

ローデ・シュワルツのサービス

安心してお任せください!

	サービスプラン	オンデマンド
校正	最長5年間 ¹⁾	校正の都度支払い
保証と修理	最長5年間 ¹⁾	標準価格修理

¹⁾ 期間延長をご希望の場合は、ローデ・シュワルツ営業所までお問い合わせください。

測定器の管理が容易に!

R&S®InstrumentManagerを使用すると、
測定器の登録と管理を容易に行うことができます。
校正スケジュールの管理やサービスの予約が簡単
にできます。

当社のサービス
ポートフォリオの
詳細については
、こちらをご



お近くのローデ・シュワルツの専門スタッフが、お客様に最適なソリューションの選択をお手伝いします。
詳細について、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。www.sales.rohde-schwarz.com

詳細な仕様とオーダー情報については、FSW仕様 (PD 5215.6749.22) を参照してください。

Bluetooth®のワードマークとロゴはBluetooth SIG, Incが所有しており、ローデ・シュワルツは、ライセンスに基づいてこれらを使用しています。
Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標です。

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90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



R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

PD 5215.6749.16 | Version 16.01 | 9月 2024 (jr)

FSW シグナル・スペクトラム・アナライザ

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。

あらかじめご了承ください。

© 2018 - 2024 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany