

NEWS

217/17



ROHDE & SCHWARZ

エントリークラス

トップ機器を備え、高品質のデータを
提供する低コストの電子計測機器



自動車関連

ウルトラワイドバンドテクノロジーを使用するRKEロックシステム用の電子計測ソリューション

汎用測定器

高速シグナルインテグリティおよびDCレール測定用のオシロスコープロープ

セキュア通信

セキュアなITソリューションが警察当局のモバイルデバイスとワークステーションPCを保護



NEWSアプリケーション

iPad、アンドロイド・タブレット、およびアマゾンkindleといったデバイスに使用されるR&S®Newsアプリケーションは、それぞれのプロバイダのアプリケーション・ストアから無料でダウンロードすることができます。アプリケーションの言語は、内部で英語、ドイツ語、フランス語、またはスペイン語へ設定することができます。

最新文書の印刷版の他に、最近の3年間に刊行されたすべての記事へ秒単位で、しかもトピック毎に分類された状態でアクセスすることが可能です。コンテンツは多数のビデオを含みます。グラフィカル・サインは、アプリケーションを最後にオープンしてからどの新しい記事が表示されたかをマークし、新しい機能の選択的ガイドを提供します。

R&S NEWS またはローデ・シュワルツというキーワードを使って、個々のアプリケーション・ストアに用意されているアプリケーションを見つけることができます。

NEWS

発行元：
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Muhldorfstrasse 15-81671 Munchen
www.rohde-schwarz.com

地域別連絡先

- ヨーロッパ、アフリカ、中東 | +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- 北米 | 1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- 中南米 | +1 410 910 79 88
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- アジア太平洋 | +65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- 中国 | +86 800 810 82 28/+86 400 650 58 96
customersupport.china@rohde-schwarz.com

編集者へのメール宛先: newsmagazine@rohde-schwarz.com

編集長: Volker Bach, Rohde & Schwarz

編集およびレイアウト: Redaktion Drexl & Knobloch GmbH (ドイツ)

英訳: Dept. 5MS2

写真撮影: Rohde & Schwarz

印刷国: ドイツ

ボリューム: 57

発行部数 (ドイツ語版、英語版、フランス語版、スペイン語版、日本語版):

約60,000 部

発行回数: 年に約3回

ISSN 0028-9108

最寄りのローデ・シュワルツ販売店を通して無料で提供します。

出典が記載される場合には抜粋の転載も許可されます。

コピーをローデ・シュワルツ (ミュンヘン) までお送り下さい。

PD 3606.9662.72

R&S®はRohde & Schwarz GmbH & Co. KGの登録商標です。商標名は所有者のトレードマークです。CDMA2000®はTelecommunications Industry Association (TIAUSA) の登録商標です。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。他のすべての商標はそれらの個々の所有者の財産です。

表紙について

一見すると、伝統と革新は相反する言葉のように聞こえるかもしれませんが、自然とテクノロジー、時間と空間のような不釣り合いに見える他の多くの組み合わせと同様に、よくよく検討してみるとこの言葉も完璧な調和の中に存在しています。ローデ・シュワルツがその好例です。弊社は80年以上にわたって最先端テクノロジーの進歩的生産業者であり続けています。しかしながら、弊社は常にその文化的資産を尊重し、その根源を認識しています。これは均衡を維持する必要があったわけではなく、極めて自然に行われました。技術的な課題に恐れることなく取り組み、市場に温かく迎えられるソリューションでそれを克服することは、企業のDNAに深く染み込んでいます。今回、自らに課した課題は若干例外的なものであり、決して簡単ではありませんでした。執行委員会が開発者に要求したのは、「ローデ・シュワルツは、低コストのソリューションも開発できることを市場に示せ」というシンプルなものでした。結局のところ、研究室で日常的に行われる多くの測定タスクは、比較的シンプルな計測器で間に合うのです。しかしながら、顧客にアピールするには、計測器は狭い価格帯の中に収まらなければなりません。要件は他にも2つありました。従来と同様に、技術的品質は基準を定めるものでなければならず、計測器は弊社自身の工場で利益が出るように製造する必要があります。弊社の工場は、競合他社の工場のように賃金の低い国にあるのではなく、ドイツとチェコ共和国にあります。案ずるより生むが易しです。この号では、その成果に三度も感心することになります。エントリ・クラスの電子計測機器でローデ・シュワルツの地位を確立することを目的としたValue Instrumentsの新世代は、オシロスコープ、スペクトラム・アナライザ、および電源から始まります。販売チャネルについても大幅な見直しが行なわれ、世界中の多くの販売代理店が、新しい計測器をポートフォリオに追加しました。もちろん、これらは製造業者から直接入手することもできます。低価格であること以外に、これらのモデルを際立たせている特長については、46ページ以降の記事を参照してください。



概要

NEWS

217/17

自動車関連

テスト・システム

キー・テクノロジー – キーレス・ロック・システム用テストソリューション..... 8

信号生成および解析

R&S®SMBV100Aベクトル信号発生器
ERA-Glonassモジュールの自動GNSS性能試験 12

EMC/電界強度

ソフトウェア

R&S®ELEKTRA EMIテストソフトウェア
電磁波障害 (EMI) 測定用の使いやすいソフトウェア 15

無線技術

テスト

R&S®CMW500ワイドバンド無線機
テスト
コネクテッド・カー、IoTデバイス、モバイル機器に対するセキュリティ・テスト・ベンチ 18

テクノロジー

無線LAN 802.11axによるマルチユーザー環境での通信の高速化 24

R&S®FSWシグナル・スペクトラム・アナライザ

最大1.2 GHzの解析帯域幅による5G用広帯域増幅器測定 30

汎用測定器

オシロスコープ

R&S®RT-ZMプローブシステム
9 GHzまで測定可能なモジュラー・プローブ・システム 32

R&S®RT-ZPR20プローブ
正確なパワーインテグリティ測定のための低ノイズプローブ 39

R&S®RTx-B6任意波形/パターン・ジェネレーター・プラグイン
R&S®RTO/R&S®RTEオシロスコープ用ジェネレーター・プラグイン 43



新しい802.11ax無線LAN規格を支えるテクノロジーと、空港などで増え続けるユーザーをネットワークによって処理する際の有効性について説明します (24ページ)。



新しいプローブによって、R&S®RTOおよびR&S®RTEオシロスコープの測定機能を拡張できます (32ページと39ページ)。



Value Instruments

プログラム拡張 46

R&S®RTB2000オシロスコープ



Power of Ten 48

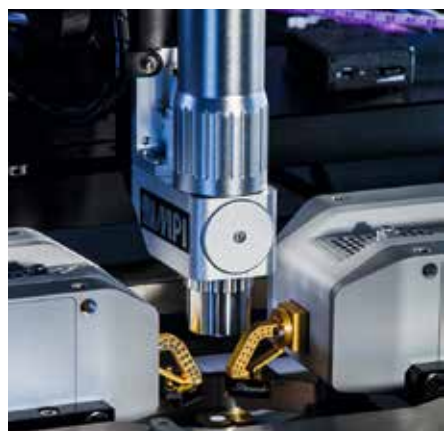
R&S®FPC1000スペクトラム・アナライザ

エントリ・クラスの
期待を超えるパフォーマンス 52

R&S®NGE100電源

日常使いの電源:
堅牢、高性能、手頃な価格設定 56

MPIプローバーとR&S®ZVAネットワーク・アナライザを使用し、300 GHzでオンウエハー測定を実行できます (58ページ)。



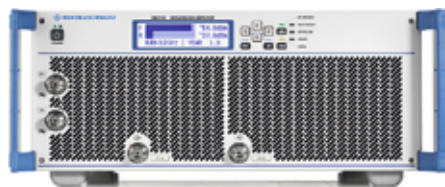
ネットワーク解析

R&S®ZVAネットワーク・アナライザ、MPIプローバー

ミリ波コンポーネントの
オンウエハー特性評価用
オールインワン・ソリューション 58

信号生成および解析

R&S®BBA130広帯域アンプ



広帯域アンプのカメレオン 61

R&S®FSWシグナル・スペクトラム・アナライザ

かつてない速さで微小レベルの
スプリアスエミッション測定 64



有料TVプロバイダーであるスカイ・ドイチェランドでは、ローデ・シュワルツのUHD伝送用テクノロジーを採用しています (66ページ)。

放送およびメディア

スタジオテクノロジー

スカイ・ドイチェランド社の
サッカー中継映像がさらに鮮明に 66

信号生成および解析

R&S®SMW200Aベクトル信号発生器
DVB-S2/DVB-S2Xコンポーネントの
物理層テスト 68

サイバーセキュリティ

BizzTrust/ブラウザー・イン・ザ・ボックス

安全を守る – 警察向けハイテクIT 70

その他

発行人 2

NEWSコンパクト 6

ニュース 73



コストパフォーマンスに優れたフィールド用のケーブル & アンテナ・アナライザ

都市部で注意を払っていると、次の基地局または他の種類のセルラ機器の頻繁な更新を見かけます。これらの機器を多数使用する設置業者と運用業者は、インフラのサービス費用を抑えるために、設置および保守に使用する効率的でコストパフォーマンスの高いツールを探しています。新たに登場したR&S®Cable Rider ZPHIは、これらの電子計測の要件をすべて満たします。R&S®Cable Riderは、サービス技術者がアンテナ・システムの機能をチェックするために必要なすべてのテスト機能を提供する1ポート・アナライザです。リターン・ロスおよびVSWRを測定すると不具合のある接続およびケーブルが特定され、障害位置測定によって不具合の場所が示されます。ケーブル・

ロス測定およびオプションのパワー測定では、アンテナで十分な伝送パワーを使用できるかどうかを評価します。これらの測定をできるだけ速く、簡単に行えるようにするため、実際の作業条件が検討されました。例えば、アナライザはわずか15秒で起動し、最大9時間稼働します。測定ウィザードによってテスト・シーケンスが自動化され、ヒューマン・エラーが排除されます。結果はピンチイン/アウト操作に対応した非常に使いやすい静電容量式タッチスクリーンに表示されます。その他の特長としては、クラス最高の測定速度、動作温度範囲全体での出荷時校正、およびキーコードを用いたオプションのアップグレードなどが挙げられます。



最大30 Wの新世代パワー・メータ

ローデ・シュワルツは、USB動作の新しいR&S®NRP18S-xxハイパワー 3パス・ダイオード・パワー・センサによってパワー・センサのラインアップの拡充を続けています。最大18 GHzのR&S®NRP18Sをベースに開発されたこれらのモデルにはフランジ付きアッテネータが搭載され、最大2 W、15 W、および30 WのCW信号と変調信号についてパワーの平均値を直接測定できます。業界トップクラスの測定速度、精度、感度、およびビデオ帯域幅は現行モデルでも非常に優れていましたが、新しいセンサではさらに改善されています。例えば、連続平均モードでは1秒あたり最大

10,000回のトリガ測定を行うことができます。その他に、バースト平均、トレース、タイムスロット、および時間ゲートの各試験モードを利用でき、ほとんどの信号波形に対して適切な動作モードを提供します。例えば、バースト平均モードでは、センサが自動的にバーストの開始と終了を検出し、この期間内のみ測定します。R&S®NRPシリーズのすべてのセンサと同様に、新しいハイパワー・モデルも極めて使いやすく、PC、R&S®NRP2のディスプレイおよび制御ユニット、または各種のテスト機器で直接操作することができます。



通信衛星に対する地上と軌道上の両方のテスト・ソリューション

地球の周回軌道上には約1700のアクティブな衛星があり、約半数が商用の通信衛星で、その数は増え続けています。宇宙では修理することができないので、打ち上げ後の費用のかかる不測の事態をなくし、動作性能目標を確実に達成するために、開発と構築の時間は長くなり、投資額は膨大になり、構築の各段階で、特に通信ペイロードについて綿密な試験が実施されます。試験は、通信システム全体に対してだけでなく、個別のコンポーネントおよびサブシステムに対しても実施されます。個別試験と統合試験の両方を、ラボ内と実際の使用条件（振動試験および真空試験）で行い、最終的には構築完了後に打ち上げロケットに搭載しま

す。軌道上と通常の動作を開始する前の両方において機能と性能を証明する必要がありますが、これらは適切な測定を行うことでも可能です。ローデ・シュワルツは、通信衛星を試験するための一連のモデル・ソリューションを開発しました。例えば、独自の測定の1つが軌道上の衛星の群遅延と位相リニアリティーの測定です。www.rohde-schwarz.comで検索語句1MA223を使用すると打ち上げ前の測定について、検索語句1MA263を使用すると軌道上の衛星の測定についてのアプリケーション・ノートを検索できます。



単一のカードでSDIおよびVideo over IPに対応するビデオ・ボード

R&S®Prios SDIは、独自のデジタル・ビデオ製品またはデジタル映画製品を開発・販売し、適切なインタフェース・ボードを必要とするOEM顧客向けのPCIeビデオ・カードです。このカードには、最大8つの独立HDチャンネルまたは2つの4K/UHDチャンネル（それぞれ最大1080p60または4K/UHDp60）で同時に記録および再生する動作モードがあります。必要なSDIインタフェースは、それぞれ2ポートを搭載したSFP+ プラグイン・モジュールによって提供されます。これらのプラグイン・モジュールを4つ収容することができます。R&S®Prios SDIが将来のVideo-over-IP規格をサポートできるように、ケージに10Gイーサネット・ネットワーク・モジュールを搭載することもできます。SDIとIPを組み合わせることで、単一のインタ

フェース・ボードだけを使用して、従来のビデオ技術と最先端のIP技術を結び付けたアプリケーションが可能になります。例えば、複数のSDIカメラをボードに直接接続できます。ボードは優れたパフォーマンスを備えているため、特にライブ・アプリケーションに適しています。この場合、信号はネットワークを経由して集中型の記録装置またはリモート編集室に送信できます。SMPTE 2022に沿ったVideo over IPのサポートが2017年の第2四半期に計画されています。また、追加プロトコルも計画されています。ドキュメントおよびサンプル・プログラムとともにWindows/Linuxのドライバとライブラリが含まれたR&S®Prios SDI製品統合用SDKを利用できます。



R&S®PRISMONはクラウドに放送モニタリングを提供します

放送局およびストリーミング・プロバイダは、視聴者に提供する信号の品質を常に監視する必要があります。ビデオ品質が低下したり、音声の欠落のような大きな問題が発生したりした場合は、ただちに特定して修正する必要があります。これは放送およびメディアのためのすべての従来型信号規格をデコードするA/Vモニタリング・システムによって管理されます。このシステムは、複数の番組を同時に処理し、品質情報とともに表示することができます。最近までこれらのシステムは特殊なハードウェアを用いた専用機器として設計されていましたが、他の多くの分野と同様に、現在のトレンドはソフトウェアのみのソリューションに向かっています。この展開の背後にある大きな要因は、IPベースのメディア伝送プロトコルの分野におけ

る急速な発展です。ソフトウェアの実装は製品がこのトレンドに対応するための最も経済的な方法です。新しいR&S®PRISMONシリーズは、ユーザに次の選択肢を提供します。ハードウェア・プラットフォームを必要とするユーザは、パワーおよびインタフェースの校正に基づいて、いくつかのレベルのCOTSサーバを選択することができます。R&S®PRISMONソフトウェアは放送固有のトランスポート・ストリームには依存せず、IPカプセル化されたデータを処理するため、クラウド・サーバにインストールすることもできます。解析パケットは、プレイアウト・センタでのモニタリング、DVB伝送ルート、OTT/ストリーミング・サービスなど、さまざまなアプリケーションに利用できます。



5Gアンテナのためのテスト・システム

将来の5G無線規格は、広い周波数スペクトラムをカバーするために、いくつかの技術、アプリケーション、およびユーザ機器を1つに統合します。ミリ波レンジの周波数では、広い帯域幅を必要とする高性能アプリケーションが検討されています。同時に、RFおよびより低いマイクロ波レンジで動作する既存のWAN/WLAN/WPAN/IoTテクノロジーも5Gの規格にシームレスに組み込む必要があります。その結果、無線コンポーネントで使用するアンテナのテスト要件は広く変化します。新しいR&S®ATS1000アンテナ・テスト・システムはこれに対応するために設計されました。ピーム

フォーミング、ニアフィールド/ファールフィールド測定、基地局アンテナ、5Gユーザ機器、IoTウェアラブルのいずれにおいても、開発、製造、型式試験のすべての段階で、R&S®ATS1000は700 MHz ~ 90 GHzのあらゆるOTAアンテナ・テスト・タスクに対応するように構成できます。パッシブ（振幅と位相）およびアクティブ（TRP、EIRP、TIS、EIS、EVM）の測定をすばやく正確に実行できます。筐体の寸法（例：1.4 m×1.8 m×1.0 m [W×H×D]）および内部の付属品は変更できます。R&S®AMS32ソフトウェア・アプリケーションは、システム制御を行い、読み取り値を処理します。

キー・ テクノロジー

ここ数年、リモート・キーレス・エントリーは、大衆向けの乗用車でも標準機能となっています。新しいモデルでは、近くにキーがあるだけで車を始動できるロックシステムを備えたものが増え、キーはドライバーのポケットに入れたままにできます。また、このような無線システムに利用されているテクノロジーも変化しています。増加しているのが、ウルトラワイドバンド（UWB）の使用です。製造メーカーが使用しているテクノロジーに関わらず、1つの新しいテストシステムですべてに対応できます。

もはや、自動車は、ボディ、インテリア、シャーシ、エンジン、トランスミッションで構成される乗り物と言えるような技術的に単純な装置ではありません。そのような時代は終わりました。電気自動車革命が起こりつつあるという事実は別として、快適性と安全性を実現するために、電気／電子部品が自動車のあらゆる部分に使用されています。自動運転という業界のビジョンが現実になるには、車両がその限界を超えて、「見る」手段を学習しなければなりません。これは、高度なテクノロジーで開発されたセンサと、他の車両や歩行者またはインフラを含む自動車の周辺環境との安定した無線通信によって達成されます。このようなテクノロジーによって、自動車は、次のカーブや交差点で何が起こっているのかを常に認識して、先を見越して対応することができます。その結果、交通の安全性が大幅に向上します。

しかし、このシナリオには、データセキュリティという課題があります。無線ネットワークに接続された自動車は、ハッカーに潜在的なゲートウェイを提供するからです。2015年に行われた有名な「ジープハッキング」のようなハッキング実験により、このような危険が単なる空想のものではないことが証明されました。ジープ・グランドチェロキーの携帯無線アクセスのセキュリティ対策が不十分だったために、外部からハンドル操作やブレーキ操作といった基本的な運転機能に介入できたのです。Wi-FiやBluetooth®などの短距離無線サービスでは、別の経路を攻撃者に対して開放してしまいます。こうした攻撃には通常はアクティブなインフォテインメントシステムを備えた「アラート」カー

が必要ですが、別の無線インターフェースはイグニッションのスイッチがオフのときに待ち受け状態で待機しています。キーレス・エントリー・システムは、ドライバーがキーの無線コマンドにトリガをかけるリモート・キーレス・エントリー (RKE) ソリューションとして、または、キーがポケットにあるだけで動作するパッシブエントリー／パッシブスタート (PEPS) システムとして、実現されています。

面白いことに、量産車で初めてRKEが搭載されたのは高級モデルではなく、1982年のルノー・フエゴでした。1990年代の初頭になってようやく、この技術は他のメーカーの車両にも採用されました。最初のRKEモデルでは、5～10 mの短距離無線トランスミッターによって、暗号化されていない開閉コマンドを自動車のレシーバーに送信していました。周波数は、北米では通常315 MHz、欧州およびアジアでは433.92 MHzが使われています。信号が受信されたかは、インジケータのライトまたはクラクションの音によって確認できます。

自動車窃盗犯は、ジャマーを用いて施錠コマンドをブロックして自動車を解錠状態のままにしたり、制御信号を記録して自動車の持ち主がいなくなってからそれをもう一度送信したりします。通常はこのような弱点を長期間、隠したままにしておけないので、システムは暗号で保護します。しかし、最先端のシステムでも侵入を免れることはありません。PEPSシステムでは、自動車とリモートキーの間に2つのトランシーバーからなる無線ブリッジをセットアップすることでクラックすること

図1：代表的なテストシステム構成。
さまざまなカスタマイズが可能です。



が可能です。このために、自動車がだまされて、キーが近くにあると認識してしまうことがあります（中継端末攻撃）。別のケースでは、暗号化が不十分だったり、その実装が脆弱だったりすることが実証されています。

しかし、従来のRKEを苦境に陥れるのは、犯罪行為ではありません。時には、障害の原因が容易に説明できないことがあります。北米では、ショッピングセンターで欠陥のあるRFIDシステムが周辺環境に送信した信号により、駐車車両のRKEがブロックされてしまうケースがありました。このトラブルは、5分程度で解決できるようなものではありませんでした。

UWBによるさまざまな問題の解決

最近まで、数種類の無線テクノロジーが、RKE/PEPSシステムに使用されていました。コンポーネントをウェイクアップさせるビーコン信号としてのLF（例:125 kHz）、暗号化通信用のUHF（例:433 MHz）、キーが車内にあるか車外にあるかを確認するための車両インテリアの磁気コンパスシステム（例: 21 kHz）などがあります。このようなシステムが脆弱であることは実証済みです。トレンドは、単一の無線規格のみを使用するソリューションへと向かっています。このUWB周波数レンジは、3.1 GHz ~ 10.6 GHzで、さまざまなバンド幅が確保されています。

UWBとは、500 MHz以上の帯域幅にわたって非常に短い、低エネルギーのパルス信号を用いて通信を行う方式の総称です。このテクノロジーが選択された主な理由は、時間と帯域幅が逆数の関係にあることです。広い帯域幅により、短時間の信号となるからです。UWBが望ましい理由は他にもあります。1つはパルスの持続時間がnsレンジなので、元の信号に反射が重畳されません。このことから信号が必ず一義

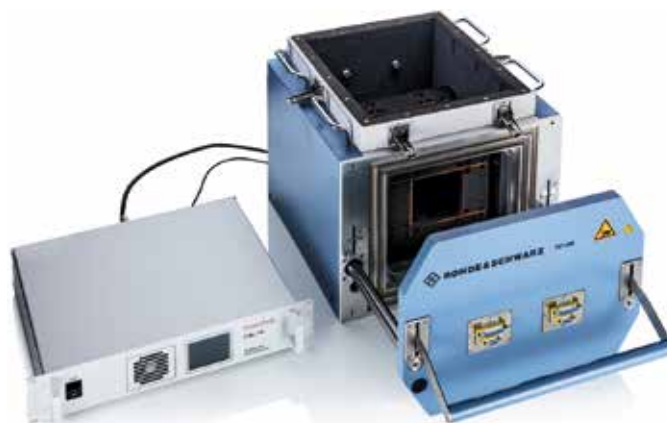


図3：R&S®TS 7124磁界センサ用のテストセットアップを備えたシールドボックス。

的になります。もう1つは、パルス伝搬時間とトランスミッターの距離が正確に求められます。これによって、キーの位置を探すために時間のかかる磁界測定を実行する必要がなくなります。UWB無線テクノロジーが非常に低い送信パワー（ノイズ・フロアよりわずかに高い程度）で動作するという事実により、バッテリー寿命が延び、その他の無線伝送によるジャミングが回避され、有効距離を制限できます。これにより、ハッカーが信号を傍受するのが非常に困難になります。

UWBの利点と同様に明白なことは、具体的な実装に関する規制機関の仕様が非常に厳格であるということです。スペクトラムによる干渉を可能な限り最小にするために、例えば、FCCは帯域幅のスペクトラムパワー密度を -43 dBm/MHz に制限しています（携帯デバイスの送信は最大 $+30 \text{ dBm/MHz}$ ）。その結果、電子計測器は、約1 GHzの帯



図2：4個のDUT用のテストフィクスチャ。
フィクスチャは、最大8個のDUTに対応できます。

RKEテストソリューションのセットアップ図

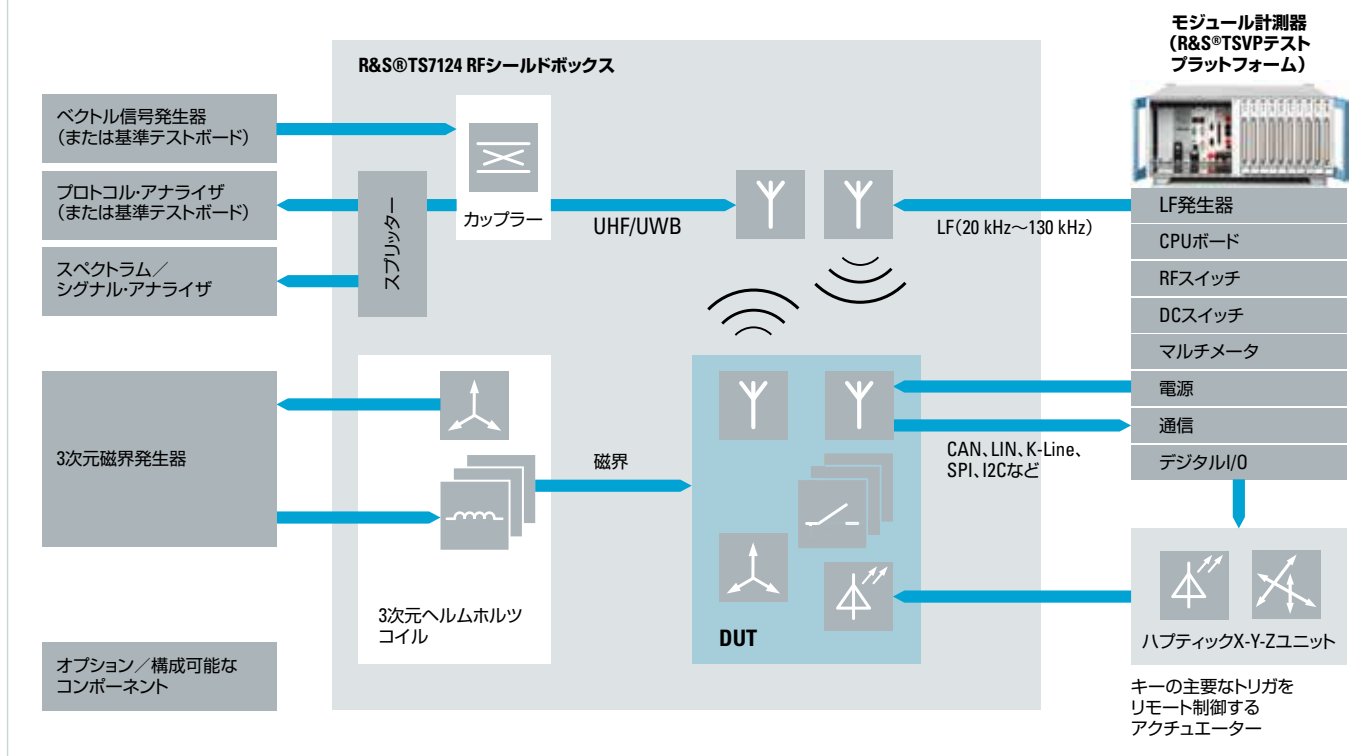


図4：異なるオプションを使用したシステムセットアップ。

域幅の、レベルが-45 dBmよりもはるかに低い信号を高い信頼性で評価できることが求められます。

1つのソリューションですべての一般的なテクノロジーに対応

UWBが将来のRKE/PEPSシステムで使用される最新テクノロジーだとしても、市場には、まだ、さまざまな無線ソリューションを同時に使用している車両モデルが数多くあります。したがって、コンポーネント・テスト・システムには、使用されているすべてのテクノロジーをサポートできる柔軟性が必要です。ローデ・シュワルツは、こうしたニーズに対応するソリューションを開発しました（図1）。

R&S®TS7124シールドボックスは、アプリケーション専用のテストフィクスチャ（図2）およびアンテナシステムに対応するテスト環境として機能します。例えば、磁界センサ（図3、ヘルムホルツコイル）用のテストセットアップと一緒に使用することもできます。シールドボックスは、開発ラボと製造の両方の要件に対応できるように、手動でも空気圧でも開けることができます。

スペクトラム・アナライザによって（例えば、製造用途に最適化されたR&S®FPS）により、周波数ドメインとタイムドメインの送信信号を解析します。この場合、占有帯域幅、チャンネルパワー、隣接チャンネル漏

洩電力が測定の対象です。2つのUWB DUT間の距離測定は、プログラム可能な信号遅延によって実現できます。

システムの技術的な「心臓部」は、R&S®TSVPです。このPXIベースのテストプラットフォームには、制御コンピューター、電源、インタフェース（LIN、CAN、I2C、SPI）、テストモジュール（発生器、アナライザ、マルチメータ、スイッチマトリクスなど）が収容されています。一般的に、DUTのさまざまな動作モードの電流ドレインは、バースト送信と同時に解析されます。

テスト対象は、リモート・キーレス・エントリーまたは関連するオン・ボード・ユニットです。対応するDUTのリモートステーションを、基準テストボード（「ゴールデンデバイス」）としてテストセットアップに統合したり、プロトコル・アナライザやベクトル信号発生器などを使用してシミュレートしたりできます。R&S®Quickstepは、強力で操作しやすいテストシーケンサーで、テストプログラムのデザインやワークフロー制御が可能です。

システムは、お客様の要求に応じて柔軟に構成することができます（図4）。R&S®TSVP PXIシステムを搭載したシールドボックスから、専用の測定器で構成された大規模なラック型ソリューションまで、柔軟な構成が可能です。

Rob Short; Volker Bach

ERA-Glonassモジュールの 自動GNSS性能試験

2017年1月1日以降、ロシアおよびユーラシア関税同盟で新しく登録されるすべての自動車、トラック、バスはERA-Glonass自動緊急通報システムを搭載する必要があります。緊急時、車載モジュールはセルラ・リンクを通して車両の位置データなどの情報を送信します。R&S®SMBV100Aベクトル信号発生器の新しいオプションを使用すると、モジュールに組み込まれたGNSS受信機に対して規格に準拠した全自動試験を行うことができます。

近年、深刻な交通事故の応答時間を大幅に短縮することを目標にして、ロシア連邦と欧州連合の両方で自動緊急通報車載システムを導入する構想が立ち上がりました。緊急時には、システムが最寄りの緊急通報受付センター（PSAP）に自動的に通報します。ユーザが手動で緊急通報することもできます。どちらの場合でも、乗員の数や事故の時間と場所などの情報が含まれる標準化された最小データ・セット（MSD）がシステムによって送信され、PSAPへの音声接続が確立されます。

ロシアのERA-Glonassに加えて、eCallと呼ばれる欧州の同等の緊急通報システムがまもなく利用可能になります。2つのシステムは同じアーキテクチャに基づいており、中核機能が同一で調和されているため、相互運用可能です（図1）。ただし、ERA-Glonassでは、PSAPとのデータ接続または音声接続を確立できない場合に、MSDのSMS伝送などの追加機能が提供されます。

ERA-Glonassモジュールの認証

車載システム（IVS）は、事故の時間と場所を特定するためのGNSS受信機、緊急通報を行うためのアンテナ付きモデム、音声通信のためのマイクロホンとスピーカ、および手動で緊急通報するための押しボタンなど、さまざまなコンポーネントで構成されます。IVSを使用するには、標準化されたさまざまな試験が含まれた認証プロセスを行う必要があります。ERA-Glonassモジュールに該当するテスト仕様は、モスクワの連邦技術規制・計測庁が発行するGOST R規格で策定されています。これらの規格で定められたテストは主に2つのカテゴリに分類されます。以降では、このカテゴリについて、例としてGNSS受信機を使用して議論します。

コンフォーマンス・テスト

これらの機能試験では、PSAPをシミュレートすることでIVSとPSAPの間の無線接続が確立されます。IVSからPSAPに送信される情報がデコードされ解析されます。これらの要件を満たすテスト・ソリューションは既に利用可能です。このソリューションはR&S®CMW500ワ

システム・アーキテクチャ

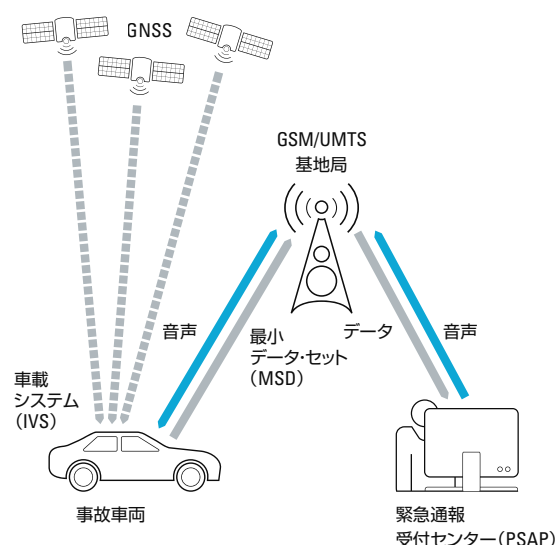


図1：自動緊急通報車載システムのアーキテクチャ。ERA-GlonassとeCallはどちらもこのセットアップに基づいています。

イドバンド無線機テストとR&S®SMBV100Aベクトル信号発生器に基づいており（NEWS 213/15の7ページを参照）、GOST R 55530仕様に沿ったERA-Glonassモジュールの検証および認証を行うことができます。この試験には、MSDに格納されたGNSSベースの車両位置データの評価が含まれます。ただし、当該試験ではMSD内に位置データがあるかどうかを検証するだけです。送信された位置データの確度は別の性能試験で判断します。

性能試験

ERA-Glonassモジュールに組み込まれたGNSS受信機では、GPS信号とGlonass信号の両方を評価して車両の位置が特定されます。専用のGNSS試験とGOST R 55534/33471仕様の関連する合否基準を使用して、送信された位置およびその他のいくつかの性能パラメータの確度が判定されます。送信された位置は、全事例の95 %において実際の位置から15 m以内になければなりません。また、GNSS受信機がオンになってからの初回位置測定時間は60秒を超えてはなりません。試験では、一時的な信号喪失の後（例えば、トンネルを通過した後）にGNSS受信機が有効な位置データを提供するまでの時間や、衛星信号が微弱になる困難な受信条件（木の葉で信号が遮られるなど）で、受信機が位置データを提供する能力も測定されます。

電子計測の要件

規定された試験を実施するには適切なGNSSシミュレーション環境が必要です。現実世界での試験は実施するのが困難で、時間と費用がかかり、再現するのがほとんど不可能であるため、現実的な選択肢ではありません。試験を再現するのが困難なのは、航行衛星が絶えず動いていて、同じ条件で2回続けて試験を実施することができないためです。加えて、すべての衛星の信号強度を等しくするなど特定の試験要件は実現不可能で、気象条件やマルチパス効果など、制御不能な環境の影響およびその他の原因の誤差によって結果が歪められます。

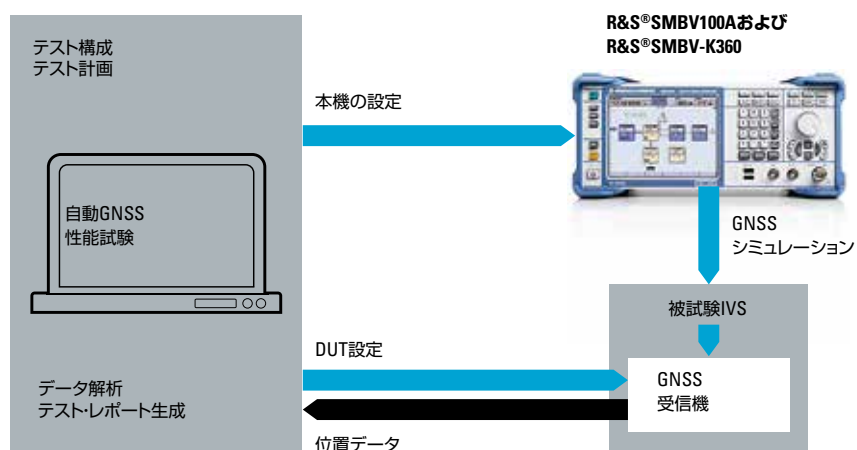
GNSSシミュレータを使用してすべてのシミュレーション条件を完全に管理し、100 %の再現性がある試験を実施することで、これらの制約を回避できます。しかしながら、このアプローチにもいくつか電子計測の課題があります。例えば、GNSSシミュレータは複雑なシナリオを生成して、多数のシミュレーション・パラメータをすべて管理できなければなりません。試験の数が多く（GOST R 55534では17のGNSS試験が規定されています）、統計情報を生成するために繰り返し試験を実施する必要があることは、自動試験が必要であることを意味します。また、さまざまな基準に基づいて合否情報を生成するには、受信機が提供する位置データをシミュレートされた目標の位置データと比較する必要があります。つまり、自動テスト・ソリューションは、ERA-Glonassモジュールと通信して、新しく試験を実行するたびに該当する試験基準に沿って再構成できなければなりません。

自動テスト・ソリューション

R&S®SMBV-K360オプションを搭載したR&S®SMBV100Aベクトル信号発生器は自動GNSS試験に最適なソリューションです。この発生器はフル機能のGNSSシミュレータです。ERA-Glonass試験に必要なGPS信号およびGlonass信号に加えて、最大24のチャネルでGalileo、BeiDou、QZSS、およびSBASの各信号を生成することもできます。柔軟で汎用性の高い構成オプションによって、複雑なGNSSシナリオでも実現できます。また、電離圏および対流圏の影響と受信機の環境

図2：R&S®SMBV100AとR&S®SMBV-K360オプションを用いたERA-Glonassモジュールの自動GNSS性能試験を実施するためのシステム・コンポーネントおよびその機能。

自動テスト・システム



における複雑な減損（マルチパス伝搬、シャドーイング、アンテナ特性）に加えて、固定受信機と移動受信機の両方を容易にシミュレートできます。R&S®SMBV100Aは、GOST R 55534/33471に沿ってERA-Glonassモジュールを試験するためのすべての機能要件を満たします。

本機に新しいR&S®SMBV-K360オプションを搭載すると、全自動のERA-Glonassパフォーマンス・テスト・システムに拡張することもできます（図2）。システム制御にはPCにインストールされたR&S®CMWrunシーケンサ・ソフトウェアを使用します。R&S®CMWrunの追加プラグインは、GOST R 55534/33471で要求される試験の一覧を提供します。試験を個別に設定すると、カスタマイズされたテスト計画を作成することができます。信号発生器とERA-Glonassモジュールはソフトウェアによって設定され、適切な試験が自動的に実行されます。システムは発生器およびIVSから収集したデータを解析し、テスト・レポートに文書化します。テスト・レポートは検証と認証の両方に使用できます。新しいテスト・ソリューションは、ユーラシア関税同盟でERA-Glonassモジュールを認証するために必要なすべての試験をサポートします。

利点

試験の完全自動化によって、検証試験と認証試験の効率的な計画、実行、および評価が可能になります。新しいテスト・ソリューションは、車載システムに搭載されたGNSS受信機の試験について、手動の試験構成および解析と比較して非常に便利で時間と費用を節約できる代替手段を提供します。試験は完全に再現可能で、正式な認証の前段階における検証測定に最適です。このように、IVSメーカーおよび顧客のために試験を実施するテスト・ハウスは、予定されている認証試験に合

格することを試験実施前に保証することができます。ERA-Glonass認証試験はロシアのSvyaz-Certificate認証センタが実施します。Svyaz-Certificateは、GOST R 55534/33471で規定されるすべての正式な認証試験にR&S®SMBV100Aを排他的に使用します。このことは、予備試験と検証試験および正式な認証に同じ電子計測機器が使用されるという利点ももたらします。

R&S®CMW500およびR&S®SMBV100Aに基づいたローデ・シュワルツのeCall/ERA-Glonassコンフォーマンス・テスト・ソリューションを使用しているお客様には別の利点もあります。それは、R&S®SMBV100Aには試験の自動化に必要なGNSSシミュレータとR&S®CMWrunシーケンサ・ソフトウェアが付属しているということです。GOST R 55534/33471に沿った自動GNSS試験の実施に必要なのは、新しいR&S®SMBV-K360オプションとR&S®CMWrun用の追加プラグインだけです。

サマリ

将来的に、新しく登録される自動車には自動緊急通報システムが必要になります。この自動緊急通報システムは、該当する規格に沿って試験および認証する必要があります。新しいR&S®SMBV-K360オプションおよびR&S®CMWrunシーケンサ・ソフトウェアによって、R&S®SMBV100AはGOST R 55534/33471仕様に沿ったERA-Glonassモジュールの性能試験のための全自動GNSSテスト・ソリューションになります。新しいテスト・ソリューションは、時間効率とコスト効率が良い検証測定を提供し、認証の簡素化および迅速化を実現します。

Dr. Markus Irsigler



図3：ERA-Glonass受信機で性能試験を実施するために必要なのは、適切なオプションを搭載したR&S®SMBV100Aベクトル信号発生器およびPCベースのR&S®CMWrunシーケンサ・ソフトウェアだけです。

（DUTはSTMicroelectronicsの提供です）

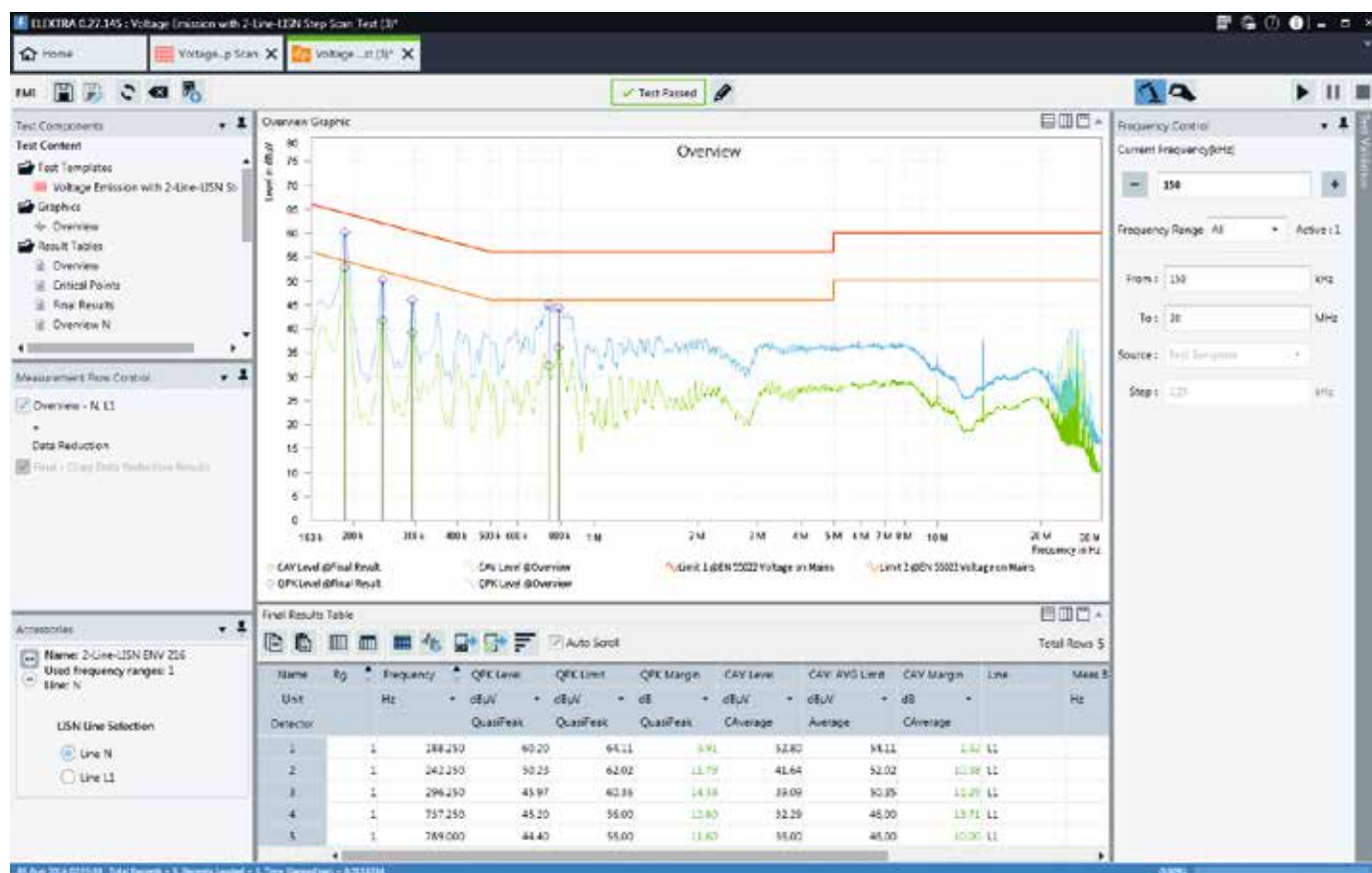
R&S®ELEKTRA: 電磁波障害 (EMI) 測定用の 使いやすいソフトウェア

電気デバイスの製造販売承認を取得するには、電磁環境適合性 (EMC) テストに合格する必要があります。開発段階でデバイスのEMC動作を評価して反映できれば、この障壁をより簡単に乗り越えることができます。このような作業に役立つのが、ローデ・シュワルツの測定レシーバーとスペクトラム・アナライザ用の新しいEMCテストソフトウェアです。

EMCテストに合格し、適用される法令および規制の要求事項を満たしていることを証明することが、電気デバイスの製造販売承認を得るための前提条件となります。EMIテストが開発プロセスの重要な側面であるのは、このためです。新製品を計画通りに立ち上げるには、EMC対策が重要となります。EMC対策においては、最終的な認証の前に、製品の開発段階でEMC動作を評価し、結果を製品に反映させる機能が不可欠です。目的は、開発サイクルのやり直しとそれによって生じるコストの回避、および円滑な認証プロセスを遂行するための基礎の構築です。

しかし、通常の下況下では、デザインエンジニアのEMCに対する関心度が低い場合が往々にしてあります。したがって、開発工程ではユーザーフレンドリーで専門性の高い測定用のソフトウェアを導入することが有効です。すなわち、テストセットアップを制御し、すべての必要なデバイスセットアップとワークフローに「対応している」ソフトウェアです。ローデ・シュワルツでは、現在、この目的でこれまで提供してきたR&S®ES-SCANソフトウェアから、ここで紹介するR&S®ELEKTRAソフトウェアへの移行を図っています。

図1: 2線式 LISNによる電圧エミッション測定の結果。



R&S®ELEKTRAは、LISN（図1）経由の伝導エミッションの測定と、アンテナ経由の放射エミッションの測定をサポートしています。R&S®ELEKTRAでは、このほか、GTEM（Gigahertz Transverse Electromagnetic）セルを使用してエミッションを測定する方法も提供します。GTEMセルは、内部導体（セプタム）と外部導体の間に被試験デバイス（DUT）が配置された、拡張された同軸伝送ラインと見なすことができます。IEC 61000-4-20規格では、DUTのx軸、y軸、z軸に沿った、これらをデバイスの回転軸とする測定が要求されます。R&S®ELEKTRAでは、測定結果がアルゴリズムによって、オープン・エリア・テスト・サイト（OATS）の測定スペクトラムに対応するスペクトラムに変換されます。バッテリー駆動のハンドツールなどのDUTの場合は、このタイプの測定は、CISPR 14-1規格にも準拠しています。GTEMセルは、マルチメディア機器（CISPR 32）の開発と事前認証によく使用されます。

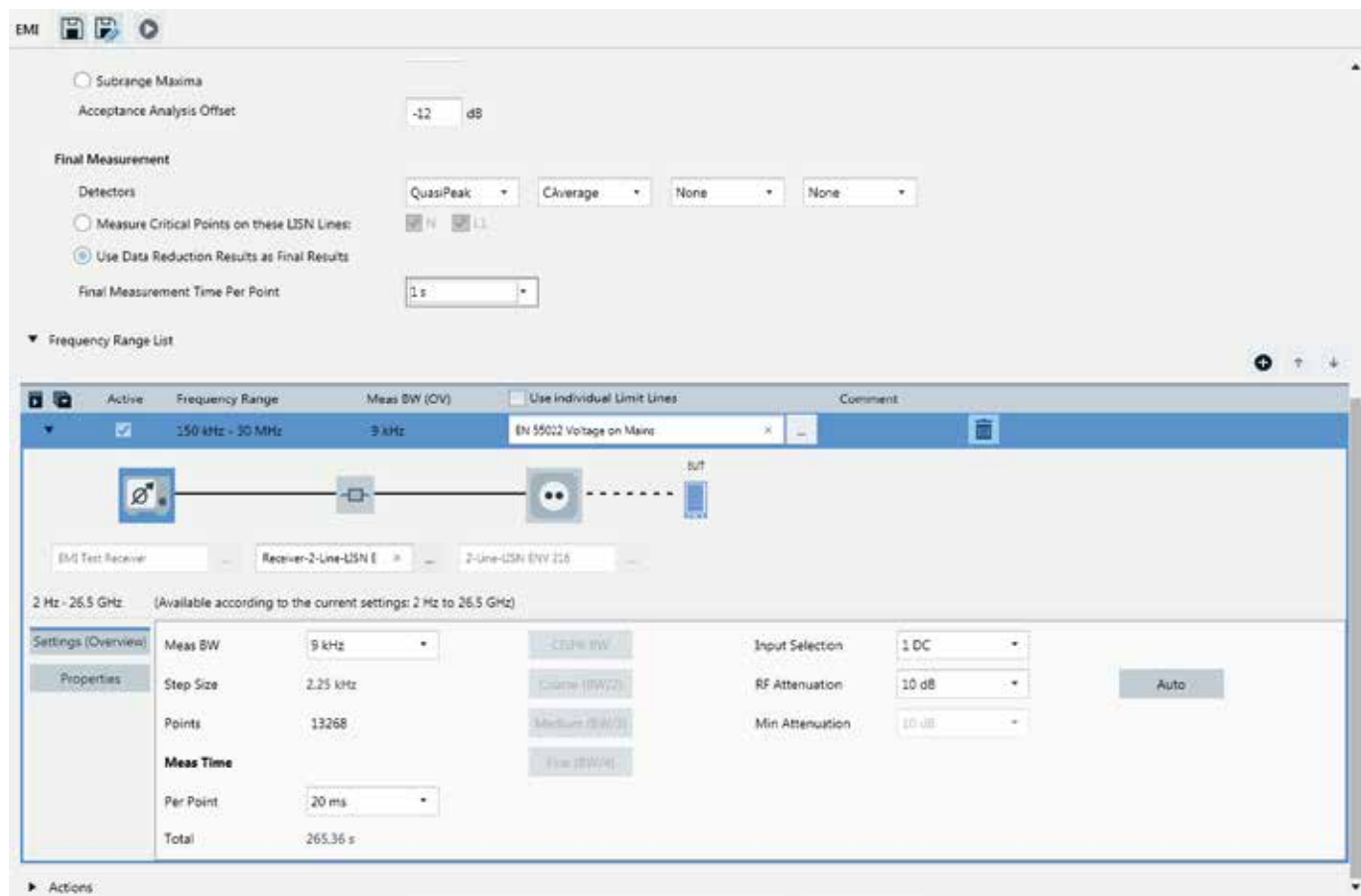
各測定では、最初に、規格に準拠したテンプレートを選択します。主要な民生用規格と軍規格のテンプレートが用意されています。テンプレートには、レシーバーの設定が含まれ、トランスデューサテストのセットアップが表示されます（図2）。さまざまなアンテナ、LISN、その他のアクセサリのトランスデューサ係数を記載したテーブルもあります。測定結果を表示する際に、このテーブルが自動的に使用されます。

RFスペクトラムを測定するために、R&S®ELEKTRAは最初に、テンプレート設定をレシーバーまたはスペクトラム・アナライザにロードします。測定器が両方の動作モードをサポートしている場合（すべてのローデ・シュワルツのEMIテストレシーバーが両方をサポート）は、どちら

特長

- 測定レシーバーまたはスペクトラム・アナライザをPCからわかりやすく、簡単に設定可能
- 測定結果を高い信頼性で記録、解析、文書化
- LISNの相を自動選択
- GTEMセルを使用して測定可能
- 選択可能な許容範囲と選択可能なサブレンジを使用して最大レベルを測定
- 編集可能な周波数リストを最終測定の自動化または半自動化に利用可能
- リミットライン、トランスデューサ係数を含む測定結果と設定値を制御PCへ保存可能
- 柔軟なレポート設定によってレイアウトをさまざまに変更可能
- R&S®ESCI/R&S®ESPI/R&S®ESL/R&S®ESR/R&S®ESU/R&S®ESRP/R&S®ESW EMIテストレシーバー、R&S®FSLスペクトラム・アナライザ、R&S®FSV/R&S®FSWシグナル・スペクトラム・アナライザと一緒に使用可能
- 通常のデータバックアップの場合、バックアップウィザードを使用可能

図2：電圧エミッション測定の構成。測定設定、周波数レンジ、リミットライン、アクセサリがグループ化されています。



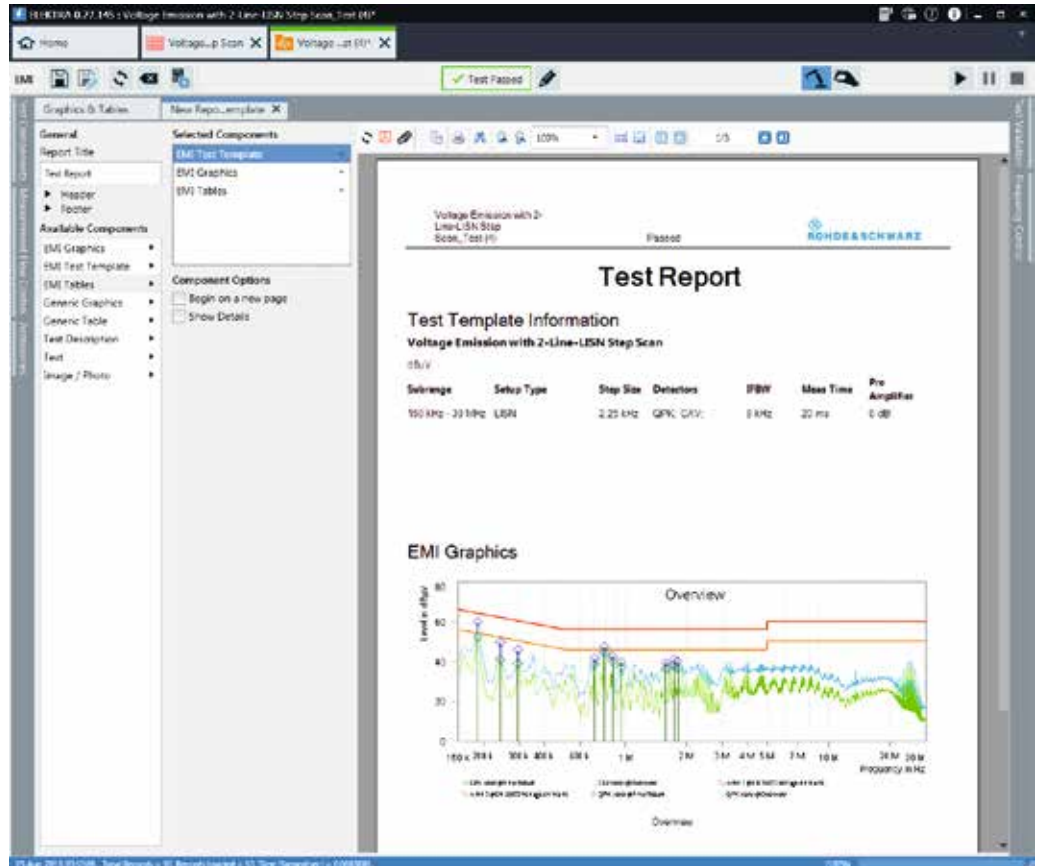


図3：テストレポートには、測定結果と設定が記載されています。テキストと写真を追加できます。

を使用するか指定します。ソフトウェアが起動し、必要に応じて割り込みを行い、テストシーケンスを終了します。R&S®ELEKTRAは、マルチフェーズLISNを使用して伝導性エミッション測定フェーズを自動的に切り替えます。

次のステップ（測定結果の評価）は、自動でも手動でも行えます。手動解析には、マーカー・トゥ・ピークなどのマーカー機能を使用できます。ソフトウェアは、測定されたスペクトラムをリミットラインと自動的に比較し（必要に応じて周波数サブレンジでも実行）、リミット外の状態を検出します。商用規格と軍規格の主要なリミットラインコレクションが含まれています。ユーザーは、独自のリミットラインを定義することもできます。リミットラインとの関係に基づいて、干渉レベルの最も高い周波数が周波数リストに保存されます。既知の干渉の追加や周囲の干渉源の削除など、リストの編集が可能です。

測定が規格に準拠したディテクターを使用して行われた場合は、周波数リストにはすでに正しいレベルが含まれています。このような場合は、例えば、タイムドメインスキャン機能を備えたレシーバーを使用したときに、比較的遅い準尖頭値ディテクターであっても、最大30 MHzの電圧エミッションをわずか数秒で測定できます。この迅速

な手法を利用できない場合は、通常、高速のピークディテクターを使って予備測定を実行します。規格に準拠したディテクターを使用した最終測定（準尖頭値またはCISPRアベレージング）は、干渉レベルが最も高い周波数に対してのみ実行されます。R&S®ELEKTRAは、これらの最終測定に対して2つの手法を提供します。安定した干渉シナリオが想定できる場合は、完全に自動化された最終測定を推奨します。この場合、予備測定で重要であると判断されたすべての周波数に対して、設定と測定が順次行われます。一方、干渉源の変動が予想される場合は対話型の手法が最適です。この場合、予備測定ポイントのレベルがクリティカルであった周波数にレシーバーを手動で正確に設定します。

各測定は文書化されます。結果と、これらの結果を得るために使用された設定は、すべてデータベースに保存され、今後の比較やレポート作成に利用されます。ユーザーが、必要なレポートコンポーネントを選択します。テストセットアップのテキストや写真など、測定結果とセットアップデータに自由なエレメントを追加することができます。プレビュー機能を使用してレポートを確認後、印刷するか、PDFなどのポータブルフォーマットで保存します（図3）。外部ソフトウェアを使用して結果を評価するには、測定結果を表形式（CSV）またはExcelフォーマット（xlsx）でエクスポートします。

Matthias Keller

コネクテッド・カー、IoTデバイス、 モバイル機器に対する セキュリティ・テスト・ベンチ



サイバー攻撃は、主に固定回線でインターネットに繋がる機器に対して行われてきました。モバイル機器も同様にリスクにさらされていますが、モノのインターネットの登場により、このリスクはより重大な問題となっています。我々の最新のソリューションでは、試験する無線機器をネットワークに繋がっている状態にし、その状態で端末のセキュリティ欠陥に関する重要な情報を調査することが出来ます。

モノのインターネット (IoT) とセキュリティ

現在、IoTは実際のサービスというより記事の見出しで見かけることが多いですが、近いうちに住宅の自動化、ウェアラブル端末、およびコネクテッド・カーなどの技術を通じて日々の生活に浸透していくと思われます。最終的には、今日のスマートフォンが世の中を変えた以上に大きい衝撃をIoTはもたらさだろうと考えられています。無線モジュールが組み込まれたデバイス数はますます増加し、それらのデバイスはデータを交換し（機密情報も含む）、測定結果を伝送し、システムを遠隔操作します。インターネットを介して通信する「モノ」の数は今後数年間で劇的に増え、5Gで要求されるネットワーク・リソースが利用出来る2020年以降により一層その数が増えたと見込まれています（図1）。

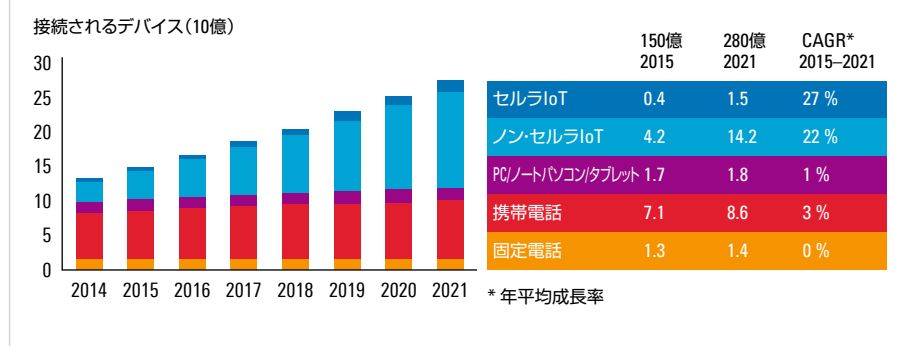
しかし、この発展の不都合な面は、ITが使われている全ての無線デバイスがハッカーの標的になり得ることです。この脅威は、最近WikiLeaksがサイバー空間での盗聴方法を公開したことで具体的なものになりました。IoT

の各要素は一般に、少なくとも現在のところ、IT業界で当初から設計・開発されている製品ほどセキュリティ面で保護されていないため、全てのIoTデバイスは潜在的なリスクがあると言えます。価格や時間的制約、セキュリティ脅威の認識不足、専門技術の不足など様々な理由で、IT機能が高度でない多くの無線製品（例：家庭用電化製品）のセキュリティ機能は脆弱で、実装が不十分となっています。暗号化が弱い、もしくは、暗号化がされていない、通信チャネルのポートが開いている、ファームウェアに脆弱性があるという場合に加えて、開発者が一般的なIP接続のセキュリティ基準を遵守していない、もしくは、定期的に更新していない場合にインストールされたIoTアプリは重大なセキュリティ・リスクとなります。セキュリティにたった一つでも弱点があると、その弱点があるデバイスだけでなく、多数のデバイスへの不正アクセスを可能にする抜け道になる場合もあります。脆弱性のあるIoTデバイスが広まると、ネットワークに障害が発生するリスクを高め、ネットワークの機能停止の原因となる場合もあります。

企業のリスク

IoTはまだ初期段階にあるのに対して、従来の無線通信は既に広範囲に普及し、業務用だけでなく、私的な個人用でも使われています。企業にとっては、これらの2つの領域が入り交じる場合（業務用兼個人用の場合）が問題になります。例えば、会社が仕事に個人の所有機器の持ち込み可という規則を認め、個人用のモバイル機器が業務で使用される場合です*。この場合、顧客情報と会社情報は無防備になり、リスクが迫り来る状態になります。サイバー攻撃はありとあらゆるセキュリティ上の弱点を突くものと想定しなければなりません。モバイル機器のオペレーティング・システム（OS）だけでなく、増加する一方のアプリにもセキュリティ・リスクが潜んでいます。多数の個人用携帯電話があるということは、セキュリティの脆弱性があるアプリや旧式のアプリがある確率が高まり、セキュリティ欠陥をより露呈することになります。最悪の場合、このようなデバイスを経由して企業のネットワーク全体が攻撃者にアクセスされ得ます。

IoTデバイス – 発展予想



* 70ページにも同様のソリューションがございます。弊社サイバー・セキュリティのソフトウェアBizTrustを使うことで、業務兼個人用途で使われるモバイル機器のセキュリティを向上出来ます。

図 1: IoTで接続するデバイス数は近いうちに従来方法でインターネットを利用してきたデバイス数を追い抜きます。

(出典: <http://blogs-images.forbes.com/louiscolombus/files/2016/07/Internet-of-Things-Forecast.jpg>)

デバイスは、脱獄、もしくは、ルート化によりOSを操作し、基本的なセキュリティ機能を無効化した場合、脅威に対してまったく無防備になります。しかしながら、世界的に使用されている携帯電話の主要システムは2つしかないで、攻撃者にとっては安全とされている元のOSの抜け穴を探す方がより良い手段ではあります。図2は、特定の国の企業および政府が使用するiOS機器とAndroid機器の割合を示したものです。

新しい戦略と必要な試験方法

モバイル機器にリスクがあるかどうか、インストールしたアプリがセキュリティ要件を満たしているかどうかを見極める必要があります。セキュリティ担当ITチームは、無線LANかセルラー接続に関わらず会社内で使われる無線デバイスに対して、データの送受信と保存が

秘密性と完全性をもって保護されているか検証しなければなりません（マルウェアは無線LAN、セルラー接続の違いにより動作が異なる可能性があることを考慮）。

かつてはモバイル機器の通信の挙動をすぐに検査することができなかったため、この検証を実際に行うことは難しいことでした。インターネット上で接触するサーバ情報を位置情報も含めて解析することで、望ましくない通信の肝心な情報が得られます。サーバの位置は、難読化ツールが使用されていない限り、IPの地理位置情報を使用して特定できます。すべての異常に対して詳細に検査する必要があり、必要に応じて、社内で使用される機器にインストールされている発生源のアプリを禁止する必要があります。会社で使用するために特別に開発されたアプリは、特にセキュリティに関して期待どおりに動作することを保証できなければなりません。

セキュリティ・パラメータの開示

R&S®CMW500ワイドバンド無線機テストは、モバイル機器およびIoTモジュールのIPベースのデータ通信セキュリティを向上する上で大いに役立ちます。IP接続セキュリティを解析・報告する新しいツール（R&S®CMW-KM052）は、制御試験環境下でリアルタイムにIPデータ・トラフィック解析をします（図3）。また、R&S®CMW500はモバイル・ネットワークまたは無線LANのアクセス・ポイントをエミュレートします。セキュリティ解析にはデータ・アプリケーション・ユニット（DAU）が必要で、DAUは試験端末（DUT）にIPアドレスを割り振り、ワールド・ワイド・ウェブ上のサーバとの接続を管理します。R&S®CMW-KM052は、データ・トラフィックのセキュリティ関連パラメータを解析して記録します。これにより開発・設計工程の早期にセキュリティ欠陥を検出して、欠陥修正に貢献できます。また、業務用に使用されるモバイル機器が社内のセキュリティ・ポリシーに

	全世界	フランス	ドイツ	日本	スペイン	英国	米国	政府
iOS	81	50	85	92	33	83	86	82
Android	18	50	14	5	66	16	14	18

図2：企業および政府で使用するモバイル機器のiOSとAndroidの割合。

（出典：Mobile Security and Risk Review、2016年第2版、MobileIron Security Labs）

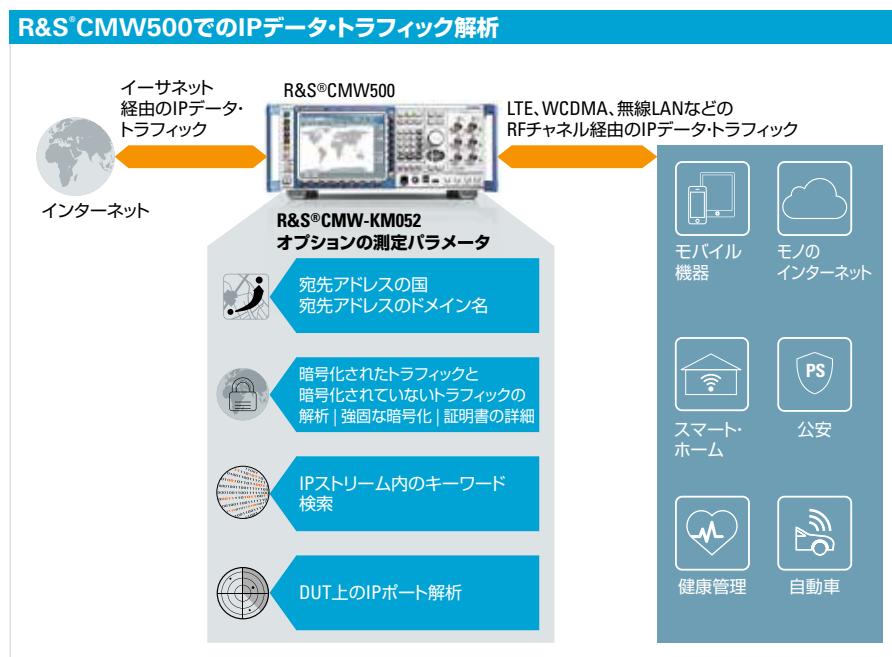
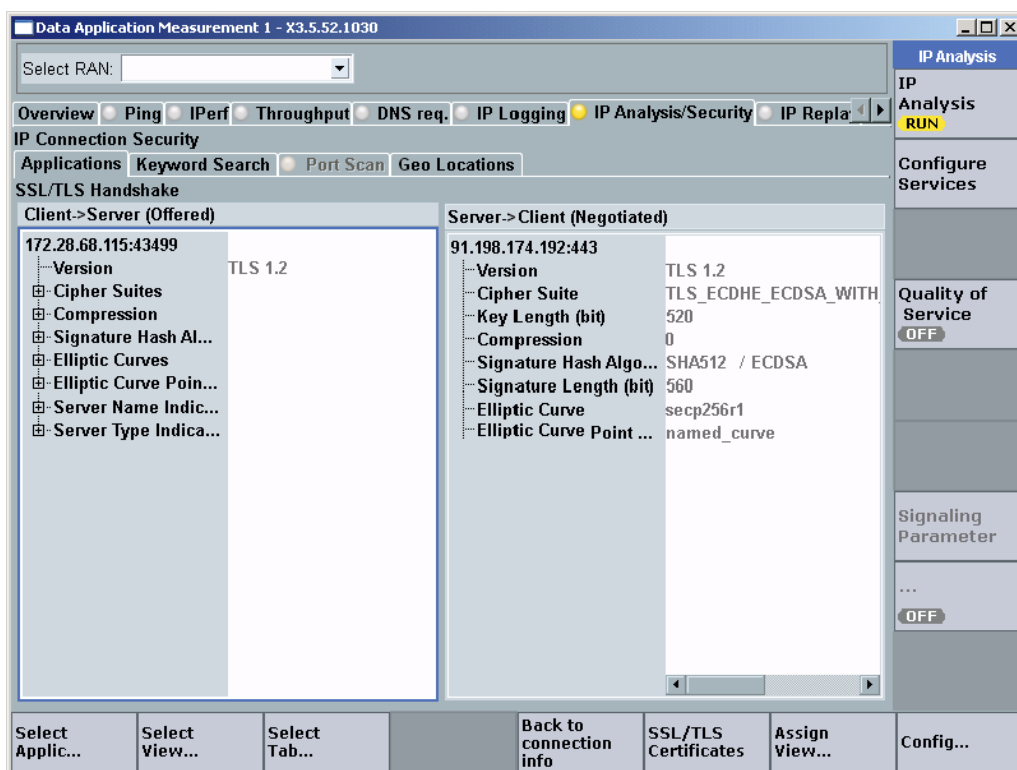


図3：インターネットに接続しているモバイル機器、IoTデバイスがデータを送受信する際の経路。R&S®CMW500は試験する無線機とインターネット間のデータ・トラフィックを管理します。ファイアウォールと同様に、パスワードが暗号化されずに送信されないかなど、セキュリティ関連内容を確認することができます。

図 4 : SSL/TLSハンドシェイク
により接続のセキュリティが決まり
ます。この際のハンドシェイクは
包括的に解析されます。



従っているかどうかをIT担当者が判断するのに貢献することもできます。

解析ツールは、使われているIP接続と通信プロトコルの統計をリアルタイムに表示します。このツールを使用すると、パスワードのようなユーザ指定の入力情報、IMSI（国際モバイル機器加入者識別番号）を含むデータ・ストリーム内の機密情報を検索することができます。情報が暗号化されずに送信されると、このツールは宛先アドレスとドメイン名、可能であれば暗号化せずに通信しているアプリの一覧表を作成します。また、SSL/TLSハンドシェイク・パラメータ、サーバ証明書、サーバ位置の国・ドメイン名も解析します。

クライアントとサーバが暗号方式を合意する際に使うSSL/TLSハンドシェイクは暗号通信に不可欠であり、それ故に綿密に検査されます（22ページのボックスを参照）。R&S®CMW-KM052では、セッション確立時にクライアントが送信する暗号方式とサーバで選択された暗号方式が、鍵の長さなど

のパラメータを含めて表示されます（図4）。CMW KM052はサーバが送信する証明書を解析することもできます。通信の振る舞いを解析する場合、ユーザが知りたい最も重要な情報の1つは通信に関わるサーバがどこの国にあるかです。この情報は地理位置情報（地理的な位置に基づくIPアドレスの割り当て）から判断することができます。IPドメインは固有のものであり、登録されているので、95～99パーセントの割合で位置の特定に成功します。ドメイン名からは更にセキュリティ関連の情報が得られます。この新しい解析ツールを使用することで、セキュリティ上問題になる可能性がある不審なドメインおよび望ましくない国を容易に検出できます（図5）。

ポート・スキャンもこのツールの重要なセキュリティ機能です。アプリケーションのクライアントとサーバは互いにポートを経由して通信します。ネットワーク（サーバ）でサービスを提供するアプリケーションは、OSを介してクライアントがアクセスできるポート（アドレス）を開きます。このポートは「Listen（リス

ス）」状態で問い合わせを待機します。「リスス」状態のポートが意図せずインターネットに開かれると、そのポートは攻撃者から狙われる出入口になる可能性があります。トロイの木馬のようなマルウェアは、しばしば自由にアクセスできるポートを介して「Backdoor（バックドア）」を開きます（一部のポートは特定のアプリケーションのために確保されています）。そのため、システム内で開いているポートを時折確認することが強く推奨されます。この対策はR&S®CMW-KM052オプションを使用することで簡単に実施できます。

この解析ツールを使用するためにDUTに追加でソフトウェアが必要になることはありません。解析ツールはDUTのOSに依存しません。アンテナ・コネクタがあるDUTの場合は、RFケーブル経由でR&S®CMW500に接続できます。コネクタがないDUTの場合、弊社電波暗箱内にDUTを置き、暗箱内の無線用インタフェースを使ってCMW500と接続できます（図6）。

IP接続セキュリティ

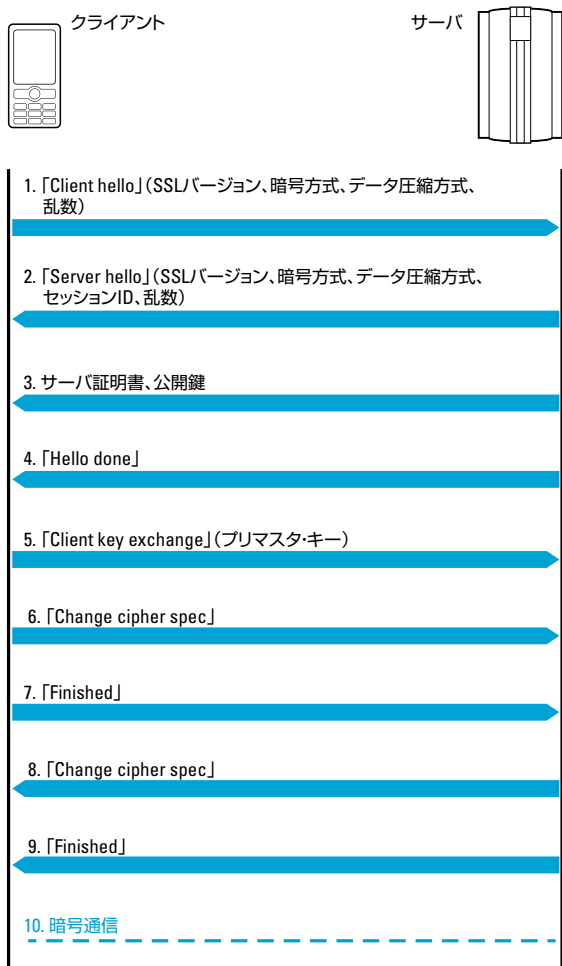
セキュア・ソケット・レイヤ (SSL)、トランスポート層セキュリティ (TLS) はオンライン通信を暗号化して安全にやりとりをする際に主要な役割を果たします。SSLプロトコルの最終版は3.0で、その後、新たにTLSという名前でバージョン1.0から開発と標準化が行われてきました。

SSL/TLSは、クライアントとサーバの間の通信のセキュリティ・レベルを定義し、証明書の真正性を検証し、セッション鍵をやり取り

します。この工程の全てが、それぞれの接続の最初のSSLハンドシェイク時に行われます。

セキュリティの高いIP通信には強固な暗号化が重要であり（推奨される鍵の長さについては、www.keylength.comを参照）、R&S®CMW-KM052解析ツールはSSLハンドシェイクをくまなく調べます。パラメータ・リストが明確に示されるので、接続がセキュリティ要件を満たしているかどうかは容易に判断することが出来ます（図4）。

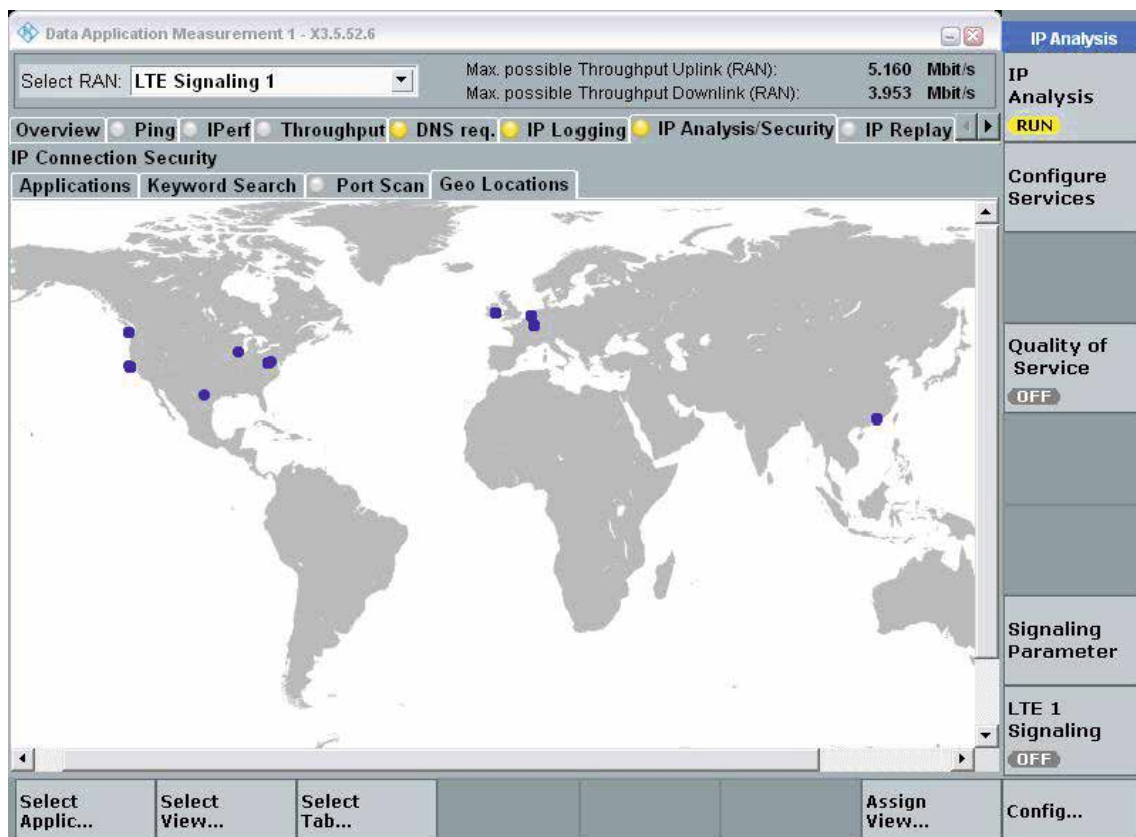
SSL/TLSハンドシェイク手順



出展: https://publib.boulder.ibm.com/tividd/td/TRM/GC32-1323-00/en_US/HTML/admin231.htm

- クライアントは、暗号通信で使う自身のパラメーター一覧情報、例えば、SSLの対応バージョン、クライアントが対応している暗号方式・データ圧縮方式を「client hello」メッセージで送ります。このclient helloメッセージには28バイトの乱数も含まれます。
- サーバは、両者の間でこれから使う暗号方式とデータ圧縮方式、セッションID、新たな乱数を「server hello」メッセージで返答します。
注：もしクライアントとサーバ間で共通の暗号方式が1つもない場合は、ハンドシェイクは確立しません。基本的に、サーバは共通の暗号方式の中で最も強固な暗号方式を選択します。
- サーバは自身の公開鍵情報を含むデジタル証明書をクライアントに送ります。クライアントは別の証明書 (TrustStore) を使用してこのサーバからの証明書を認証します。
- サーバは「server hello done」メッセージを送り、クライアントからの応答を待ちます。
- クライアントは、両者共通の暗号方式で使われるマスタ・シークレットを生成できるようにする乱数情報のプリマスタ・シークレットを「client key exchange」メッセージで送ります。プリマスタ・シークレットはサーバの公開鍵を使用して暗号化されており、この鍵でのみしか解読出来ません。
- クライアントもマスタ・キーを生成し、「change cipher spec」メッセージで鍵が変更されたことをサーバに通知します。
- クライアントはここまでで得られたマスタ・キーを使用して「finished」メッセージを暗号化して送ります。
- サーバは「change cipher spec」メッセージで応答し、
- 続けて、「finished」メッセージを送ります。
- このような工程でSSLハンドシェイクとおよび暗号鍵情報のやり取りが完了します。

図 5: 特定のIPアドレスおよび国はデータ・ストリーム上望ましくない場合があります。R&S®CMW-KM052オプションは、DUTがそこに接触したかどうかを表示することが出来ます。



まとめ

これまでは、モバイル機器およびIoTデバイスのデータ・トラフィックを解析するのは非常に困難でした。セキュリティ上の弱点が長期間にわたって発見されないこともありました。解析ツールR&S®CMW-KM052を搭載した、ワイドバンド無線機テスタR&S®CMW500がこの問題を解決します。ユーザは、自由に設定可能な制御された無線環境で、セキュリティ関連の通信パラメータの詳細を調べることができます。また、デバイスの動作が無線LANとセルラ・ネットワークで異なるかどうかを判断することもできます。

開発者は設計工程の早期にセキュリティの弱点を検出することができます。ITチームは企業で使用されるスマートフォン、タブレット、およびアプリの通信動作を解析できます。自動車OEM業者、ネットワーク事業者は、コネクテッド・カーとIoTデバイスが指定された接続セキュリティ基準を遵守していることを検証できます。

DUTでこの解析用に余計な設定・準備は必要ないので、試験手順は非常に簡素です。R&S®CMW-KM052の解析機能は、R&S®CMW500での多様な試験内容にそのまま組み込むことができます。R&S®CMW500は測定器一台で、IPデータ通信のセキュリティ関連パラメータの解析だけでなく、セルラ・ネットワークとノン・セルラ・ネットワークのRF解析、プロトコル試験、およびIPアプリケーション試験が可能になります。これは他に類を見ないソリューションです。

Christian Hof



図 6: アンテナ・コネクタがないDUTは、R&S®CMW-Z10無線暗箱内に置けば、無線でR&S®CMW500に接続できます。

無線LAN 802.11axによる マルチユーザー環境での通信の高速化

802.11ax規格では、新しい技術を導入して、免許不要の2.4 GHzおよび5 GHzバンドをより効率的に利用します。この規格は、特に公衆無線LANネットワークに適しています。

背景

ここ数年の間に、無線LAN機能を備えたデバイスの数は激増し、増加のペースはさらに速まると予想されています。この理由は、これまでのラップトップ、スマートフォン、タブレットなどに加えて、テレビ、ゲーム機、カメラ、スマート家電、IoTデバイスなどの新しい種類の機器が無線LANに接続され始めているからです。これにより、ネットワークのユーザー密度が高まり、パケットの衝突や、利用者が送信できる空き時間の短縮により、データスループットが目に見えて低下する可能性があります。集合住宅内の無線LANルーター（アクセスポイント、AP）にも同じ現象が起きます。ルーター間の距離が近い場合、互いに干渉源として働くからです。

このような問題に対処するために、IEEEでは新しい無線LAN規格を作成しています。それが802.11axです。従来の規格（802.11g/n/ac）では、データスループットの向上は、帯域幅や変調などの物理パラメータの拡張か、多重入出力（MIMO）などの新しい伝送手法の導入によって主に実現されてきました。802.11axでは、このような領域での基本的な変更はありません。その代わりに、この新しい規格は、ネットワークをさらに効率的に動作させることと、既存の伝送容量をさらに活用することに重点を置いています。

802.11ax

この規格は現在策定段階にあり、完成は2018年末の予定です。無線LAN業界の主要企業は、2016年からすでに802.11ax対応のチップセットの開発を始めています。規格のドラフトバージョン1.0は、2017年初頭にIEEEワーキンググループの投票で過半数の支持を得られませんでした。最初のデバイスは規格の最終承認より前に市場に出ると予測されています。

802.11axの目標は、負荷の大きいネットワークの性能を高めることです。特に、以下のような場所のネットワークが対象になります。

- 空港／鉄道駅
- 地方／長距離公共交通機関
- 競技場／コンサート会場
- 集合住宅

この記事では、802.11axで物理層に加えられる変更について説明します（図1）。MAC層の変更に関しては、規格のドラフト[1]と、仕様フレームワーク文書[2]を参照してください。

この規格では、屋外用アプリケーションが特に重視されています。屋外伝送チャンネルは、強いマルチパス伝搬と長いエコノミー時間が特徴です。このような条件での符号間干渉を防ぐために、オプションの伝送方式が導入されます。この方式では、ガードインターバルとシンボル期間の長さが4倍になる一方で、サブキャリアオフセットは4分の1になります。これにより、伝送レートは変わりませんが、フェージングへの耐性が高まります。最適な条件では、802.11axは1チャンネルで1200 Mbpsの最大データレートを実現できます。これは、新しく導入される1024QAM変調とガードインターバルの短縮による効果です。8×8 MIMOを使用すれば、理論的には9.6 Gbpsを実現できます。802.11acの場合は、最適条件でもデータレートは6.9 Gbpsです。

OFDMA

最も重要な変更は、アップリンクとダウンリンクでの直交周波数分割多元接続（OFDMA）の導入です。これにより、複数のユーザーが同時に送信を行い、チャンネルの利用可能帯域幅を共有することができます。従来の規格では、OFDMと時分割多重化が用いられていました。すなわち、1人のユーザーだけがフル帯域幅で送信を実行します。

OFDMAの場合は、各ユーザーはサブキャリアの連続するサブセット（最小26、最大996）を割り当てられ、利用可能なスペクトラムの一部を使用します。このサブキャリアのサブセットのことを、リソースユニット（RU）と呼びます。RUのスペクトル幅と変調モードは、利用者ごとに異なることができます。これにより、アクセスポイントは、個々のユーザーのデータレート要件を満たすことができます。周波数ドメインが動的な構造を持つのに対して、時間軸の構造は一樣です。干渉

機能	利点
アップリンクとダウンリンクのOFDMA	オーバーヘッドの削減、複数のユーザーがチャンネルを並行使用可能
マルチユーザー MIMO（アップリンク）	空間分割多重化によるアップリンクのスループット向上
1024QAM	最大データレートの向上
4倍のシンボル期間	屋外使用時の信頼性向上
拡張レンジプリアンブル	屋外アプリケーション専用のパケットフォーマット

図1：802.11axでの最も重要な変更。

を防ぐために、すべてのRUのデータパケットは同じ長さで、同期して送信されます。ユーザーが送信するデータの長さがパケット長よりも短い場合は、パケットの末尾にパディングビットを付加する必要があります。

図2に、20 MHzチャネルのリソースユニット構成の例を示します。RU 26の最小RUサイズでは、最大9人のユーザーが同時に送信できます（図の一番上の行を参照）。最大帯域幅は160 MHzで、最大74人の同時ユーザーを収容できます。

アクティブユーザーが1人というのはOFDMAの特殊な状況で、1つのリソースユニットに全帯域幅が割り当てられます（図のRU 242）。

802.11axの動作モード

従来の無線LAN規格の場合は、使用されるパケットは通常1種類で、アップリンクとダウンリンクに区別はありませんでした。802.11axでは、アップリンクとダウンリンクに固有の4つの新しいパケットタイプが導入されています（図3）。アップリンクとはモバイルデバイス（ステーション、STA）から無線LANルーター（アクセスポイント、AP）への伝送を表し、ダウンリンクとはアクセスポイントからステーションへの伝送を表します。各パケットタイプ（高効率PLCPプロトコル・データ・ユニット、HE-PPDU、PLCP：物理層コンバージェンス手順）は、シグナリング情報に対応する異なるプリアンブルと、ペイロードから構成されます。

シングルユーザーモード (HE_SU)

このモードは、1人のユーザーとの通信に用いられます。アップリンクとダウンリンクの信号のパケットフォーマットは同一です。ユーザーには、最大サイズのリソースユニットで、スペクトラム全体が割り当てられます。このモードでは、マルチユーザーモードで不可避の通信オーバーヘッドは存在しません。

マルチユーザーダウンリンク (HE_MU)

パケットタイプHE_MUは、ダウンリンクのOFDMAモードに使用されます。アクセスポイントは、すべてのユーザー向けのパケットを同時に送信します。これは、802.11axの一般的なケースです。プリアンブルには、HE_SIG_Bフィールドが含まれています。これには、スペクトラムのリソースユニットへの構造化と、そのユーザーへの割り当てに関する情報が記述されています。

マルチユーザーアップリンク (HE_TRIG)

OFDMAアップリンクでは、ステーションは、アクセスポイントによってトリガされたときに、データパケットをアクセスポイントに同時に送信します。このプロセスが衝突なしに行われるためには、各ユーザーに割り当てられるRU、送信されるデータの量、および各ユーザーの送信レベルをあらかじめ定義しておく必要があります。この情報が重要なのは、ステーションからの信号が同時にアクセスポイントに到達し、レベルが同じであることが、干渉を防ぐために必要だからです。このために、APはまずすべてのユーザーにトリガフレームを送信します

リソースユニット

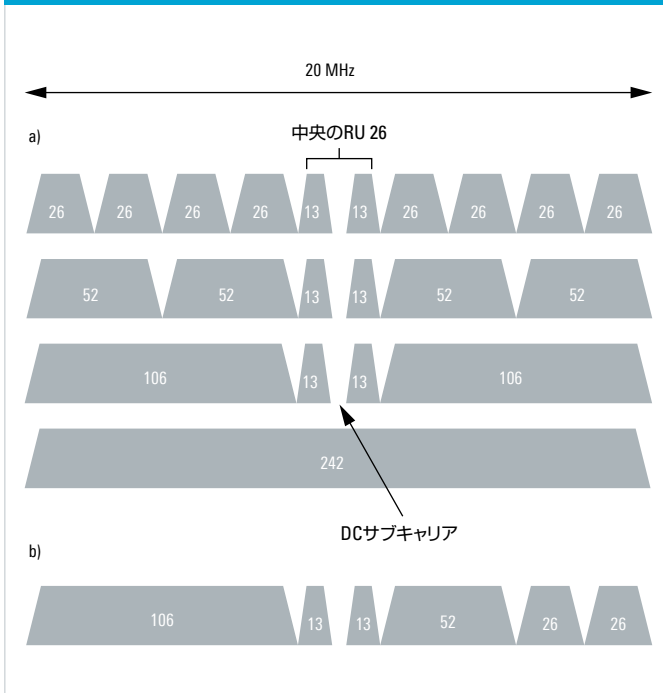


図2：a) 20 MHz帯域幅のリソースユニットの使用可能なサイズと位置。b) マルチユーザー・ダウンリンク・モードのさまざまなRUサイズの例。チャネル中央のDCサブキャリアは、LOリークによる干渉を防ぐために除外されます。

送信モード

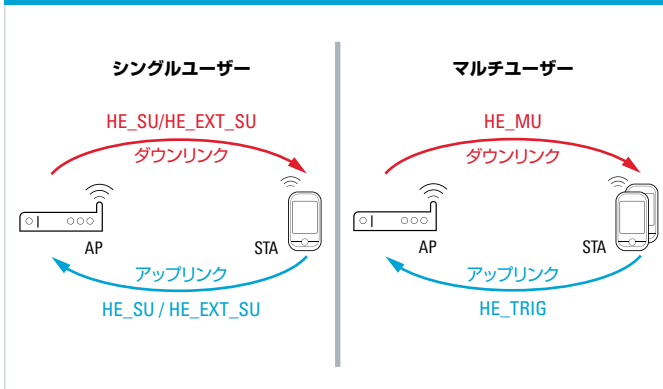


図3：802.11axでは4種類のパケットフォーマットが区別されます。

（図4）。このフレームには、ペイロード長、帯域幅、RU割り当て、変調モードなどの設定パラメータが含まれています。ユーザーは、ショート・インターフレーム・スペース (SIFS) と呼ばれる定義済みの時間の後で、アップリンクPPDUの送信を開始する必要があります。

拡張レンジPPDU (HE_EXT_SU)

このパケットタイプは、屋外で伝送距離が大きい場合を想定しています。このような状況では、通常S/N比が低くなります。帯域幅は20 MHzに制限され、信頼性の高いBPSKとQPSK変調だけが用いられます。プリアンプルの各部分は、チャンネル予測の信頼性を確保するために、3 dB大きいパワーで送信されます。

マルチユーザーアップリンク

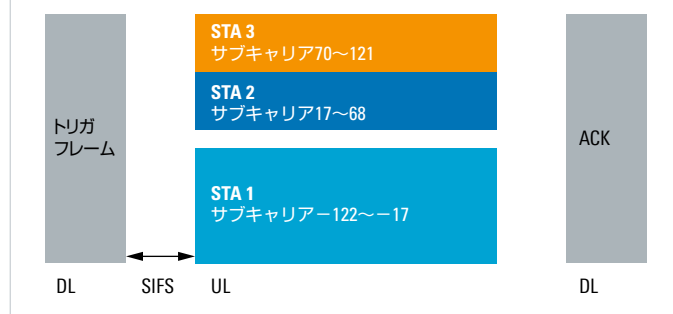


図4：アップリンクのマルチユーザー通信（3人のユーザー、チャンネル帯域幅20 MHz）。

BSSカラー

基本サービスセット（BSS）とは、1台のアクセスポイントとそれに対応するいくつかのステーションから構成されるネットワークです。各ステーションには、BSSが1つだけ割り当てられます。複数のBSSネットワークが、互いに近い距離に存在することができます。図5に示すのは、集合住宅で一般的に見られる状況です。ステーション（STA 2）は、自分自身のアクセスポイント（AP 1）だけでなく、隣接するAP 2からの信号も受信します。AP 1とAP 2は互いを認識していないため、それぞれ独立に、場合によっては同時に送信を行います。このため、STA 2ではパケットの衝突と干渉が発生します。その結果、受信に失敗したローカルAPからのパケットの再送信が必要になり、ネットワークの負荷が増加します。一方、ステーション自身は、経路が空いている場合、すなわち他のデバイス（APまたはSTA）が送信していない場合にのみ送信できます。ただし、STA 2にとっては、AP 2から受信する信号のために、送信の機会が減ることになります。どちらの状況も、該当するステーションのスループットを大幅に低下させる原因となります。このため、802.11axでは、BSSカラーという概念を導入して、周波数の再利用を促進しています。802.11axのプリアンプルでは、各APにBSSカラーが割り当てられています。このため、STA 2は、自分自身のBSSからのパケット（BSS内）と、隣接するBSSからのパケット（BSS間）を識別できます。このため、STA 2は、一定の受信レベルまではBSS間パケットを無視することができ、AP 2で同時に動作が行われていても、自分自身のパケットを送信することができます。

BSSカラー

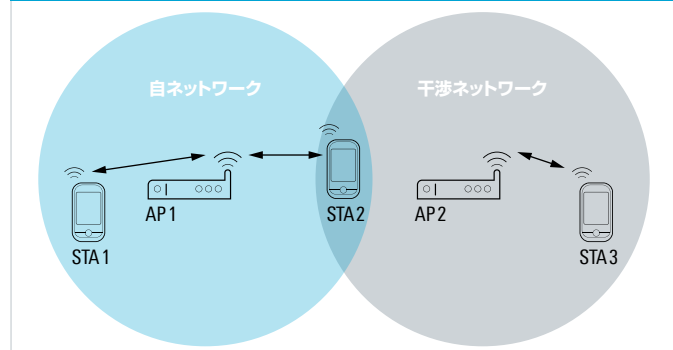


図5：BSSカラーの利点を示すシナリオ。STA2は2つのネットワークのカバーエリアに位置していますが、BSSカラーにより外部ネットワークを無視できます。

マルチユーザー MIMO

シングルユーザー MIMOは、802.11nで導入されました。その目的は、アクセスポイントから個々の加入者に、複数のアンテナを使用して複数のデータストリームを同時に送信することにより、データレートを上げることでした。加入者が複数の場合には、同じことが順次行われます。802.11acでは、マルチユーザー MIMO（MU-MIMO、図6）によってさらに性能が向上しています。これは、追加のアンテナ経路で複数のユーザーに同時に送信することにより、ネットワークの実効データレートを上げるものです。

ダウンリンクMU-MIMOでは、ビームフォーミングが用いられます（図7）。アンテナ・アレイ・ビームフォーミングでは、個々のユーザーの方向にビームを向けることにより、各ステーションが自分に宛てた信号だけを受信するようになっています。この機能は802.11axにも採用されていて、使用可能な並列データストリームの数が4から8に増加しています。さらに、MU-MIMOが初めてアップリンクにも導入されています。これにより、複数のステーションが同時に送信できるようになります（図7）。ただし、ステーションはビームフォーミングを使用しないので、複数の信号がアクセスポイントへの経路上で混ざり合います。それでも、アクセスポイントは、アンテナアレイを使用することにより、重なり合った信号を分離して、個々のユーザーに割り当てることができます。

ダウンリンクのMU-MIMO

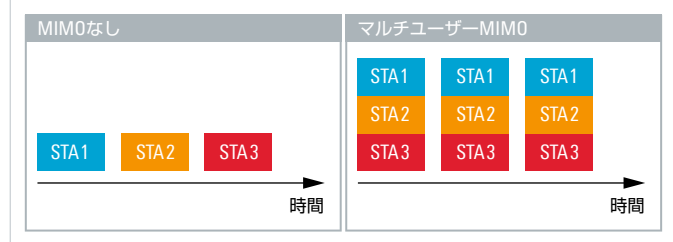


図6：802.11axでは、マルチユーザー MIMOは最大8つのステーションを同時に供給します。

TX/RX仕様

ステーションのデジタル/RFコンポーネントに課せられる要件は、802.11axではさらに厳しくなっています。サブキャリアオフセットが狭くなったことにより、隣接搬送波からの干渉による位相雑音の影響を信号が受けやすくなりました。このため、802.11acの場合よりも、局部発振器 (LO) の位相雑音性能が優れていなければなりません。1024QAMのコンスタレーションポイント間の間隔は、より低次のコンスタレーションの場合よりも狭いので、エラーのない送信を実現するために、システムノイズも小さくする必要があります。そのためには、D/AおよびA/DコンバーターのS/N比を大きくする必要があります。増幅器も、最小の歪みで動作する必要があります。

規格では、送信 (TX) および受信 (RX) モードでの物理パラメータに関していくつかの要件が定義されていて、適切なテスト機器を使用してそのすべてを検証する必要があります。ほとんどの値は、802.11acでの定義から変わっていません。したがって、以下には変更された要件と新しい要件のみを示します。

図7:
ダウンリンクでは、
ビームフォーミングに
よって特定の
ステーションを
ターゲットとする
カバレッジが
実現されます。
アップリンクでは、
ビームフォーミング
なしでもデータ
ストリームを
分離できます。

ダウンリンクのビームフォーミングとアップリンクのMU-MIMOの組み合わせ

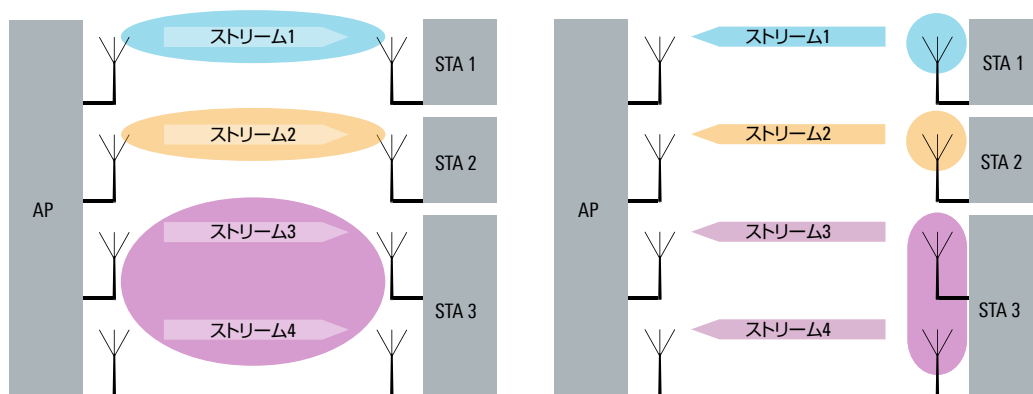
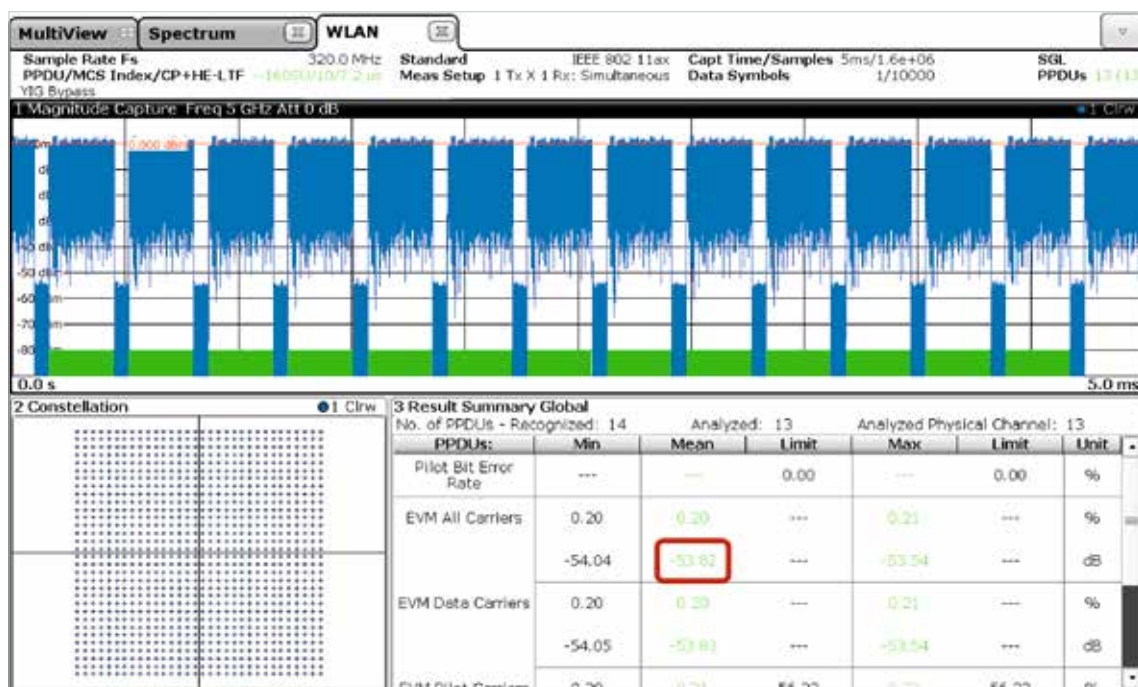


図8: R&S®FSW-
K91axオプションを
使用した160 MHzの
802.11ax信号の
変調解析。
1024QAM信号の
場合、R&S®FSWは
5 GHzでの送信時に
-53 dB未満の
EVMを実現します。



エラーベクトル振幅 (EVM)

1024QAMでは、コンスタレーションの密度が高まったため、EVMのリミットが厳しくなっています。802.11acでは、DUTが256QAMに対して達成する必要があるEVMは -32 dB以下ですが、802.11axの1024QAMに対する値は -35 dBです。測定機器の要件も、それに依りて高まります。測定誤差を最小にするために、シグナル・アナライ

ザの固有EVMは、仕様のリミットよりも大幅に低くしなければなりません。多くの場合、10 dBの余裕が必要です。これは、約0.5 dBの測定誤差に相当します。R&S®FSWスペクトラム／シグナル・アナライザは、優れたS/N比により、 -53 dB未満という内部EVMを実現しています。これにより、測定誤差は0.07 dBまで減少します(図8)。この例では、これと同等の優れたEVM値を備えたR&S®SMW200Aベクトル信号発生器でテスト信号を発生しています。

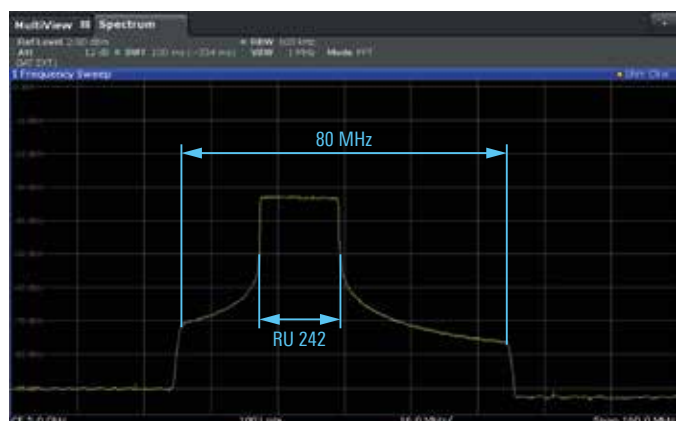


図9：サイズ242 (18.9 MHz) のアクティブ・リソース・ユニットの80 MHzアップリンク信号 (HE_TRIG) のスペクトラム。

未使用トーンエラー

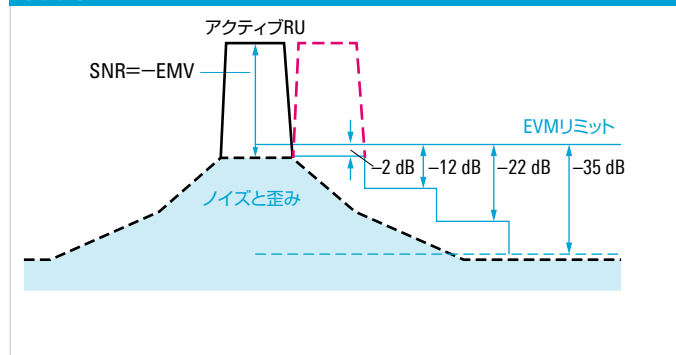


図10：RU 26の未使用トーンエラーのリミット値。その他のRUサイズの場合、異なるリミット値とステップ幅が適用されます。

アップリンク・テスト・セットアップ

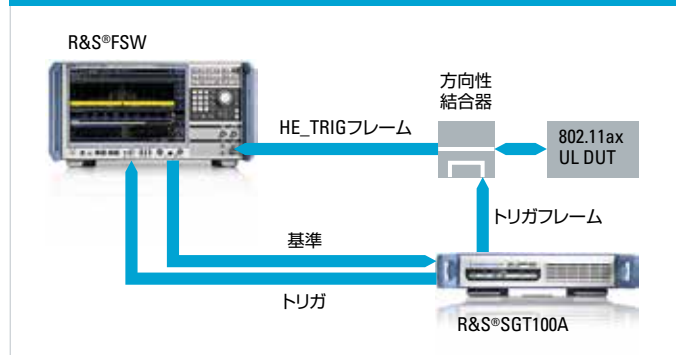


図11：アップリンク信号の測定のセットアップ。

アップリンク要件 (ステーション)

未使用トーンエラー

アップリンクでは、各ステーションはアクセスポイントから割り当てられたリソースユニットでのみ送信を行います(図9)。隣接するスペクトラムは他のステーションによって使用されているため、スプリアスエミッションは最小化する必要があります。802.11axでは、このために未使用トーンエラーが導入されています。ステーションが使用しないサブキャリア (RU 26ブロック内) のパワーが計算され、アクティブRUのパワーに比例して設定されます。これは、隣接チャネル漏洩電力 (ACLR) 測定に似ています。パワーが維持する必要があるリミットは、アクティブRUのEVMリミットを基準にして定義されます(図10)。例えば、アクティブRU 26の近くにあるサブキャリアは、EVMリミットよりも2 dB低いことが要求されます。それより遠くのサブキャリアに対しては、値は10 dBステップで -35 dBまで低下します。

周波数オフセットとタイミングオフセット

並列送信時にステーション同士が干渉することを避けるために、送信はほぼ同時に開始する必要があります。そうしないと、フレーム間のタイミングオフセットによって符号間干渉が生じる可能性があります。さらに、すべてのステーションが、送信周波数をアクセスポイントの周波数に一致するように調整する必要があります。どれかのステーションに周波数オフセットがあると、隣接するステーションのサブキャリアに干渉が生じます。ステーションは、アクセスポイントから受信したトリガフレームを使用して、互いの周波数を同期します(図4)。

802.11ax規格では、アップリンクで2種類の新しい測定が定義されています。最初にトリガフレームがDUTに送信され、DUTはHE_TRIGフレームで応答します(アップリンクとダウンリンクのフレーム名は異なります)。応答信号の相対周波数誤差(中心周波数オフセット、許容値 ± 350 Hz)と、トリガフレームの終了から応答フレームの開始までの遅延(タイミング確度、許容値 ± 0.4 μ s)が測定されます。図11に、テストセットアップを示します。アクセスポイントの役割を果たすR&S®SGT100Aベクトル信号発生器は、トリガフレームを発生すると同時に、R&S®FSWにトリガ信号を送信して測定を開始させます。許容される周波数オフセットは非常に小さいので、RFの精度はきわめて高いことが必要です。このために、R&S®SGT100AとR&S®FSWは、10 MHz基準を経由して結合されています。

レシーバーテスト

レシーバーに対しては、さまざまな感度テストを実行する必要があります。例えば、低い入力パワー（1024QAMの場合は−43 dBm）で、誤ったビットを含む受信パケットが10 %以下であることを確認する必要があります。802.11axでは、新しい1024QAM変調に対する追加の要件を含むように、802.11acのテストケースが拡張されています。これらのテストには、測定結果が信号源の影響を受けないように、高品質の基準信号が必要です。R&S®SMW200Aベクトル信号発生器と

R&S®SMW-K142無線LANオプションの組み合わせは、この目的を満たす十分な能力を備えています。図12に、5 GHzでの測定の設定を示します。R&S®SMW-K142オプションを使用することにより、アップリンクとダウンリンクの両方の信号を発生できます。このセットアップと、複数のR&S®SGT100A測定器およびR&S®SMW200A用のリアルタイム・フェーディング・オプションを組み合わせることにより、最大8アンテナのMIMO信号を発生することもできます（図13）。

Dr. Michael Simon

図12：
R&S®SMW-K142
オプションの
ダウンリンク信号（HE_
MU）に対する
構成メニュー。

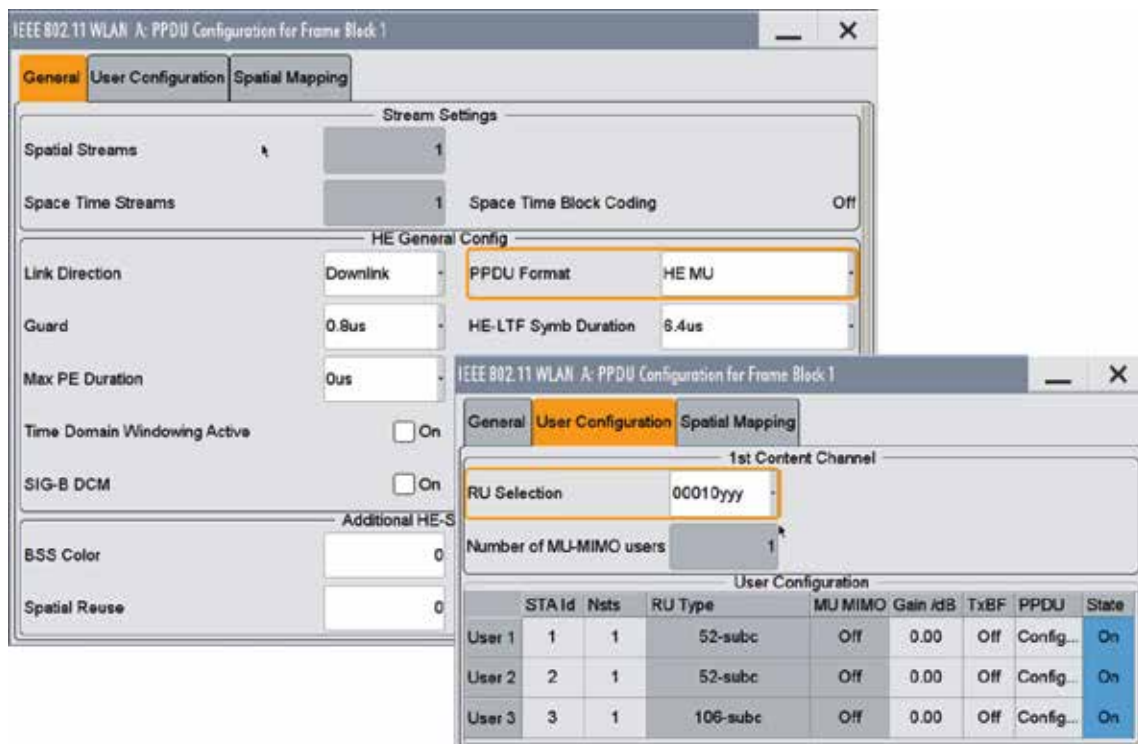


図13：R&S®SMW200Aベクトル信号発生器1台と
R&S®SGT100A拡張ユニット6台に、オプションで
リアルタイム・フェーディング・シミュレーションを
組み合わせた、8つのTX信号または8つのRX信号を
作成できるコンパクトなMIMOシステム。



参考資料

- [1] IEEE 802, IEEE P802.11ax/D2.0, 2017
- [2] Specification Framework for TGax, 2016年5月[オンライン]リンク：<https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/15/11-15-0132-17-00ax-spec-framework.docx>
- [3] L. Ward, "IEEE 802.11ax Technology Introduction", 2016年10月[オンライン]リンク：https://www.rohde-schwarz.com/de/applikationen/application-note_56280-345664.html

最大1.2 GHzの解析帯域幅による 5G用広帯域増幅器測定

R&S®FSWシグナル／スペクトラム・アナライザを使用すれば、1.2 GHzという広い解析帯域幅により、将来の5G移動体通信規格用のコンポーネントに対する困難な測定を実行できます。増幅器の総合的な特性評価とOFDM変調信号の解析のための追加測定オプションが用意されています。

将来の5G移動体通信規格で現在のLTEテクノロジーのデータレートを超えるために、業界では、28 GHzと39 GHzを含むマイクロ波レンジの周波数バンドが注目されています。複数の搬送波を組み合わせることにより、数100 MHzの帯域幅を実現できます。例えば、100 MHzの搬送波を8つ使用すれば800 MHzになります。このために、5Gコンポーネントの開発者には、このような周波数と帯域幅の信号解析が可能な電子計測ソリューションが必要です。

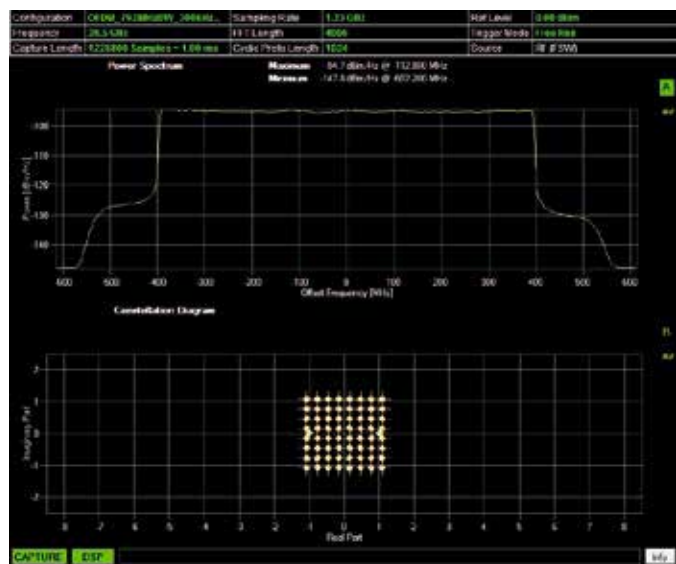
新しいR&S®FSW-B1200オプションは、R&S®FSWシグナル／スペクトラム・アナライザの解析帯域幅を1.2 GHzに拡大します。広いダイナミックレンジと小さい入力信号歪みが特長で、スプリアス・フリー・ダイナミック・レンジ (SFDR) は65 dBcになります。このような特性により、エラーベクトル振幅 (EVM) などの測定を行って、信号の変調品質を正確に判定できます。きわめて優れたEVM特性を持つ信号

に対して信頼性の高い測定を実行するには、測定器自体から発生するEVMが最小であることが必要です。例えば、帯域幅拡張とR&S®FS-K96PC OFDMベクトル信号解析ソフトウェアをR&S®FSWと組み合わせることにより、28 GHzレンジの帯域幅800 MHzの信号に対して、-40 dBのオーダーのEVM値を測定できます。OFDM解析ソフトウェアを使用することにより、規格以外のOFDM信号の変調測定も実行でき、ユーザー定義可能なOFDM変調器の測定パラメータを高い自由度で定義できます。将来の5G移動体通信規格のOFDM信号仕様はまだ最終決定されていないので、このような柔軟性は大きな利点です。

増幅器の非線形効果に対するデジタル プリディストーション

基地局やスマートフォンのパワーアンプは、優れた送受信特性を実現するために、広い周波数レンジで高いリニアリティを示す必要があります。しかしながら、一般的に高いパワーレンジでは、不要な非線形効果が発生し、信号品質を低下させます。その影響は、EVM値の上昇と、隣接チャネルへの干渉の増加として現れます。そのために、低次の変調しか使用できず、結果として低いデータレートしか実現できません。そこで、この効果をただしく評価することにより、デジタルプリディストーションを使用して補正することが可能になります。

図1: 28 GHzの800 MHz帯域幅のOFDM信号の、R&S®FSW-B1200 1.2 GHz解析帯域幅オプションおよびR&S®FS-K96PC OFDMベクトル信号解析ソフトウェアによる解析。EVMの測定値は-40 dB以下です (表示されていません)。



R&S®FSW-K18増幅器測定オプションと、その機能を拡張するR&S®FSW-K18DダイレクトDPD測定オプションを使用すれば、増幅器設計における非線形効果をプリディストーションによってどの程度補正できるかを判定できます。これらのオプションを使用すると、入力信号を基準とした非線形振幅／位相変化から生じる歪み (AM/AMおよびAM/φM) を評価し、さまざまな方法を適用して数学的に補正することができます。R&S®FSW-K18は、まずベクトル信号発生器からの基準信号を、被試験デバイスで増幅された信号と比較します。次に、歪みを表す補正多項式を、近似に基づいて計算します。また、イコライザーを使用して周波数応答を計算することもできます。隣接チャネルに点在する干渉を考慮するために、信号帯域幅の3倍、4倍、5倍の解析帯域幅が一般的に用いられます。R&S®FSW-K18は、振幅／位相補正值の計算結果を、R&S®SMW200Aベクトル信号発生器に転送します。信号発生器は、これらの値を使用して信号にプリディストーションを適用し、DUTへ信号を出力します。R&S®FSWは、DUTからの出

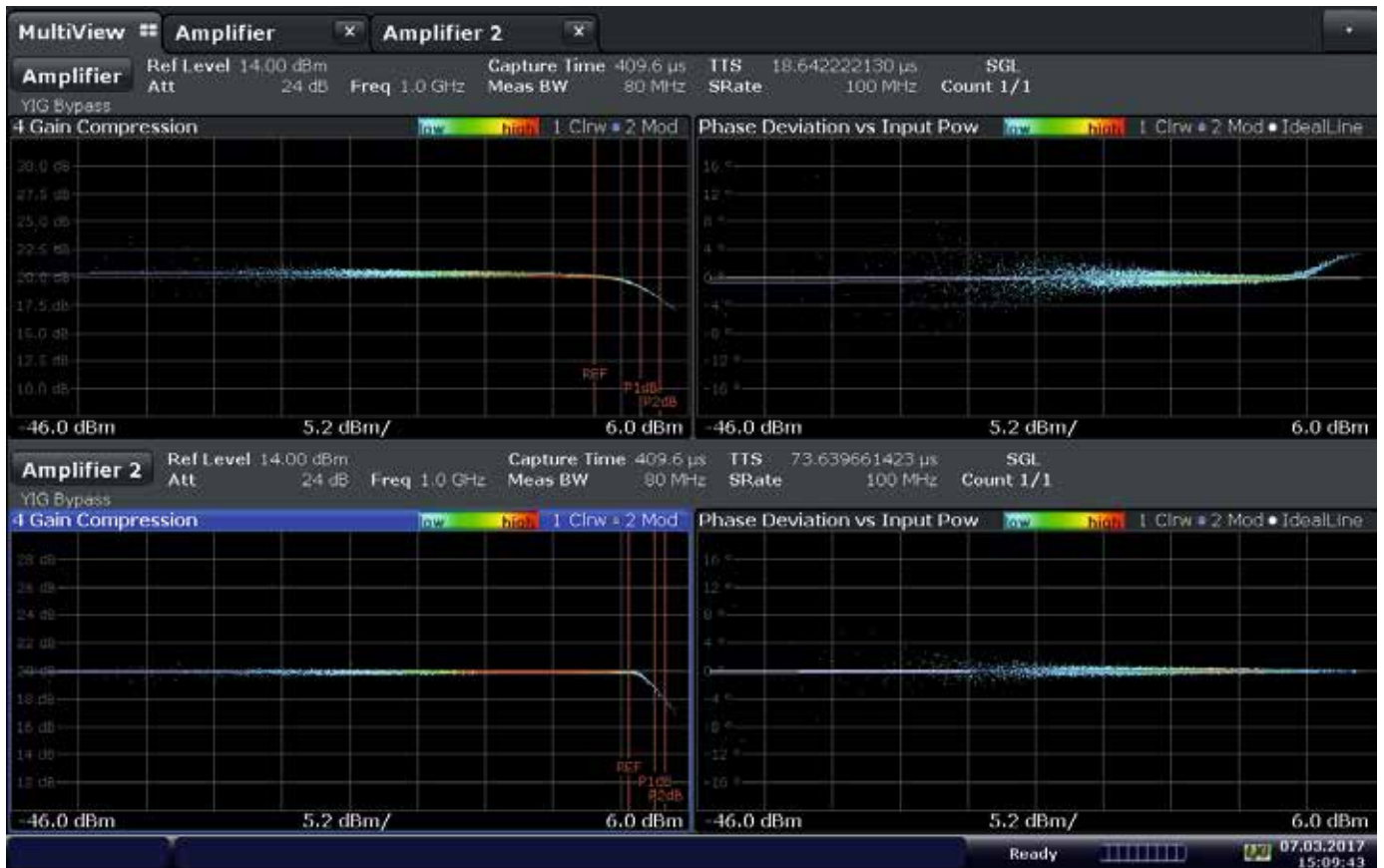


図2：上の図：増幅器によって歪みが生じた信号。パワーが増加すると、増幅器はゲイン圧縮領域に入ります（約1 dBm）。増幅はリニアでなくなり、位相が歪みます。下の図：R&S®FSWから得られた補正データによるプリディストーションを加えた信号。圧縮が始まるパワーレベルは大幅に高くなります。1 dB圧縮ポイントは約1 dB高くなり、位相歪みは完全に補正されています。R&S®FSW-K18Dオプションによるメモリ効果の補正により、テストポイントの分散も減少しています。表示されたトレースの幅が狭くなっています。

力信号を測定して表示します（図2）。この時点で、出力信号の歪みは、増幅器設計と補正で実現できる最小値になります。

前述の非線形効果以外に、増幅器のメモリ効果によっても周波数応答が変化します。これは、多項式では補正できません。従来、この応答を記述するには、Volterra級数などの高度な数式が必要とされていました。R&S®FSW-K18増幅器測定オプションのR&S®FSW-K18D拡張を使用すれば、このような補正が容易になります。R&S®FSW-K18Dでは、多項式による近似の代わりに、個々のサンプルによる反復近似が適用されます。この方法によって、あらかじめ定義された信号シーケンスの非線形歪みと周波数応答の両方が補正されます。これにより、ユーザーが使用するプリディストーションアルゴリズムの最良の基準が得られます。R&S®FSWで1.2 GHzの解析帯域幅が利用できることで、最大約1 GHzの帯域幅の増幅器の特性評価が可能になります。

まとめ

R&S®FSW43およびR&S®FSW50ハイエンド・シグナル／スペクトラム・アナライザで、1.2 GHzの解析帯域幅が使用可能になりました。これはアナライザの周波数レンジ全てにわたって使用でき、5Gに関連する周波数バンドの測定に特に適しています。R&S®FSW-K18増幅器測定オプションに対するR&S®FSW-K18DダイレクトDPD測定拡張により、増幅器のメモリ効果も補正できるようになりました。

R&S®FSWは、R&S®FSW-B2000オプションによって2 GHz帯域幅をサポートしており、1.2 GHz以上の解析帯域幅が必要なアプリケーションに使用可能です。このオプションは、R&S®RTOオシロスコープを外部A/Dコンバーターとして使用し、5.5 GHzの中心周波数から適用できます。

Martin Schmähling

9 GHzまで測定可能な モジュラー・プローブ・システム

図1：プローブ・アンプ・モジュールは、アプリケーションに合わせてさまざまなチップモジュールと組み合わせることができます。ここでは、R&S®RT-ZMA15チップモジュールは、270 Ωのはんだ付け抵抗を使用し、測定信号に接触します。

高速データ信号の高精度測定向けに、新しいモジュラー広帯域プローブシステムが設計されました。測定モードを切り替える際に、DUTの再接続が不要になります。

例えば、USBインタフェースやPCIeインタフェースで高速データ信号を測定する場合、高性能のプローブが必要です。プローブの要件として、必要な帯域幅と十分に大きなダイナミックレンジを備えていること、およびプローブチップの入力インピーダンスによって測定信号に負荷がかかったり歪みが生じないことが挙げられます。柔軟性の高い接触オプションと広い温度範囲も、要件リストの上位に位置します。

新しいR&S®RT-ZMモジュラー・プローブ・システムは、こうした要件に適合するよう開発されています。高度なテクノロジーに基づいたこのプローブは、汎用性に優れ、しかも使いやすいため、さまざまなアプリケーションに幅広くご利用いただけます。プローブは、アンプモジュール（図1と図2）と、DUTに接触するチップモジュールから構成されます。測定作業の内容に応じて、さまざまなチップモジュールが使用可能です。同軸ケーブルを使ってアンプアンプモジュールをローデ・シュワ

ツのプローブインタフェースに接続します。インタフェースは、オシロスコープ上の必要なチャンネルに接続されます。インタフェースで、必要な電源電圧が供給され、アナログ信号とデジタル信号が同時に送信されます。

アンプモジュールは、1.5 GHz/3 GHz/6 GHz/9 GHzの帯域幅で使用可能です。RF ASICを社内開発し、コンポーネントを目的に適合させることで、業界で他の追随を許さない低温度ドリフトなど、モジュールの優れたRF特性と独自のDC特性を実現しました。アンプモジュールのDCオフセット補正機能と、再接続なしでの平衡／不平衡測定の実行機能により、高度なレベルの汎用性と利便性を実現しています。さらに、DC電圧測定用の内蔵A/Dコンバーターを使用することで、チャンネルに依存しないDC測定を並行して行え、高い精度が保証されます。

チップモジュールの選択は、特定の要件に依存します。測定帯域幅のほか、入力インピー

ダンス、温度範囲、接点タイプなどのパラメータを考慮する必要があります。R&S®RT-ZMモジュラー・プローブ・システムによって、さまざまな可能性が得られます（図3）。

難しい要件に対応した設計

1つの接続ですべての測定を実行



広帯域プローブの重要な機能の1つが、RF ASICでのマルチモード機能です。マルチモード機能は、測定モードの切り替えを行います。シングルエンド、差動、コモンモードの測定を、デバイスの再接続なしに実行することができます。オシロスコープによってASICの内部切り替えが制御され、信号成分が、選択されたモードに従ってアンプに送られます（図4）。これは、誤った接続の防止と測定時間の短縮につながります。

R&S®RT-ZMモジュラー・プローブ・システム

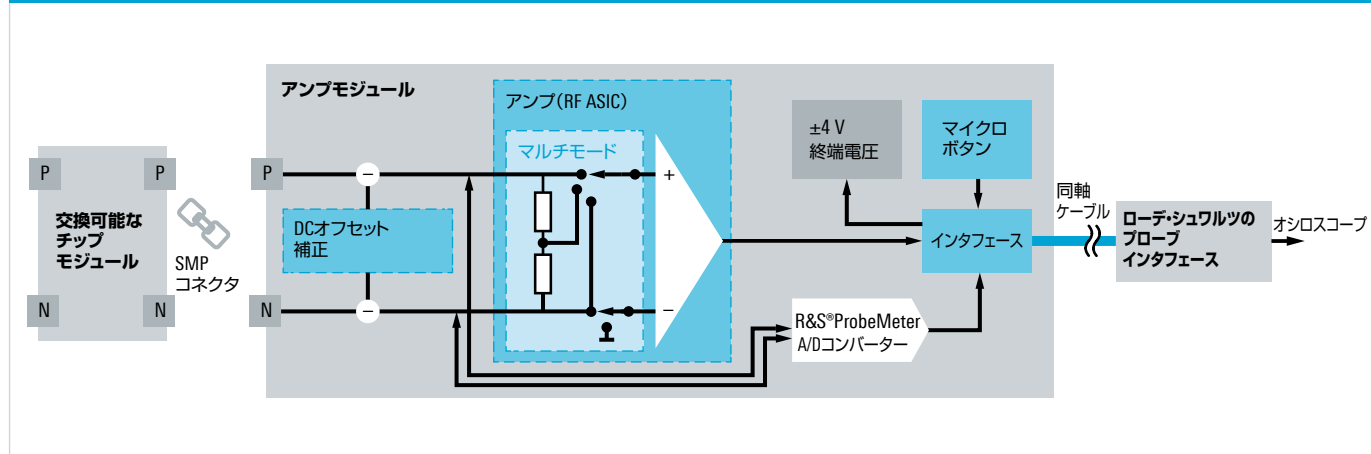


図2：アンプモジュールは、1.5 GHz/3 GHz/6 GHz/9 GHzの帯域幅で使用可能です。DUTへの接触には、交換可能なチップモジュールが使用されています。

DCオフセット補正

プローブのダイナミックレンジは、減衰比に依存します。R&S®RT-ZMモジュラー広帯域プローブには、2:1と10:1の2つの選択肢があります。対応するダイナミックレンジは、 ± 0.5 Vと ± 2.5 Vです。ダイナミックレンジが不十分な場合、DCオフセット補正を使用し、測定ウィンドウを -16 V $\sim$ $+16$ Vの範囲でシフトできます。この機能を使用すれば、ASICの差動

アンプに送る前に、プローブチップでテスト信号のDC成分を補正できます。この利点は明らかです。高いDC成分を持つ信号であっても、フル・ダイナミック・レンジと最高分解能で測定できるようになります。この機能は、マルチモードでも使用可能です。4つの測定モードのそれぞれに、適切なDCオフセット補正方法があります。

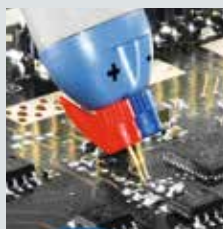
2つの代表的なアプリケーションが、高DC電圧成分を持つ差動信号の測定と、AC成分がスーパインポーズされたDCパワーレールのパワーインテグリティの測定です(図5)。ローデ・シュワルツでは、動作電圧が低い最新DCパワーレールでの特に困難な測定用に、特殊なプローブ、R&S®RT-ZPR20を提供しています(39ページの記事を参照してください)。

図3: どのアプリケーションでも、DUTへの接触に適切なチップモジュールを使用できます。



テストポイント間隔の縮小が必要となる
極小入力インピーダンス:

R&S®RT-ZMA10: 入力容量の低い
(わずか77 fFの) はんだ付けチップモジュール



差動信号とのユニバーサルな接触
ポイント:

R&S RT-ZMA30: スプリング内蔵
プローブチップによるDUTの手動接触。
入力容量は32 fF



6 GHzの帯域幅まで高速で柔軟な接触を実現:

R&S®RT-ZMA12: 入力容量279 fFの1.27 mm
ピンコネクタ経由で接触



シングルエンド信号源と差動信号源を50 Ω
または100 Ω のインピーダンスで測定:

R&S®RT-ZMA40: 3.5 mmおよび
2.92 mmコネクタと使用できる
SMAモジュール経由で接触。 ± 4 Vの
コモンモード電圧もモジュール経由で
供給し、グラウンドの代わりに基準として
使用可能



6 GHzを超える帯域幅に対して高速で
柔軟な接触を実現、低い入力容量:

R&S®RT-ZMA15: R&S®RT-ZMA12
より帯域幅が高く、入力容量の低い
(109 fF) 270 Ω はんだ付け抵抗



温度範囲 -55 $^{\circ}\text{C}$ $\sim$ $+125$ $^{\circ}\text{C}$ での測定:

R&S®RT-ZMA50: RT-ZMA11はんだ
付けモジュールは、アンプモジュールから
1 mケーブルペアによって分離。気候室内の
拡張温度範囲で2.5 GHzまで測定可能

オシロスコープの設定に依存しない、

高精度電圧測定

統合型のR&S®ProbeMeterは、シングルエンド構成と差動構成のどちらにおいても、動作点と電源電圧を短時間で簡単に決定する場合に最適です。アンプモジュールに内蔵されている独立したA/Dコンバーターを使用するため、オシロスコープの設定とは無関係で

す。測定信号のDC成分を、オシロスコープ測定と並行して連続的に決定することができます。測定の不確かさは、 ± 7 Vの測定範囲で0.05 %です。

オシロスコープ制御用の

R&S®ProbeButton

アンプモジュール上のマイクロボタンの機能は、オシロスコープで設定できます。実行/停止、自動設定、測定結果の保存、測定モードの切り替えなど、さまざまな機能を利用できます。これらの機能により、オシロスコープの動作が簡素化し、他の動作によって気が散る心配がなくなります。

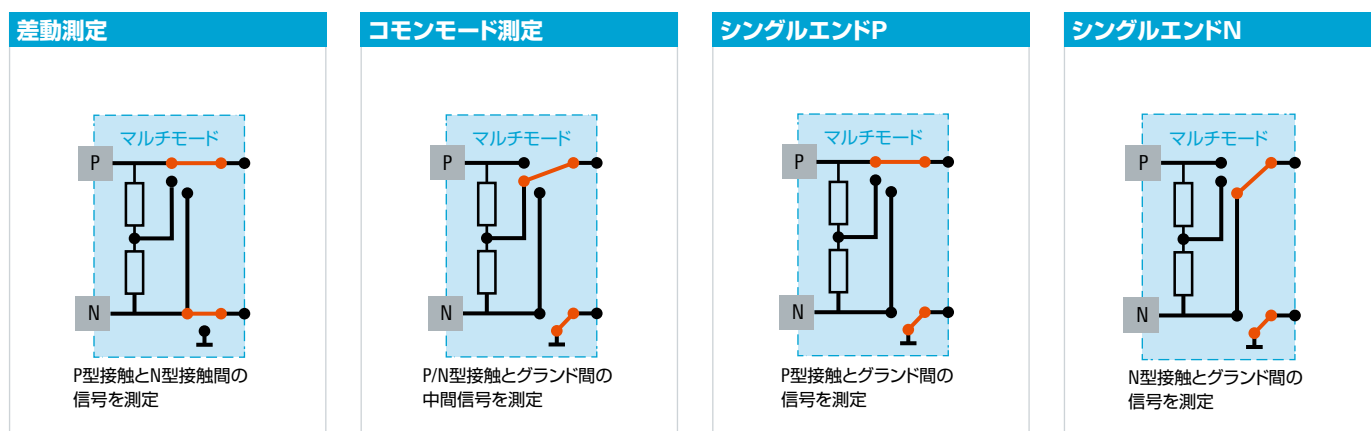


図4：マルチモード機能（オシロスコープによって制御）が、選択した測定に応じてRF ASIC内の信号を切り替えます。

アプリケーション	DCオフセット補正	手順
AC成分がスーパインポーズされたDC電圧でのパワーインテグリティ測定	Pオフセット: $V_P \text{モード} = V_P$	高度な電子ボード上のパワーレールで測定を行う場合、対象は重ね合わさったAC成分になります。これらの成分を、一定のDC成分に対する補正後、アンプのフル分解能を使って測定できます。
大きなDC成分を持つ差動信号の測定	コモンモード・オフセット: $V_{CM} = 0.5 \times (V_P + V_N) = 16 \text{ V}$	必要な差動信号には、重ね合わさったコモンモード電圧があります。差動信号情報だけを測定するには、2つの測定ポイント間のコモンモード電圧を補正し、アンプが平衡差動信号のみを供給するようにします。

図5：DCオフセット補正の利点を示す代表的なアプリケーション例

ローデ・シュワルツのアクティブプローブの比較: R&S®RT-ZM対R&S®RT-ZS/R&S®RT-ZD

プローブ	入力抵抗		入力容量	
	SE	DM	SE	DM
R&S®RT-ZS10/10E/20/30	1 M Ω		0.8 pF	
R&S®RT-ZS60	1 M Ω		0.3 pF	
R&S®RT-ZD10/20/30	500 k Ω	1 M Ω	0.8 pF	0.6 pF
R&S®RT-ZD40	500 k Ω	1 M Ω	0.65 pF	0.4 pF
R&S®RT-ZMA10/11	200 k Ω	400 k Ω	96 fF	77 fF
R&S®RT-ZMA12	200 k Ω	400 k Ω	521 fF	279 fF
R&S®RT-ZMA15	200 k Ω	400 k Ω	150 fF	109 fF
R&S®RT-ZMA30	200 k Ω	400 k Ω	52 fF	32 fF

図6: R&S®RT-ZS/R&S®RT-ZDプローブファミリと
R&S®ZMモジュラープローブの入カインピーダンスの
比較 (DM=差動モード、SE=シングルエンド)

入カインピーダンス対周波数

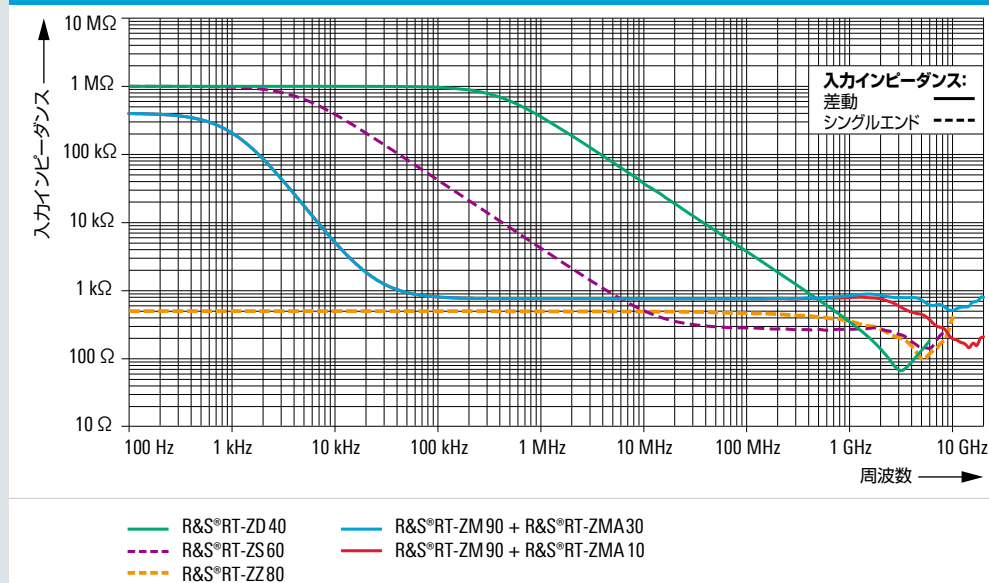


図7: 100 Hzから20 GHzの
範囲のさまざまなプローブの
入カインピーダンスの比較

差動入カインピーダンス対周波数

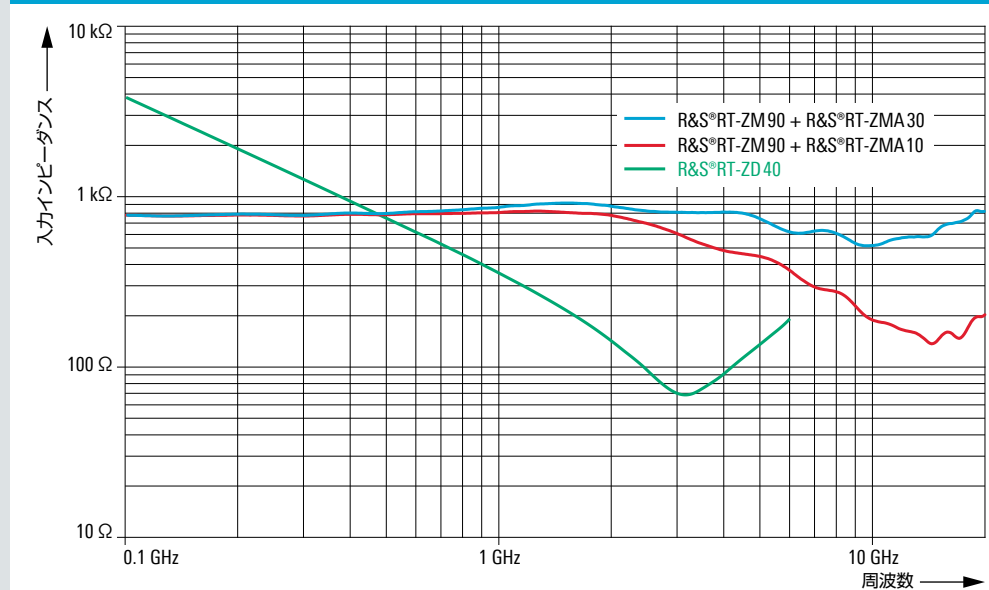


図8: 100 MHzから20 GHzの範
囲の差動プローブの
入カインピーダンスの比較

プローブ入力インピーダンスの比較

プローブは、入力インピーダンスが無限大で、信号源に対する負荷がないのが理想です。実際のプローブの実効入力インピーダンスは、主に入力抵抗と入力容量によって決まります。どちらも信号源から信号電流を引き出す負荷を形成するため、測定対象信号だけでなく回路の機能にも影響します (図9)。

入力抵抗が低すぎると、信号振幅が減少します。減少するのは抵抗を並列に接続しているため、これにより測定対象信号に歪みが生じます。周波数が高いと、プローブの容量性負荷が、測定対象信号の波形に影響を及ぼします。周波数が増加するにつれ、測定信号への影響は大きくなります。

アクティブプローブの入力インピーダンスは一般にパッシブプローブより高いため、測定対象信号に大きな負荷がかかることはありません。ローデ・シュワルツのポートフォリオには、両方のタイプのプローブが用意されています。アクティブプローブの種類は、特に広範囲におよびます。ここで紹介するR&S®RT-ZMモジュラー広帯域プローブシステムに加えて、R&S®RT-ZSプローブとR&S®RT-ZDプローブも提供しています。これらのプローブとR&S®RT-ZMの違いは、主に帯域幅と入力インピーダンスにあります。36ページのボックス内の図6～8に、さまざまなプローブファミリの比較を示します。

入力抵抗と入力容量の影響

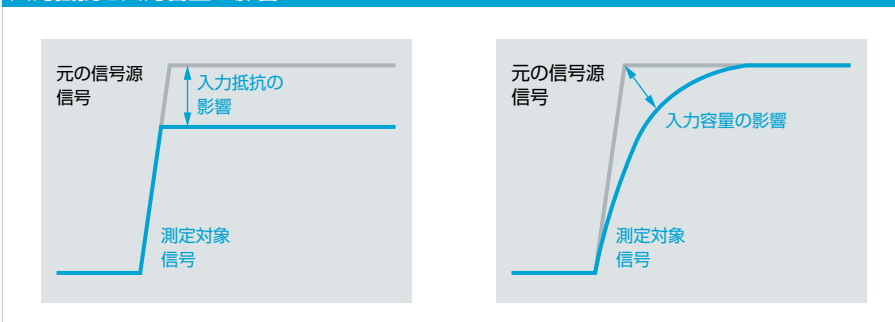


図9：プローブの入力インピーダンスは、信号源に影響を与えます。左のダイアグラムに測定対象信号に与える入力抵抗の影響を、右のダイアグラムに入力容量の影響を示します。

測定例

R&S®RT-ZMモジュラー広帯域プローブの代表的なアプリケーションの1つは、高速USB 2.0信号の検証です。このアプリケーションでは、DUT (例えば、USBメモリモジュール) に、2つのデータピンD+とD-を経由で接触します。差動測定に加えてシングルエンド測定とコモンモード測定を実行するには、グラウンド接点も必要です。

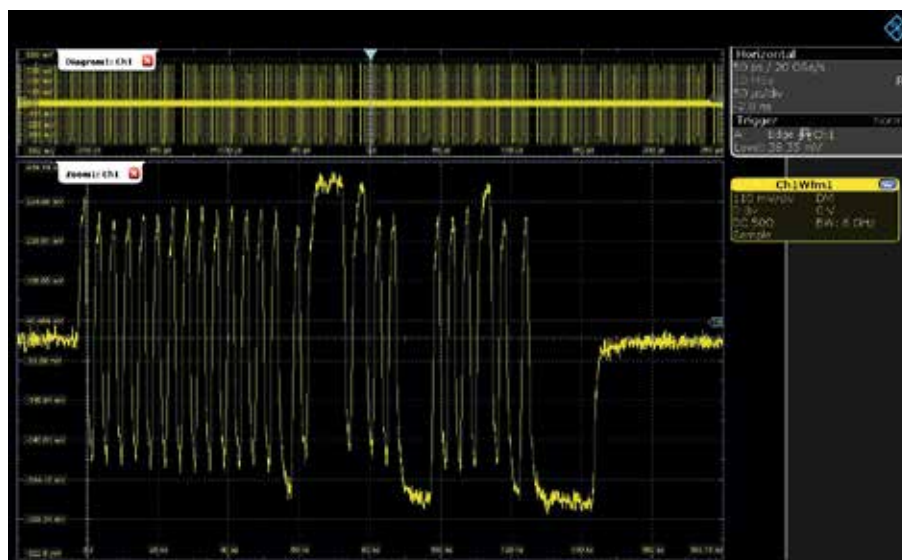
使用可能な検出距離は通常短いため、測定信号への影響を最小限に抑えるには、R&S®RT-ZMA10はんだ付けチップモジュールを推奨し

ます。DUTに対する負荷の容量が77 fF未満であるため、ほぼ理想的な接続が確保されます。はんだ接続は、できるだけ短く保つことが重要です。

図10の測定結果は、アイドルモードでの2つのデータピンD+とD-の間の差動USB信号を示します。プローブは、差動モード (DM) に設定されています。

この時点でコモンモードとシングルエンドのUSB信号を解析するには、単にオシロスコープ上でR&S®RT-ZMプローブのテストモードを

図10：USB差動信号。プローブは、差動モード (DM) で動作します。



変更します。DUTの再接続は不要です(図11と図12)。プローブの現在のマルチモード構成は、DM、CM、P、Nとして信号アイコンに表示されます。

-55 °C~+125 °Cの拡張温度範囲での測定には、R&S®RT-ZMA50恒温槽用キットを使用する必要があります。2つのマッチングのとれたコード延長セットを使用して、R&S®RT-ZMA11チップモジュールをアンプモジュール

から分離し、DUTを恒温槽に設置できるようにします。

まとめ

R&S®RT-ZMプローブは、広帯域信号の測定用に設計され、帯域幅1.5 GHz/3 GHz/6 GHz/9 GHzのアンプモジュールで利用できます。多くの異なるチップモジュールが用

意されているため、さまざまなタイプのDUTとの最良の接触を実現できます。±16 VレンジでのDCオフセット補正に加えて、マルチモード(再接続する必要なく、オシロスコープによって異なる測定モード間の切り替えが可能)などの特別に開発された機能を備えたR&S®RT-ZMプローブは、高速データ信号の測定用のユニバーサルで使いやすいソリューションです。

Matthias Beer

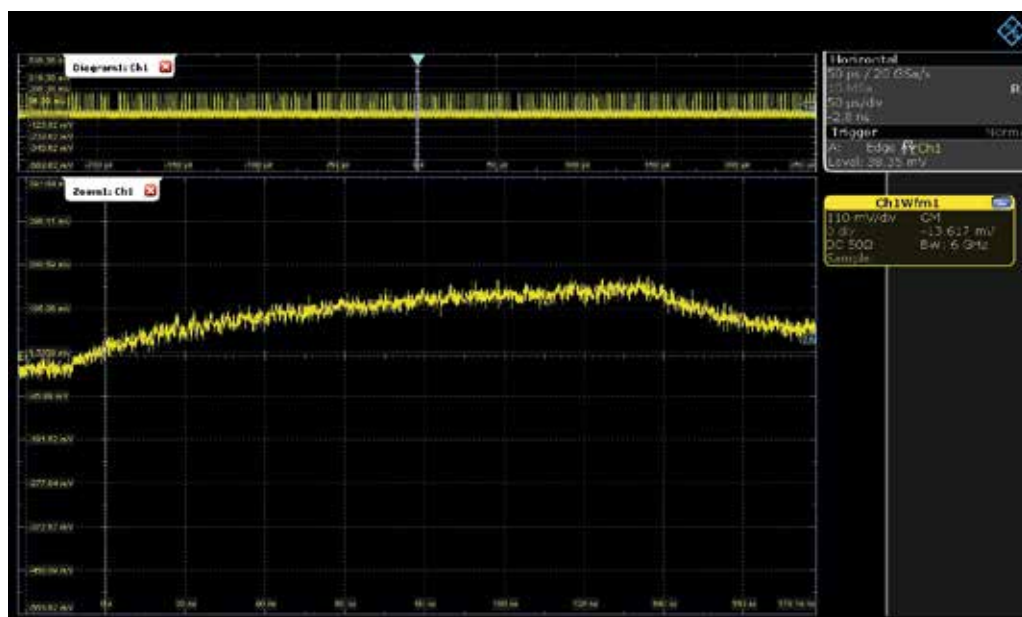


図11: USBコモンモード信号の測定。コモンモード (CM) への変更は、オシロスコープで行われました。DUTの再接続は不要でした。

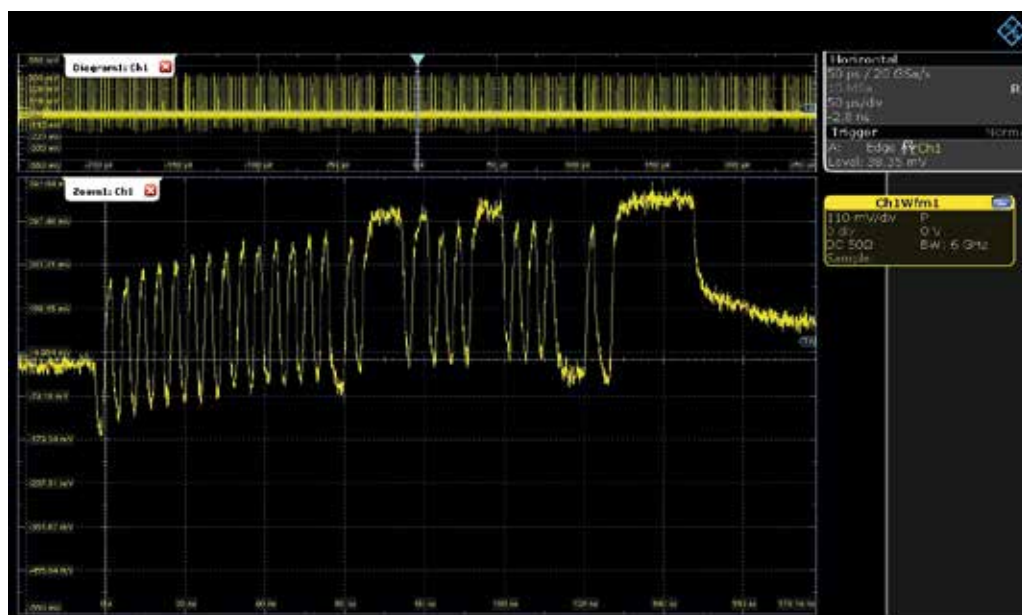


図12: この場合も、再接続は不要でした。USBシングルエンドP信号の測定を実行しました。

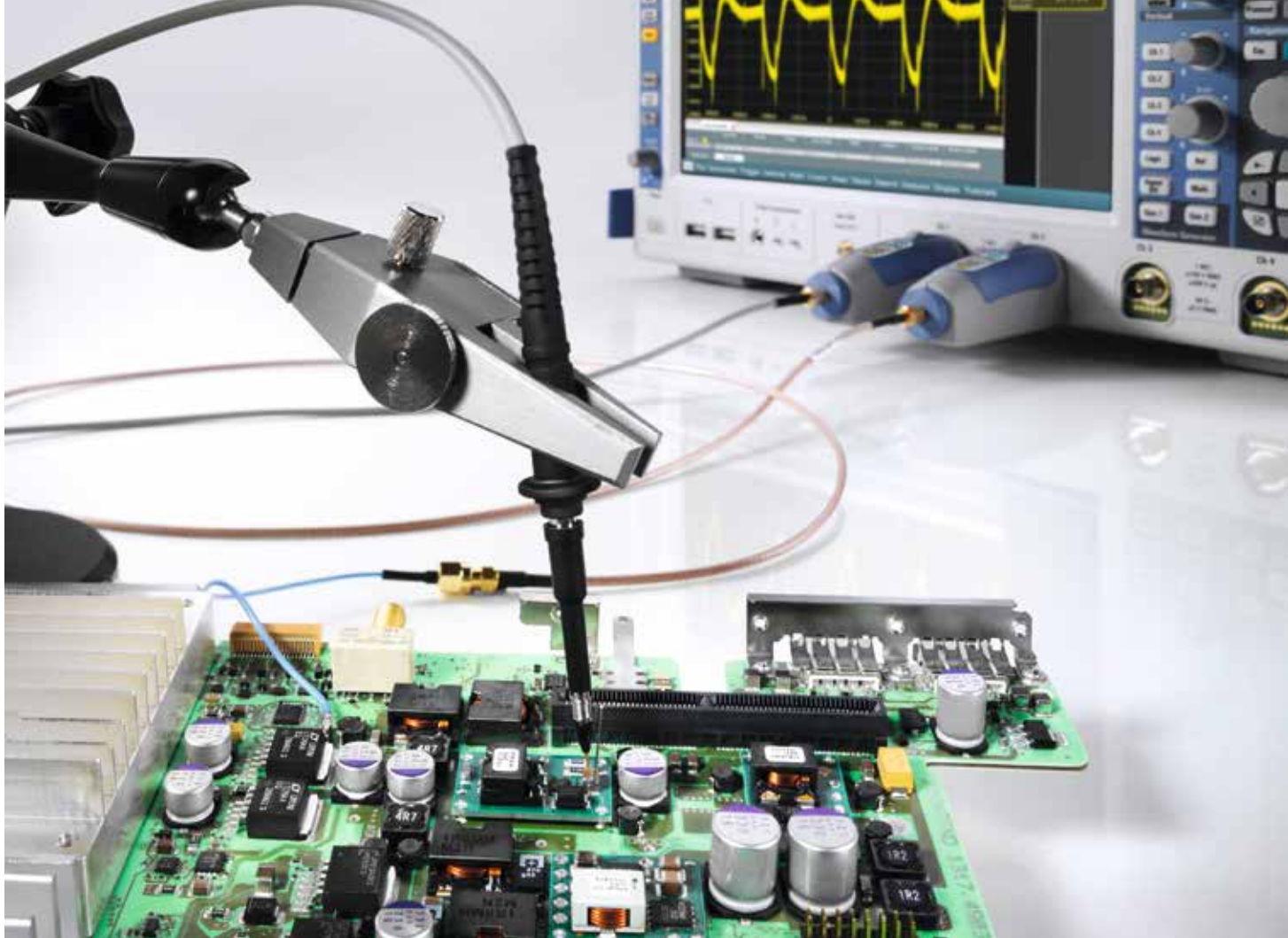


図1：R&S®RTOに接続された2個のR&S®RT-ZPR20パワー・レール・プローブ。1個ははんだ付け同軸ケーブルを通じて回路に接続され、もう1個は短時間で概要測定を行うためにブラウザー・モジュールに接続されています。

正確なパワーインテグリティ測定のための低ノイズプローブ

電源の品質は、電子回路の機能と性能を左右する重要な要素です。新しいR&S®RT-ZPR20プローブは、DC電源の経路でノイズを抑えた広帯域測定を可能にします。

今日の高度な電子機器のデザインにおいては、多い場合には何百もの電源を供給する回路が含まれています。その回路のそれぞれに対して、ICピンに供給されるDC電圧が指定された許容範囲内で、必要なレベルの品質を満たしていることを確認するためのテストが必要です。このような測定には、現在でもオシロスコープが最も多く用いられています。オシロスコープを使えば、DC的な電圧レベル

だけでなく、ノイズも含めた品質も測定できます。しかし従来のオシロスコープやプローブの場合、測定器自身のノイズや不十分なオフセット範囲などの要因のために測定精度が低下するため、この種の測定には困難が伴っていました。

FPGA、ASIC、DDRメモリなど、今日の電子部品に必要なパワーレール電圧と許容範囲

は、減少し続けています（図3）。従来の5 Vのパワーレールに対して10 %の測定許容範囲で測定を行うのはどんなオシロスコープでも可能ですが、1 Vのパワーレールで許容範囲が2 %だと、値はわずか20 mVとなります。このような小さい振幅は、多くのオシロスコープおよびプローブ・システム自体の固有ノイズの範囲内に入ってしまうため、正確な測定は不可能です。



図2：R&S®RT-ZPR20パワー・レール・プローブは、R&S®ProbeMeterを内蔵しており、信号のリップル、ノイズ、過渡信号といった詳細情報と、電源分配回路の正確なDC電圧を、R&S®RTEおよびR&S®RTOで観測できます。

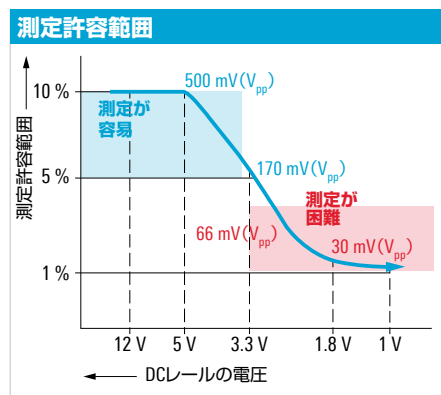


図3：高感度の電子部品の電源分配回路の評価は、従来のプローブではほぼ不可能です。2 %未満という狭い許容範囲に対応するには、固有ノイズがきわめて小さい特殊なプローブが必要です。

R&S®RT-ZPR20パワー・レール・プローブ

新しいR&S®RT-ZPR20アクティブ・パワー・レール・プローブ(図1、図5)は、R&S®RTOおよびR&S®RTEオシロスコープを使用して高速で正確なパワーインテグリティ測定を実行する目的で開発されました。このプローブには、他に類のない内蔵DC電圧計(R&S®ProbeMeter)が備わっています。この機能は、オシロスコープの波形捕捉やレンジ設定とは完全に独立してDC電圧を測定できるため、必要なオフセット補正を簡単に判定するために非常に便利です(以下を参照)。

きわめて小さいシステム・ノイズ

オシロスコープのフロントエンドとプローブには必ず固有のノイズがあり、それが信号に付加された形で観測されます。信号が小さい場

合、付加されたノイズによってp-p電圧が過大に表示されます。このため、使用するオシロスコープとプローブのノイズはできるだけ小さいことが必要です。

R&S®RT-ZPR20パワー・レール・プローブとR&S®RTOまたはR&S®RTEオシロスコープは、RMSノイズ電圧がきわめて小さく、1 GHzの帯域幅、1 mV/divの垂直スケールでわずか120 μVです。プローブの減衰比

図4：広帯域測定用のはんだ付けビッグ・テール同軸ケーブル。



R&S®RT-ZPR20を電源分配回路に接続するには、2つの方法があります。350 MHzブラウザは、電子機器デザインの複数の電源を短時間で測定するために最適です。これはローデ・シュワルツのプロープ・アダプターにSMAコネクタ経由で接続され、グラウンド・ループを最小化するグラウンド・スプリングや、コンポーネントやテスト・ポイントに固定するためのクリップなどの追加アクセサリが付属しています。もっと精密で低雑音の広帯域幅測定を行うには、信頼性の高い高忠実度の接続が必要です。この場合、一般的に50 ΩのSMA同軸ケーブルがプローブ接続に用いられます。ケーブルの反対側の端は回路にはんだ付けされます(図4)。



は1:1なので、10:1のプローブで起きる問題は発生しません。10:1のプローブでは、入力信号は10分の1に減衰されますが、固有のノイズはそのままなので、ノイズが10倍大きく表示されます。

±60 VのDCオフセット補正範囲

多くのオシロスコープのDCオフセット補正範囲は、今日の電子機器のパワーレールの広いレンジを高分解能で直接測定するには不十分です。このために、2つの問題が生じます。第1に、信号を垂直ダイナミックレンジの中央に配置できないので、感度の低い垂直スケーリングで作業せざるを得なくなります。そのために、A/Dコンバータの分解能の一部しか測定に利用できません。

第2に、ノイズは垂直軸分解能に依存して観測されます。低い垂直軸分解能で測定するとノイズが増え、p-p値が過大に表示されます。

場合によっては、ブロッキングキャパシタを追加するか、オシロスコープのAC結合を使用することで、DCオフセットを除去する方法が採られることもあります。この方法の欠点は、レールの真のDC値がわからないことと、回路をオン/オフしたときの低周波ドリフトを観察できないことです。

R&S®RT-ZPR20は、DCオフセット補正範囲が±60 Vと広いため、上記のすべての問題を解決できます。これにより、さまざまな規格のDCレールの電圧を中央に表示して拡大できるので、正確な測定が可能で、DCドリフトが発生した場合も容易に表示できます(図2)。

リップルおよびノイズ測定だけが目的の場合には、このプローブでAC結合を選択することもできます。これにより、オフセット補正電圧を頻繁に再調整しなくても、さまざまなDC電源を短時間で次々と測定することができます。

2 GHzの帯域幅

従来困難だったもう1つの課題は、パワーレール上に結合・重畳された信号や高調波を見つけることです。近くにあるクロック信号やその他の種類の結合により、電源分配回路には高周波のクロストークが発生することがあります。これを測定するには、広い帯域幅が必要です。パワーインテグリティ測定に多く用いられる減衰比1:1の低コストの38 MHzパッシブプローブでは、このような測定に対応できません。これらのプローブで測定できるのは低周波のリップル信号だけであり、高周波の過渡信号は失われてしまいます。



図5: R&S®RT-ZPR20パワー・レール・プローブ用のローデ・シュワルツのプロープ・アダプタと、回路にはんだ付けされる50 Ω SMA同軸ケーブルの接続。



図6: ローデ・シュワルツのオシロスコープのスペクトラム解析機能は、DC電源分配回路の不要な結合信号を発見するための強力なツールです。この例では、結合された2.4 GHz無線LAN信号がはっきりと見られます。

R&S®RT-ZPR20は、仕様帯域が2 GHzで、3 dBポイントの位置は2.4 GHz付近（代表値）なので、例えば結合した2.4 GHzの無線LAN信号を発見できます。

また、パワーインテグリティ測定ではオシロスコープのサンプリングレートを高くしたまま長時間の観測を行うトラブルシューティングを行う場合があります。このような条件で長時間測定を行うには、オシロスコープに大容量メモリが必要です。さらに、R&S®RTOおよびR&S®RTEのハードウェアアクセラレーテッドFFT測定を使えば、高速なスペクトラム表示により作業が容易になります（図6）。

ハイ・インピーダンスでの測定

プローブ負荷のためにDC値が変化するのを防ぐために、DCレールに対するプローブ負荷を最小にする必要があります。パワーレールのインピーダンスは一般的に1 mΩ程度です。このため、オシロスコープの50 Ω経路などでパワーレールに接続すると、DC値が変化します。R&S®RT-ZPR20プローブのDC入力インピーダンスは50 kΩなので、その影響を最小化できます。

まとめ

今日のパワーインテグリティ測定は、レール電圧の低下と許容範囲の減少により、従来のオシロスコープとプローブでは困難になっています。新しいR&S®RT-ZPR20パワー・レール・プローブは、このような測定向けに設計されているので、このような問題は発生しません。その特長は、1:1の減衰率でノイズが小さいだけではなく、±60 Vのオフセット範囲、2 GHzの帯域幅、50 kΩのDC入力インピーダンス、内蔵DC電圧計により、今日のDC電源分配回路の測定に必要なすべての条件を満たしています。このプローブは、R&S®RTE (200 MHz ~ 2 GHz) およびR&S®RTO (600 MHz ~ 6 GHz) オシロスコープで使用できます。

Joel Woodward

R&S®RTO/RTEオシロスコープ用 任意波形／パターン・ジェネレータ・ モジュール

内蔵ジェネレータ・オプションを使えばラボ・ベンチ上に他の信号源などを置く必要がなくなります。このオプションは、オシロスコープ上で直接操作・設定が可能であり、追加ソフトウェアは不要です。日々のデザインや開発の困難な作業を解決するために必要な機能を備えています。

ローデ・シュワルツは、ラボ・クラスの内蔵型の任意波形発生器／パターン・ジェネレータを提供する初めてのオシロスコープのメーカーです（図1）。このオプション（R&S®RTO-B6またはR&S®RTE-B6）には2つのアナログ・チャンネルと8つのデジタル・チャンネルがあり、その制御と設定はオシロスコープのタッチスクリーンから行えます。このオプションは、DUTに対するさまざまな制御信号や入力信号を発生できます。また、別途ジェネレータを用意する必要がないので、ラボ・ベンチのスペースを節約できます。

2つのアナログチャンネルの帯域幅はそれぞれ最大100 MHzで、4つの異なるモードで動作させることができます。使用可能なモードは、ファンクション、変調、掃引、任意波形発生器です。周波数、振幅、オフセットを設定できます。さらに、信号に相加性雑音を重ね合わせることができます。また、測定に応じて、2つのジェネレータ・チャンネルを結合してさまざまな信号を発生することも可能です。DCオフセットと2つのチャンネルの振幅と位相を設定できるので、理想信号も非理想信号も容易に発生でき、例えば差動増幅器やI/Qミキサーの振幅／位相バランスのテストなどを実行できます。500 Mサンプル/秒のサンプリングレートと14ビットの分解能を持つアナログ信号発生器は、デザインや開発の複雑なアプリケーションに最適です。



図1：2つのアナログ・チャンネルと8つのデジタル・チャンネルを備えたR&S®RTO-B6ジェネレータ・モジュール。



コンポーネントの特性評価

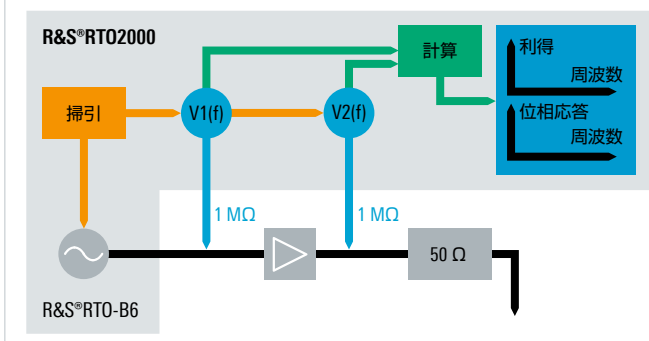


図2：内蔵ジェネレータを備えたオシロスコープを使用して、アクティブ／パッシブ・コンポーネントの位相応答と利得を求めるためのセットアップのブロック図。

さまざまなアプリケーション

ジェネレータは、通常の任意波形／パターン・ジェネレータのアプリケーション以外にも使用できます。例えば、アクティブ／パッシブ・コンポーネントの特性評価のための位相応答と利得の測定などです（図2）。

R&S®RTO-B6	アナログ	デジタル
チャンネル	2	8
帯域幅	100 MHz	最大40 Mビット
サンプリングレート	500 Mサンプル/秒	最大40 Mサンプル/秒
分解能	14ビット	0.1 V (0 V ~ 5 V)
動作モード	ファンクションジェネレータ (正弦波、方形波、ランプ、DC、パルス、カーディナルサイン、心電図波、ガウス、ローレンツ、指数関数的増加／減少)、 変調 (AM、FM、FSK)、 掃引発生器、任意波形発生器	

ジェネレータの信号をDUTに接続し、ジェネレータの周波数を必要なスタート周波数とストップ周波数の間で設定可能なステップ幅で変化させます。各周波数で、DUTの入力と出力の信号を測定します。測定値ペアの間の差を使用することで、利得および位相応答を求めることができます。歪みを防ぐために、信号は高インピーダンス（パッシブ・プローブなど）で接続します。

内蔵ジェネレータは操作が簡単なので、トレーニング・ツールとしても優れています。各動作モードで、設定メニューにダイアグラムと設定可能なパラメータが表示されます（図3）。スプレッドシートやMATLAB®で作成したプレーンCSV（カンマ区切りテキスト）ファイルを使用して、任意波形またはパターン信号を定義できます（図4）。

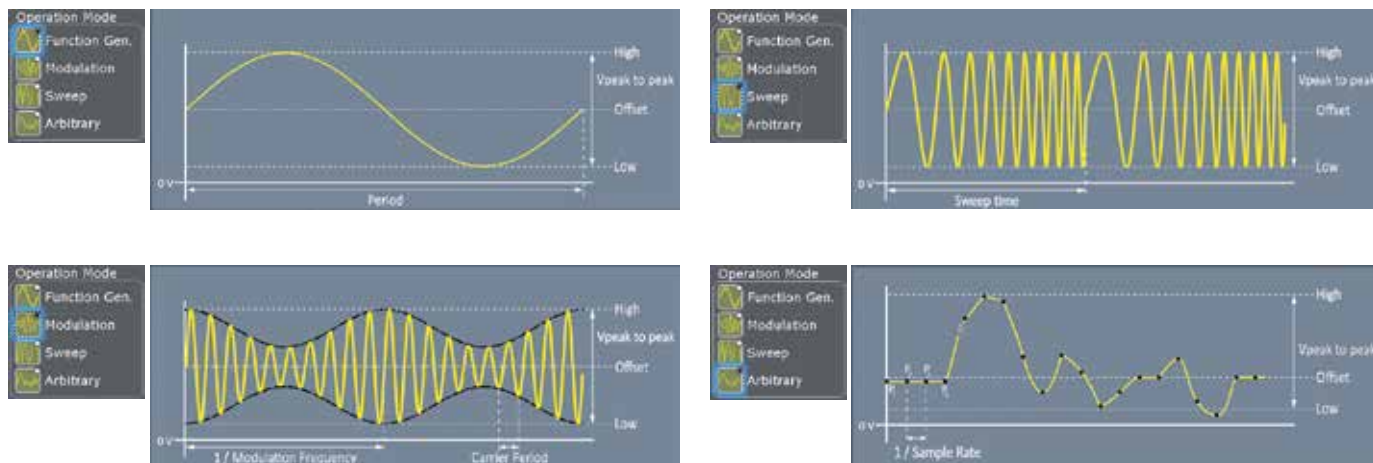


図3：有用なトレーニング・ツール：設定可能な信号パラメータの説明が画面に表示されます。

図4：ローパス・フィルターの10 MHz～30 MHzの利得および位相応答を求めるためのMATLAB®プログラムの例。上のトレースは減衰、下のトレースは位相応答を示します。

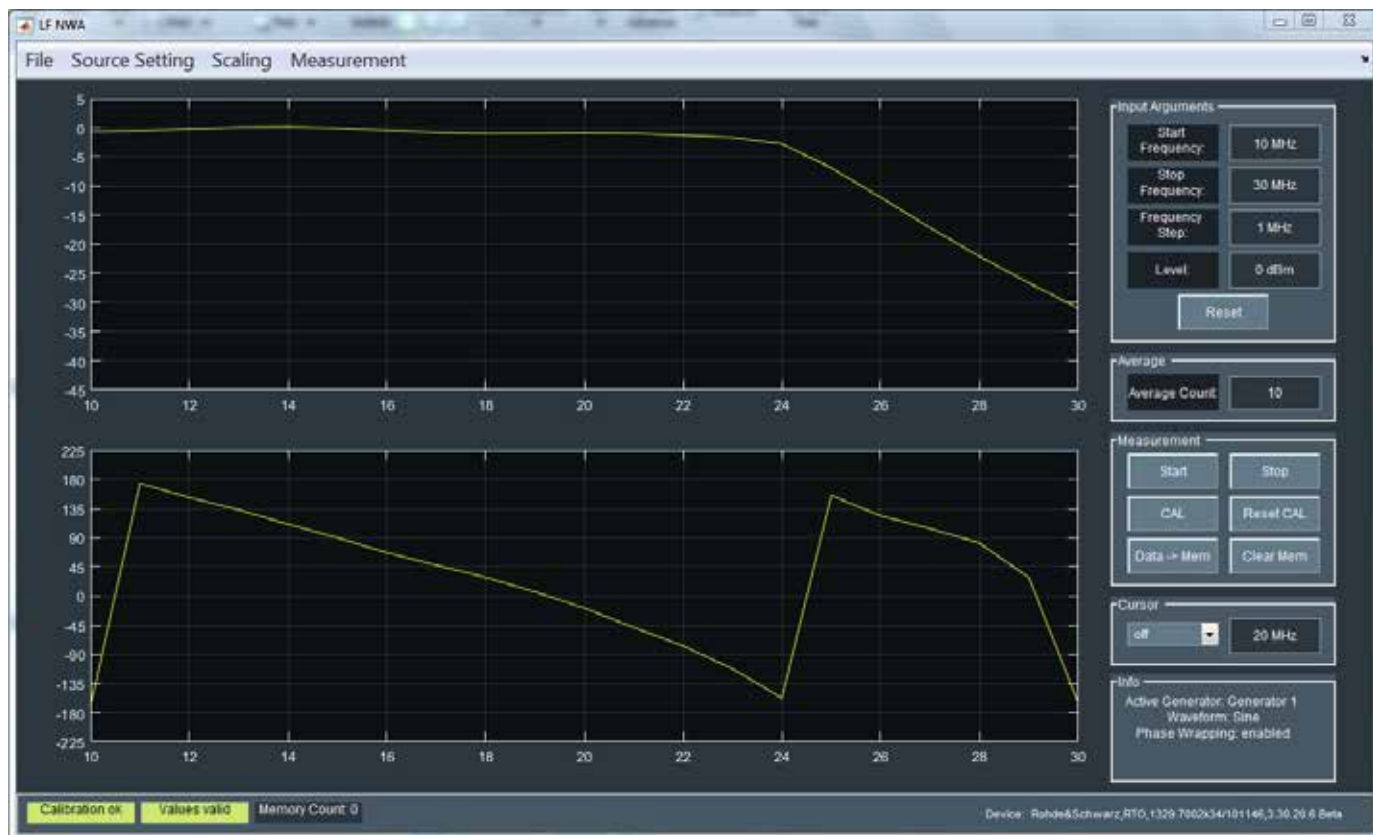




図5：RFFEで制御されるパワーアンプの過渡時間測定（マーカー付き）。オシロスコープはRFFE制御信号によってトリガされます。

この新しいオプションの汎用性は、デジタル・パターン・ジェネレーターでも同様の使い勝手を実現しています。最大8つのチャンネルで、最高40 Mサンプル/秒のサンプリング・レートと1チャンネルあたり最大40 Mビットのメモリでカスタマイズされたデジタル信号を出力できます。これにより、DUTのスイッチング動作を容易にトリガして、タイミング関係を測定できます。代表的なアプリケーションとして、スマートフォン用パワーアンプの過渡応答の測定があります（図5、6）。アンプの制御には無線周波数フロントエンド（RFFE）インターフェースが一般的に用いられます。パターン・ジェネレータは、RFFE制御信号をDUTに送信できます。これらの信号は、パワーアンプの設定と制御に用いられます。オシロスコープは、出力信号を測定し、送信された制御信号をタイミング基準として過渡時間を算出します。

ジェネレータ・オプションのもう1つのアプリケーションとして、コンプライアンス・テストの自動化があります。高度な自動化機能を備えたR&S®ScopeSuiteテスト・ソフトウェアから、内蔵された任意波形発生器/パターン・ジェネレータを使用することにより、イーサネットのコンプライアンス・テスト用の制御信号や、1000Base-TイーサネットおよびBroadR-Reach用の干渉信号を発生することができます。これにより、テスト・セットアップが簡単になります。複雑な測定を完全に自動化し、ユーザーの操作なしで実行できます。これにより、誤りを防ぐとともに、テスト全体を手動操作の場合よりはるかに高速に実行できます。

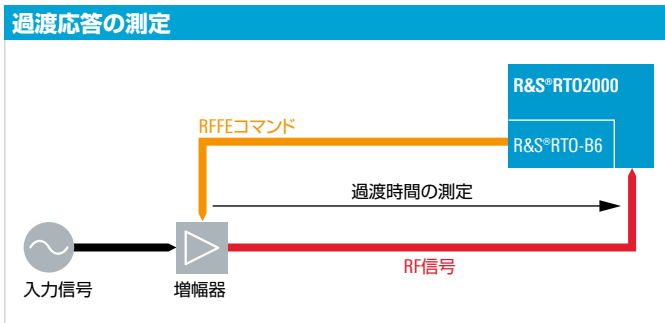


図6：パワーアンプの過渡時間測定のセットアップのブロック図。

まとめ

任意波形発生器/パターン・ジェネレータ・オプションは、R&S®RTOおよびR&S®RTEオシロスコープの機能を拡張します。これにより、外部ジェネレータの必要がなくなります。この完全統合型ソリューションは、オシロスコープ上で直接操作が可能であり、追加ソフトウェアは不要です。また、コンプライアンス・テストなどの複雑なテスト手順を完全に自動化できます。R&S®RTE/RTO-B6オプションは、デザインや開発の作業に便利な機能を備えています。わかりやすい操作と、ディスプレイ上に表示される信号パラメータの詳細な説明により、トレーニング・ツールとしても最適です。

Matthias Beer

プログラム拡張



あらゆる業務に最適なツール。無線通信の最前線で研究開発を行うユーザにとって、ローデ・シュワルツは常に電子計測の宝の山と言えるものです。この号のNEWSに掲載されたソリューションは、この伝統に何も変わりがないことを示しています。しかしながら、誰もが最先端の技術に取り組んでいるわけではありません。サービス、品質保証、開発、および教育においては、それほど高性能でも、高価でもない計測器で、問題なく実行できる平凡な測定業務が数え切れないほどあります。これまでは、お客様はこれらの基本的な計測器については、ほとんどの場合において他メーカの製品を使用せざるを得ませんでした。

現在のローデ・シュワルツは、エントリー・クラスにおいて予算が限られたお客様に対しても、ノウハウの提供、革新的なソリューション、および最先端の生産方法を示す用意があります。以降のページでは、新世代のValue Instrumentsの最初のモデルを紹介します。すべて2,000ユーロを下回る価格からお求めいただけます。すべての製品が、ハイエンドの製品と同じヨーロッパの工場で製造されています。また、ブランド価値および品質に関しても、説得力のある価格性能比で、その部門において最高のパフォーマンスを提供するというローデ・シュワルツの原則を遵守しています。加えて、計測器は、一般的にフル構成で



工場から出荷されます。すべてのユーザが必要とするわけではない特殊な機能は、キーコードを購入して有効にされるまで計測器の中で休眠しています。これによって、お客様が数年後に、要件と予算に適合するアップグレードを選択することが非常に容易になっています。

しかし、価格と性能の適切な組み合わせだけでは、この購入クラスの製品に十分ではありません。お客様は、消費者市場と同様な、単純で迅速な発注および発送プロセスを期待しています。これは、カスタマ・サポートおよびサービス要求についても同じです。Valueプログラムは

これらの期待に応えるように構成されています。製品は、ローデ・シュワルツに加えて、地元の市場を熟知した最適な専門販売店からも購入できます。製品ページ (www.rohde-schwarz.com) では、すべての国において利用可能な購買経路を示しています。

その他のValue製品も開発中です。NEWSでは、これらの新機軸について定期的に報告します。

Power of Ten



10ビットADC、10 Mサンプル・メモリ、10.1インチ静電容量式タッチスクリーン。3つの重要な機能で理想的な「10」をそろえた新しいR&S®RTB2000はエントリ・クラスの頂点に立ちます。150,000円からお求めいただけます。この豊富な機能を備えたオシロスコープは、産業および教育における各種アプリケーションに最適です。

R&S®RTB2000シリーズのオシロスコープはエントリ・クラスの新しい基準となるモデルです。本製品が一般のオシロスコープを凌駕していることは、オプションのロジック・アナライザとプロトコル・アナライザ、信号発生器およびパターン・ジェネレータ、デジタル電圧計を含む豊富な機能から明らかです。また、スペクトラム解析、マスク試験、および長時間のデータ捕捉のための専用動作モードも搭載されています。これによって、あらゆる種類の電子システムのデバッグを容易かつ効果的に行うことができます。さらに、これらすべてが極めて魅力的な価格で実現されています。



ピンチ・イン／アウトをサポートする 10.1インチ高解像度タッチスクリーン

高解像度の10.1インチ静電容量式タッチスクリーンによって、R&S®RTB2000を視覚的に操作することができます。これは、オシロスコープの前でディスプレイを読み取ることに多くの時間を費やすユーザにとっては決して不必要な贅沢品ではありません。画面はエントリ・クラスの他のオシロスコープの2倍以上のサイズで1280×800ピクセルの解像度を備えており、非常に詳細な波形を表示できます。また、ユーザは高速で容易な操作も求めています。R&S®RTB2000は、波形のスケールリングとズームリング、移動を簡単に行うためのタッチ操作をサポートしています。これはスマートフォンで

よく使われる機能です。今や、予算が限られたお客様もこれらの便利な機能を利用できるようになりました。

ユーザ・インターフェースは使いやすさを徹底的に調査した成果です。上位モデルに基づいて、サード・パーティ製の製品からの移行が容易になっています。ツールバーからはよく使用する機能にすばやくアクセスできます。また、R&S®SmartGrid機能によって、波形表示に最適な画面を使用できます。すべての軸にラベルが付いており、信号特性をすばやく認識できます。アノテーション・ツールを使用すると、直接画面にメモしたり、注目する領域をハイライトしたりすることができます(図1)。

信号を詳細に表示するための10ビット垂直分解能

オシロスコープは経時的に電圧を測定します。このプロセスではアナログ・デジタル・コンバータが重要な機能を果たします。その特性によって、機器が測定する信号の振幅をどれだけ適切に解決できるかが決まります。数十年にわたって、256レベルを備えた8ビットADCが標準になっていました。R&S®RTB2000で使用されるローデ・シュワルツの10ビットADCは、エントリ・クラスにおける他のオシロスコープの4倍となる1024レベルを備えています。

図1：ツールバーとR&S®SmartGrid軸ラベルを備えたR&S®RTB2000のユーザ・インターフェース。アノテーション・ツールを使用すると画面に直接描画でき、コメントやレポートに便利です。





Video

分解能の向上によってより正確な測定が可能になり、非常に大きい信号に混じった非常に小さい信号を検出することが可能となります。図2は、指数関数的に減衰する正弦関数の末端で高分解能の利点を示したものです。サイン波形の当初の高い信号レベルを完全に表示するには、縦軸に高い倍率が必要です。このスクリーンショットは、時間軸の振幅がすでにはっきりと減衰した部分を示しています。その下には、意図的にADCを8ビットに制限した同じ波形を表示しています。10ビット分解能の方がはるかに詳細です。R&S®RTB2000の表示は、ローパス・フィルタによるアレーシングと、特別なデシメーションを使用することでさらに改善することができます。この極めて高い分解能は、回路内の問題を検出するための鍵になる場合があります。

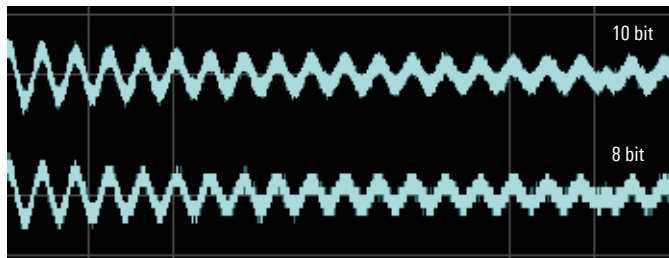


図2：減衰するサイン波信号の詳細。上は標準的な10ビット分解能を備えたR&S®RTB2000オシロスコープ、下は意図的に8ビットに制限したADCによる同じ信号です。



Video

10 Mサンプルの標準メモリによる 全帯域幅での長時間の捕捉

帯域幅とサンプリング・レートに続いて、メモリ長はオシロスコープの最も重要な特性です。メモリ長は、機器をどれだけよくデバッグに使用できるかを決める決定的な要因です。R&S®RTB2000オシロスコープ・シリーズは、1チャンネルあたり10 Mサンプルというエン트리・クラスで最大のデータ捕捉メモリを搭載しています。これはエン트리・クラスにおける他の機器の10倍です。データ捕捉メモリは、インターリーブ・モードでは1チャンネルあたり20 Mサンプルに増加します。その結果、信号エラーおよび重要なイベントをより確実に検出し、長時間のデータ捕捉においても高いサンプリング・レートを維持することができます。

長時間のデータ捕捉は、シリアル・プロトコルの解析に不可欠です。R&S®RTB2000の標準メモリは、ほとんどのバスのデータ・テレグラムに十分なメモリ長です（図3）。メモリは必要に応じて160 Mサンプルのセグメント・メモリに拡張できます。このモードでは、プロトコル通信データや信号パルスなどの信号が含まれる期間のみが記録されます。例えば、I2CやSPIなどのコミュニケーション・ギャップがあるプロトコル・ベースの信号を数秒、または数分にわたり捕捉することができます。セグメントの大きさを10 kサンプルから10 Mサンプルまで変更できるため、160 Mサンプル・メモリを最適に利用できます。そして13,000を超える凝集した個別の記録が可能です。



図3：大容量メモリによる長時間の信号シーケンスの捕捉。これはデータ・テレグラムおよびシリアル・プロトコルを解析する場合に特に便利です。

セグメント・メモリをプロトコル・トリガおよびデコード・オプションと組み合わせると、R&S®RTB2000はアナログまたはデジタルの信号源のすべての情報を処理できるプロトコル・アナライザになります。

要件に合わせて拡張可能

R&S®RTB2000オシロスコープは、70 MHz、100 MHz、200 MHz、または300 MHzの帯域幅を備えた2チャンネルまたは4チャンネルのモデルをご用意しています。2チャンネル、70 MHz帯域幅のモデルの価格は150,000円からになります。ライセンス・キーを使用すると、最大300 MHzの帯域幅にアップグレードすることができます。ライセンス・キーを用いて4ビット・パターン・ジェネレータおよびロジック・アナライザを有効にすることもできます。アップグレード機能を内蔵した安全な投資によって、将来的なニーズにも対応することができます。

ここで説明した3つの理想的な「10」だけでは本製品のすべての特長をカバーすることはできません。弊社の製品ウェブ・ページの動画では、その他にユーザが求めている機能についても説明しています。概要は次のとおりです。

Dr. Philipp Weigell

概要

- 10ビットADC
- 10.1インチ静電容量式タッチスクリーン
- 10 Mサンプル・メモリ（標準）、20 Mサンプル（インターリーブ）
- 13,000以上記録する160 Mサンプル・セグメント・メモリ
- 周波数レンジ：70/100/200/300 MHz
- 1 mV/divの真の垂直分解能
- 履歴モード：以前の記録の解析
- 1.25 Gサンプル/秒、2.5 Gサンプル/秒（インターリーブ）
- ロジック・アナライザとプロトコル・アナライザ、信号波形およびパターン・ジェネレータ、デジタル電圧計、スペクトラム・アナライザ、マスク試験
- 自動機能を無効にする教育モード
- 便利なレポート機能
- ローカライズされたGUIおよびオンライン・ヘルプ
- キーコードを用いたアップグレード・オプション
- 機器アクセスのためのウェブ・サーバ機能
- 多彩なプローブやアクセサリ



ロジック解析



プロトコル解析

スペクトラム解析



マスク試験



エントリー・クラスの 期待を超えるパフォーマンス

新しいR&S®FPC1000スペクトラム・アナライザは、革新的な技術とローデ・シュワルツの品質を、初心者から専門家まですべてのユーザに驚くべき価格で提供します。



大学の研究室、R&D施設、生産現場、およびサービス店は、しばしば高精度の電子計測機器が必要だが、予算は限られているという板ばさみに直面します。スペクトラム解析については、R&S®FPC1000がこの難問を解決します。本機はこれまでエントリ・クラスでは利用できなかった、RF性能および機能を手頃な価格でご提供します。



優れた費用対効果

R&S®FPC1000を購入する場合は、必要とする機能にのみ投資できます。利用可能なすべてのハードウェア・オプションおよびソフトウェア・オプションが、すべての機器に搭載されていますが、これらはキーコードを用いて有効にしないと使用できません。5 kHz ~ 1 GHzの本体と、基本的な電子計測機能しか必要ではないユーザは、オプションを無効のままにすることができます。アプリケーションで高い周波数レンジを必要とする場合は、再校正を行わずに本機を2 GHzまたは3 GHzにアップグレードすることができます。その他の機能は必要になるたびに購入し、キーコードを入力するだけで使用できます。本機はユーザの手元に置き続けることができ、サービスに発送する必要はありません。これは特にラックに組み込まれている機器の場合に大きな利点です。



Video

期待を超えるRF性能

非常に弱い信号を測定する場合などには、高感度であることがスペクトラム・アナライザの主要な特性です。

R&S®FPC1000アナライザは代表値-150 dBmという非常に低いノイズ・フロアを備えていますが、オプションのプリアンプを使用すると代表値-165 dBmまで低下させることができます。R&S®FPC1000は最大+30 dBm (1 W) の信号を測定でき、最大2 Wのレベルでも損なわれません。一般的なエントリ・レベルの機器では、最大でも+20 dBm (100 mW) までしか測定できません。低ノイズ・フロアと高い最大入力パワーの組み合わせにより、非常に広範囲のレベル測定が可能になります。

R&S®FPC1000は他の分野でも優れています。RF測定の品質は、適切な分解能帯域幅設定に大きく依存します。分解能帯域幅が細かいほど、スペクトラム情報が多くなります。R&S®FPC1000は、1 Hzまでの分解能帯域幅を搭載した、エントリ・クラスでは唯一のスペクトラム・アナライザです (図1)。

大型の高解像度ディスプレイ

大型の高解像度ディスプレイは、PC、タブレット、またはスマートフォンを購入する際の大きな要素です。これは電子計測機器でも同じです。それがR&S®FPC1000に1366×768ピクセルの10.1" 高解像度ディスプレイが採用されている理由です。これは以前のエントリ・レベルのアナライザで標準だった640×480ピクセルのVGA解像度をはるかに超えており、目に見えて大きくなったディスプレイ・エリアは、これまでこの価格クラスでは利用できなかったレベルの詳細と明瞭性を備えています。

図 1: オプションのプリアンプを使用すると、R&S®FPC1000の感度は1 Hzの分解能帯域幅で、代表値-165 dBmになります。





Video

リモート制御による測定

R&S®FPC1000のもう1つのユニークな特長は、接続アクセサリが不要なWi-Fiモジュールが内蔵されていることです。本機の機能はすべて、LANまたはUSBに加えてWi-Fi経由でのリモート制御が可能です。R&S®FPC1000には無料のソフトウェア・ツールが2つ付属しています。PCソフトウェアのR&S®InstrumentView（図2）と、iOSおよびAndroidデバイス用のR&S®MobileViewアプリ（図3）です。

R&S®InstrumentViewは、本機1台をリモートで操作するのに便利な方法であるというだけではありません。特別なLabDisplay機能も搭載されており、講師はわずか数分で無線ラボをセットアップすることができます。これによって、講師は教室全体の機器を監視およびコントロールしながら、同時に受講者の測定を管理および支援することができます（図2およびタイトル・ページ）。このツールは、電子計測機器の分散ネットワークをリモートで監視する場合などの工業アプリケーションにも便利です。



図 3 : iOSおよびAndroidデバイス用のR&S®MobileViewアプリで、R&S®FPC1000をリモート制御します。

図 2 : R&S®InstrumentViewリモート制御ソフトウェアのLabView機能を使用して、Wi-Fiネットワークで複数のR&S®FPC1000スペクトラム・アナライザを管理します。



逆に、多くのユーザが単一の機器にアクセスできることで可能になることもあります。世界中の受講者がインターネットを介して中央に設置された機器にアクセスするという仮想的な教室を開講することができます。

その他の機能

R&S®FPC1000には、複雑なアプリケーションのために、レシーバ・モード、AM、FM、およびASK/FSK信号の変調解析、割り当てられた帯域幅およびチャンネル・パワーの測定など、他にも多くの電子計測機能が搭載されています。詳細については、インターネットで弊社の製品ページを参照してください。

Stefan Stahuber

概要

- 10.1インチ・ディスプレイ (1366×768ピクセル)
- 周波数レンジ: 5 kHz ~ 1 GHz、
- キーコードを用いて2 GHzまたは3 GHzにアップグレード可能
- 1 Hzからの分解能帯域幅
- 代表値-150 dBmの低ノイズ・フロア、
- オプションのプリアンプにより代表値-165 dBm
- +30 dBm (1 W) の高い最大入力パワー
- キーコードによるアップグレード・オプション:
 - EMI測定のためのレシーバ・モード
 - プリアンプによる高感度
 - 変調解析
 - チャンネル・パワー、占有帯域幅、スペクトログラムなどの高度な測定オプション
 - Wi-Fiのサポート
- PCおよびデバイス用の無料のリモート制御ソフトウェア
- ネットワーク化されたラボまたは仮想的な教室を数分でセットアップ

FMトレース



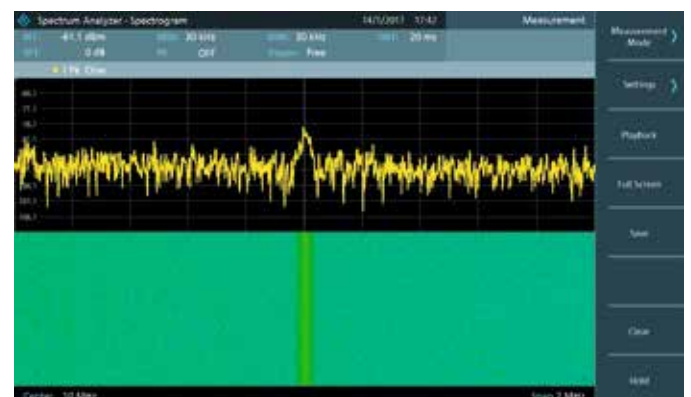
チャンネル・パワー



最大6つのマーカ



スペクトログラム



日常使いの電源： 堅牢、高性能、手頃な価格設定

2種類の新しいR&S®NGE100電源は、このクラスでは通常見られない数多くの便利な追加機能を、手頃な価格設定で提供します。

2チャンネルのR&S®NGE102と3チャンネルのR&S®NGE103（図1）は、1チャンネルあたり最大33.6 Wの出力パワーを提供します。最大出力パワーはそれぞれ66 Wおよび100 Wです。使用方法は簡単で、直感的に使えます。基本的な機能はすべてフロント・パネルから操作できます。電圧、電流、および各種保護機能の上限の設定にはロータリ・ノブを使用します。動作状態は大型ディスプレイ上で色分けされ、いつでも素早く確認できます。緑の数字は定電圧モード、赤い数字は定電流モードを表します。黄色い数字は非アクティブのチャンネルを表します。設定モードでは、値が青色で表示されます。

R&S®NGE100の優れた特長

ローデ・シュワルツは、各製品クラスで多彩な電源を提供しています（図2）。R&S®NGE100シリーズはベーシッククラスに属していますが、このクラスでは通常見られない追加機能を搭載しています。

電氣的に切り離された出力

R&S®NGE100の各チャンネルは他のチャンネルから完全に切り離されています。チャンネルはすべて短絡保護され、筐体グラウンドには接続されていません。このため、さまざまな方法で容易に出力を相互接続できます。例えば、2つのチャンネルを使用して±12 Vを供給することができます（図3）。両方のチャンネルをトラッキング・モードに切り替える場合は、ロータリ・ノブを使用して両方のチャンネルの被試験デバイスの電圧を、例えば±12 Vから±15 Vに同時に上昇させることができます。

出力の並列動作および直列動作

チャンネルはすべて電氣的に同一です。市販されている他の多くの電源と異なり、電圧および電流の値が小さい「補助チャンネル」はありません。最大出力パワーが33.6 Wの場合、各チャンネルは最大32 Vおよび最大3 Aを供給できます。これを超える電圧または電流が必要になった場合は、複数のチャンネルを結合できます（図4）。

図1：R&S®NGE100電源は小さい波形で高効率性を提供します。
本機はこのクラスでは珍しい便利な機能を多数搭載しています。



電源クラス



汎用電源

- 手頃な価格設定、静音設計で安定動作
- マニュアル操作およびシンプルなりモート制御
- 教育、実験室、およびシステム・ラックで使用

製品写真：R&S®NGE100電源

高性能電源

- 速度、精度、および高度なプログラミング機能が重視される場合
- 保護機能、高速なプログラミング、ダウンロード可能なV/Iシーケンスなどの特長
- ラボおよびATEアプリケーションで使用

製品写真：R&S®HMP2030プログラマブル3チャンネル電源

専門的な電源

- 以下のような独自の機能
 - ・ バッテリ独自の特性のシミュレート
 - ・ 制御された方法で正確に電流を吸い込み、電力を散逸させる電子負荷
- ラボおよびATEアプリケーションで使用

製品写真：R&S®HM8143 3チャンネル任意電源

図2:開発や製造のほぼすべてのアプリケーションに、ローデ・シュワルツは広範な電源を用意しています。その代表例をここに示します。新しいR&S®NGE100シリーズはベーシッククラスに属します。

保護機能

新しい電源は搭載された保護機能に関しても別格です。電圧、電流、または電力の最大値はチャンネルごとに設定できます。設定された上限を超えた場合、影響を受けるチャンネルは自動的にオフになり、ディスプレイに警告メッセージが表示されます。FuseLink機能によって複数のチャンネルの過電流がモニタリングされ、必要に応じて自動的にオフになります。ヒューズ遅延設定を使用すると、短い電流スパイクが無視されるように電子式ヒューズ保護のトリガの動作を調整できます。

リモート制御

電源の全機能を外部PCからリモート制御できるように、本機にはUSBインタフェースが搭載されています。LANまたはWLANで操作する場合、イーサネット・インタフェース・オプションおよび無線LANリモート制御オプションがあります。どちらのオプションも、キー・コードで有効にできます。R&S®NGE100は、他の機器とともにネットワークに組み込み、ブラウザから操作することができます。例えば、教室で講師がすべての学生の機器を制御することができます。

Klaus Schiffner

平衡電圧源

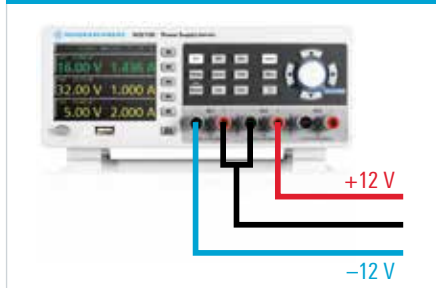


図3:平衡電圧源などに対して相互接続された出力。

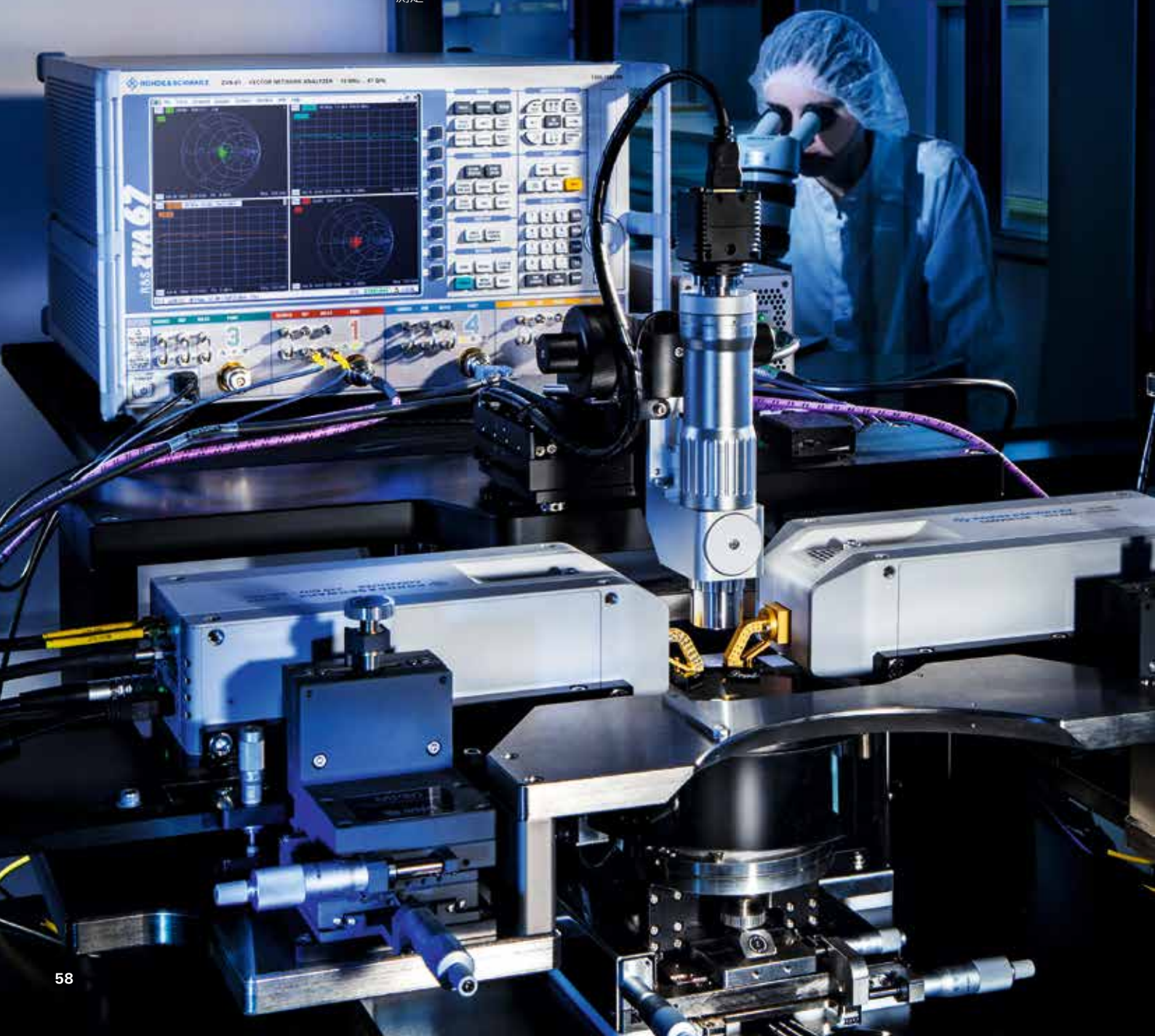
V/Iトラッキングによる並列動作および直列動作



図4:複数のR&S®NGE100チャンネルを結合してより高い電圧または電流を提供できます。

ミリ波コンポーネントの オンウエハー特性評価用 オールインワン・ソリューション

図1：MPI社のミリ波プローバーとR&S®ZVAネットワーク・アナライザ（周波数コンバーター搭載）を使用した、300 GHzでのオンウエハー測定



コンポーネントの統合が進み、同軸ポートを装備していないコンポーネントが増えたため、同軸ポート経由でテストを行う頻度は低下しています。その代わりに、ウエハー上で直接特性評価されるようになり、ネットワーク・アナライザとプローブステーションが必要になっています。現在、ローデ・シュワルツでは、このタイプのオールインワン・ソリューションを提供しています。

MPI Corporationとの連携から生まれた オンウエハー・テストソリューション

ローデ・シュワルツでは、長年、台湾のMPI Corporation (www.mpi-corporation.com) と連携して、RF/ミリ波レンジでの半導体コンポーネント測定用にターンキーソリューションを提供しています。この提携の強化と拡大は今も続いており、テストステーションの提供エリアは、アジア、ヨーロッパ、米国各地へと広がっています。その際、製品に興味を示されたお客様には、ソリューションの購入前に測定を試しに実行できるサービスを行っています。

MPIプローバーの特長として、メカニカル仕様の安定度が非常に高く、洗練されたデザインにより、操作性と測定結果の再現性の向上を実現している点が挙げられます（図1）。

ローデ・シュワルツのR&S®ZVAネットワーク・アナライザは、要求の厳しいオンウエハー測定に必要な、ダイナミックレンジと安定度を備えています。車載用、5G、航空宇宙／防衛分野のミリ波アプリケーションの場合は、コンバーターを使って、ベースユニットの周波数レンジをさまざまな周波数バンド（最大500 GHz）に拡大します（図2）。測定結果の再現性は、コンバーターの熱安定度に依存しますが、特に手動校正の場合は、個々の校正手順の実行時間と測定の時間に開きがあるため、この傾向が強まります。

図2：導波管出力の位置が低い周波数コンバーター。これにより、チャック上のウエハーまでの距離が最小になります。



図3：ウエハーに接触するためのプローブは、コンバーターに直接ネジ止めされています。こうしたソリューションの登場により、導波管フィードスルーを用いたデザインは使用されなくなっています。

ミリ波測定に最適なソリューション

市販されている他のプローバー・システムでは、コンバーターの出力と被試験ウエハー間の距離が長いので、導波管バンドが長くなります。そのため、メカニカル仕様が不安定化し、RF特性が劣化する（例えば、周波数が220 GHzを超えると、テストポートでの方向性が低下する）可能性があります。MPIプローバーでは、ウエハーチャックとコンバーターは、同じ高さにあります。コンバーターを被試験チップからわずか数センチメートルの場所に配置できるため、安定したメカニカル仕様のプローブをコンバーターに直接取り付けることが可能です（図2および図3）。金属プレートにねじで留め、プレートを側面からマニピュレーターにスライドさせ、蟻継ぎコネクタで固定するだけなので、交換も簡単です。セットアップを簡単に変更できるので、さまざまな周波数バンドで測定を行う際に便利です。

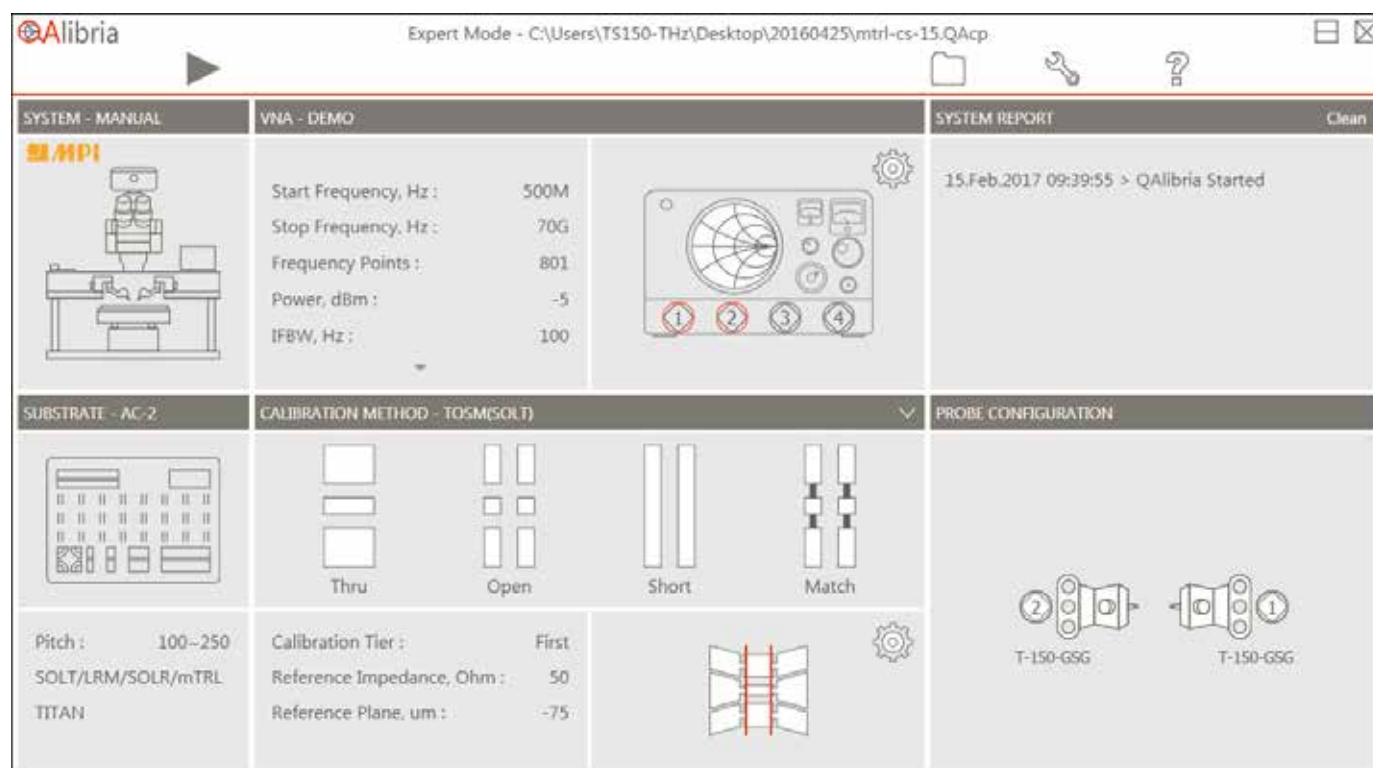


図4: QAlibria®マルチタッチ校正ソフトウェア

MPI社のQAlibria®校正ソフトウェアを使用すると、オンウエハー測定の設定と実行にかかる時間を短縮できます(図4)。ネットワーク・アナライザのテスト・パラメータの設定、プローブと校正サブストレートの構成、適切な校正手法の選択は、直感的なマルチタッチ・ユーザーインターフェース(ステーションにマウントされたタッチスクリーンはシステムに付属)で行えます。ソフトウェアには従来の手法に加えて、NIST multiline TRLという特殊な機能も備わっています。この機能を使用すると、計量機関の精度要件に基づいてオンウエハー校正を実行することができます。

購入前に試用可能

ネットワーク・アナライザとプローブ・ステーションで構成されたテスト・システム(特にミリ波レンジの周波数用)は、技術的に複雑です。そのため、アジア(中国および台湾)、ヨーロッパ(ドイツおよびロシア)、米国(テキサスおよびカリフォルニア)のさまざまな場所で、お客様がMPI/ローデ・シュワルツソリューションをテストし、投資を行う前にテスト/測定の要件に適合することを確認できる機会を設けています。DUTで試しに測定を行って、システムの動作と測定結果の品質を評価することができます。場所によっては、手動(図5)、半自動、または全自動のプローバーをお試しいただけます。興味のあるお客様は、詳細について、ローデ・シュワルツの営業担当者にお問い合わせください。

Andreas Henkel

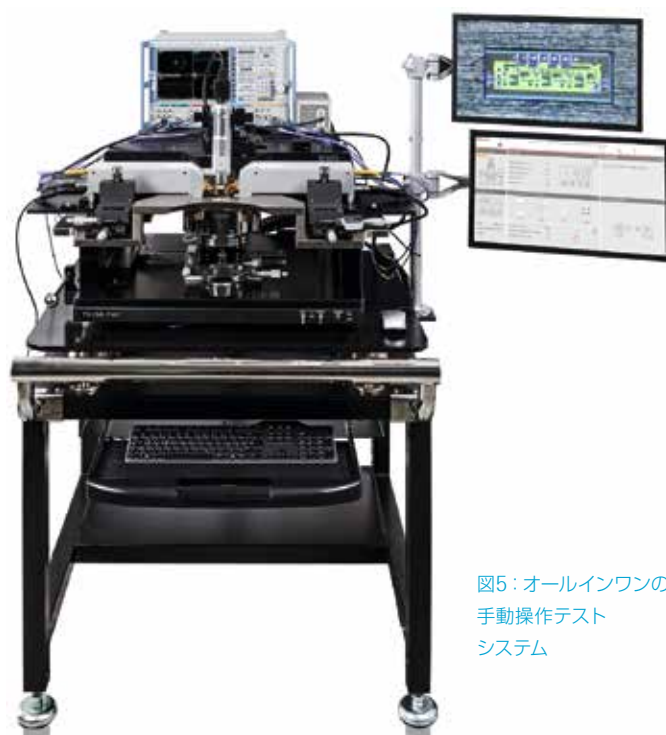


図5: オールインワンの手動操作テストシステム

R&S®BBA130：広帯域アンプの カメレオン

R&S®BBA130は、動作中でもアプリケーションに合わせて伝送特性を変えることができる世界初のアンプです。

アンプの要件

RFパワー・アンプはアプリケーションに応じてさまざまな要件を満たす必要があります。例えば、移動基地局用のアンプの特性は、放送またはレーダー・アプリケーションに使用されるアンプの特性とは異なります。それぞれのアンプは特定の目的のために最適化されていて、変更できません。

しかしながら、フィルタ、スイッチ、アンプ・モジュールなどのRFコンポーネントに対する開発、製造、および品質保証時の試験では、RFパワー・アンプの特性は複数のパラメータの影響を受けるので、それぞれの試験シナリオに対して特性を調整できるようにする必要があります。

入力信号のエンベロープ

信号のピークに対してアンプがパワーのマー

ジンを保持する必要があるかどうかはエンベ

ロープによって決まります。以下のような信号は区別されます。

- 一定のエンベロープ
例：CW信号またはFM/PM/PSK変調信号
- ゆっくりと変化するエンベロープ
例：AM信号または2トーン信号
- 急速に変化する振幅

高品質な位相／振幅変調を伴うシングル／マルチキャリア信号。例：クレストファクターが大きいOFDM信号

入力信号の時間軸での振る舞い

入力信号（連続またはパルス）の忠実な増幅には適切なアンプ・バイアス点が必要です。

アンプ自体の伝送特性

これらの特性はアンプの線形性、高調波、および相互変調成分に影響し、アンプが試験の飽和点まで動作できるかどうかを示します。

アプリケーションに応じて、アンプは入力信号を高いスペクトラム純度で忠実に増幅するか、出力信号のスペクトラムではなく高い出力パワーと時間的振る舞いに焦点を合わせる必要があります。

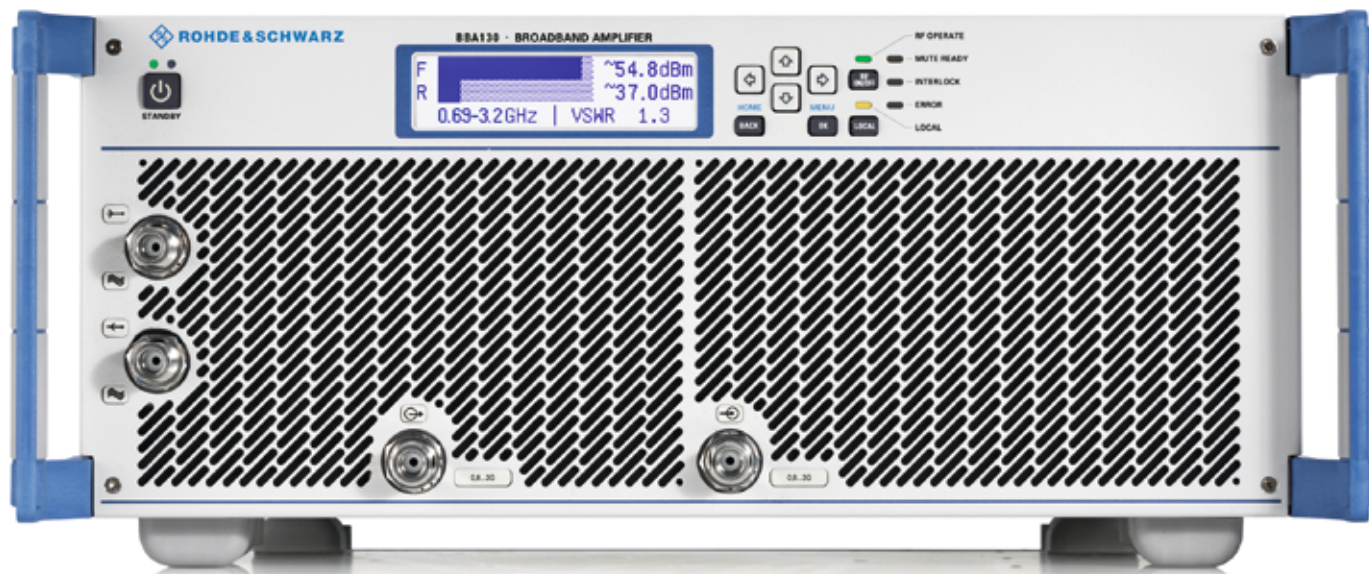
アンプ出力に対するDUTのインピーダンス整合

DUTのインピーダンス整合によってアンプのパワー低減の挙動が決まり、アンプ回路の設計に影響します。実際には、以下が区別されます。

■ インピーダンス整合が良好なアプリケーション（50 Ωからのわずかな偏差）

DUTの欠陥のためにインピーダンス整合が低下している場合、アンプはアンプ自体を保護するためにパワーを低減できます。

図1：R&S®BBA130/パワー・アンプは、出力での最大出力パワーと高いミスマッチ裕度の選択に加えて、クラスAとクラスABのトランジスタ動作クラスをアンプの動作中に調整することもできます。



テスト	アンプの要件
- 相互変調試験 (例: PIM試験) - マルチトーン試験 - ピーク対平均比試験	DUTに純粋なスペクトラムの入力信号が印加されるように、高い線形性を持つアンプが必要です。通常、DUTの整合は良好です。ミスマッチがある場合、DUTには欠陥があり、アンプはパワーを低下するか完全にオフにしてアンプを保護できます。
- 破壊試験 - 耐久性試験 - 通電試験	高い出力パワーが必要です。入力信号のスペクトラム純度および忠実な増幅はそれほど重要ではありません。通常、DUTの整合は良好です。ミスマッチがある場合、DUTには欠陥があり、アンプはパワーを低下するか完全にオフにしてアンプを保護できます。
パルス信号を使用した試験	アンプは入力信号を忠実に増幅する必要があります。
- 科学的アプリケーション - EMC試験	EMC試験時にアンプに接続されたテスト・セットアップまたはアンテナは、しばしば整合が不十分です。そのため、ミスマッチに対して寛容で、ゆっくりとパワーが低下またはオフになるアンプが必要です。入力信号のスペクトラム純度および忠実な複製の要件はアプリケーションによって異なります。

図2: さまざまな試験でRFパワー・アンプに課される要件。



インピーダンス整合が不十分なアプリケーション（極端な事例では短絡または開回路）アンプはパワーを軽減したりアンプ自体をオフにしたりせず、RFパワーを生成し続ける必要があります。

柔軟なアンプは、上記のパラメータに必要であるだけでなく、RFコンポーネントの開発、製造、および品質保証の一環として実施されるさまざまな試験にも必要です。図2に、これらの試験の一部と、それぞれの試験で満たす必要がある要件を示します。

R&S®BBA130 – 1台のアンプで多くの要件に対応

R&S®BBA130アンプ（図1および図3）は、特定のアプリケーションに適した伝送特性を構成できる最初のアンプです。このシリーズは、22 W ~ 4200 Wの出力パワー・レベルで80 MHz ~ 1.0 GHz、0.69 GHz ~ 3.2 GHz、および2.5 GHz ~ 6.0 GHzの3つの周波数レンジをカバーします。出力信号を最適化する

には、クラスAとクラスABの間で連続的に変化するバイアス点と、最大出力パワーと高いミスマッチ裕度の選択という2つの強力な制御パラメータを使用します。信号波形が変化する場合や、試験時の出力信号に異なる要件が課される場合などには、動作中のアンプで直接両方のパラメータ設定を変更できます。これは、アンプ上で手動で行うことも、ブラウザ・インタフェースを使用して行うことも、リモート制御コマンドを使用して行うこともできます。

DUTが仕様の範囲内にあるかどうかを測定したり（高い線形性を持つアンプが必要な試験）、負荷制限を測定したりすることが1台のアンプでできるようになります（ここでは出力パワーだけを考慮します）。

連続的に調整可能なバイアス点

バイアス点を連続的に変化させることができるということは、出力信号の特性に影響します。クラスAのバイアス点は非常に良好な線形性を示し、純粋な出力信号が得られるため、純粋なCW信号の生成に最適です。クラスABのバイアス点はパルス信号の正確な増幅が可能で、効率を向上できます（図4）。

最大出力パワーと高いミスマッチ裕度

R&S®BBA130では、インピーダンス整合が良好な高い最大出力パワー（最大VSWRは約2:1）と、その後のパワーが低下する高いミスマッチ裕度（VSWRは約6:1から）をユーザが選択できます（図5）。設計および製品検証試

図3: 構成例: 35 HU 19" ラック内の R&S®BBA130-BC1500D1200アンプ・システムに、80 MHz ~ 1 GHz (1500 W) と 690 MHz ~ 3.2 GHz (1200 W) のパワー・アンプ、入力スイッチ、出力スイッチ、および サンプル・ポート・スイッチが含まれています。

験では、通常、アンプ出力のインピーダンス整合は良好です。良好な整合は、50 Ω システム用に開発されたDUTを使用するか、アンプとDUTの間にサーキュレータが挿入された場合に保証されます。その後、アンプのパワーの余裕がすべて使用されます。ミスマッチが発生するのは、DUTまたはサーキュレータに欠陥がある場合のみです。この場合は試験を停止する必要があるため、アンプを保護するためにアンプはパワーを低下させることができます。

整合が不十分なアンテナを使用するEMCアプリケーション、または入力インピーダンスが50 Ω から大幅に逸脱したDUT測定の場合には、アンプは希望の出力パワーをできるだけ生成し続けなければならないために（ミスマッチが非常に大きい場合を除いて）、パワーを低下させてアンプを保護することができません。

コンパクトなモジュール式设计

R&S®BBA130広帯域アンプの設計は、最大限の柔軟性を持たせ占有面積を小さくするために最適化されています。軽量設計とアルミニウム銅合金のヒート・シンクにより、本体の重量は同一パワー・クラスの従来のアンプと比較して半分程度です。わずか4 HUの高さで、1 GHz以下で最大750 W、1 GHz以上で最大300 WのRF出力パワーという優れたパワー出力を提供します。このアンプ・シリーズを使用すると、19" ラック・ユニットに基づいた高度に統合されたシステムをセットアップできます（図3）。これらのラック・ユニットの周波数およびパワーは柔軟に構成できます。

2 msパルスの増幅

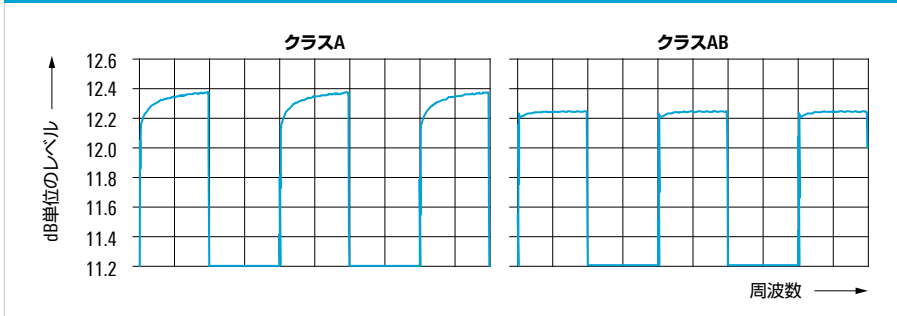


図4：左：パルスにおいて、RFが印加されて倍率が上昇するとパワー・トランジスタの接合点の温度が低下するので、パワーは0.2 dB ~ 0.3 dB増加します。右：ABモードでは接合点の温度がほとんど変わらないので、パルスにおけるパワーの変化は0.05 dB未満です。

R&S®BBA130D300のパワー設定

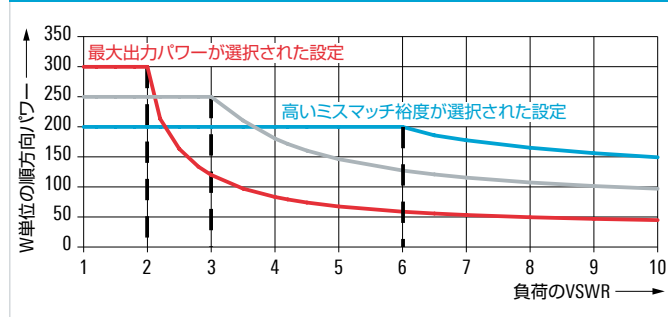


図5：R&S®BBA130D300の設定による影響の例。

わずか4 HUの高さのツインバンド／デュアルバンド・アンプ

4 HUのデスクトップ・ユニットに、ツインバンドまたはデュアルバンド構成で2つの周波数レンジのアンプを収容できます。ツインバンド構成は並列で動作する2台のアンプからなり、どちらも同じ周波数バンドで動作します。この構成は、2トーン測定と、小さいスペースで複数の試験を行うために同じテスト・セットアップが必要なアプリケーションに最適です。デュアルバンド構成には周波数バンドが異なる2台のアンプが含まれ、一度に動作するのはこのうち1台だけです。この構成は80 MHz ~ 3.2 GHzおよび690 MHz ~ 6 GHzの周波数レンジをカバーします。筐体にはこのオプション用のスイッチが組み込まれています。

サマリ

R&S®BBA130アンプは、特定のアプリケーションに合わせて動作中にユーザが伝送特性を変更できる世界初のアンプです。さまざまなテスト・シナリオに適切に対応するために必要なアンプは1台だけです。80 MHz ~ 6 GHzの周波数レンジで22 W ~ 4200 Wの出力パワーを使用できます。コンパクトなモジュール式设计によって、柔軟なデュアルバンド構成およびツインバンド構成を利用できます。R&S®BBA130は周波数およびパワーをアップグレード可能なので、ユーザは堅実な投資を行い、後日新しい要件に対応するためにシステムを柔軟にアップグレードすることができます。

Michael Hempel; Dr. Wolfram Titze

かつてない速さで微小レベルの スプリアスエミッション測定

R&S®FSWシグナル・スペクトラム・アナライザの新たなオプションで、スプリアスサーチが容易になり、伝統的なスプリアスサーチ法に比べて最大50倍高速化します。

スプリアスエミッションは、許可された信号帯域幅の外側にあり、高調波、パラサイトエミッション、相互変調、周波数変換によって生じます。スプリアスエミッションは、システム性能を低下させ、システム内の他のモジュールの機能の低下や、別の周波数バンドで動作するトランスミッタとの干渉を引き起こす可能性があります。

RF/マイクロ波デバイスのデザイン、検証、製造では、スペクトラム・アナライザでのスプリアスエミッションの探索が不可欠な測定です。レーダ、衛星のアップ/ダウンコンバータなど、RF/マイクロ波トランスミッタに関するメーカーは、自社製品のスプリアスエミッションが仕様内であることを保証する必要があります。

特に航空宇宙/防衛アプリケーションでは、トランスミッタに対して、非常に厳しいスプリアスエミッションのリミットに適合しなければなりません。広い周波数レンジで微小レベルのスプリアスをサーチすることを意味しています。低ノイズフロアで、高感度で測定するには、数Hzの狭帯域RBWが必要です。さらに、スペクトラムでのスプリアスの周波数は、たいてい既知でないため、広大な周波数レンジを測定しなければなりません。したがって、測定時間が大幅に長くなります。高速なFFTスペクトラム・アナライザでも、スプリアスサーチに数時間から数日を費やす可能性があります。

図 1: R&S®FSW-K50スプリアス測定のアプリケーションスクリーン: [Spectral Overview] には、必要なRBWを演算するためのリファレンススイープを表示しています。[Spurious Detection Spectrum] セクションには、どこがリミットを超えたかを表示します。[Spurious Detection Table] には、検出スプリアスの、周波数、パワーレベル、測定に使用されたRBW、をリストしています。

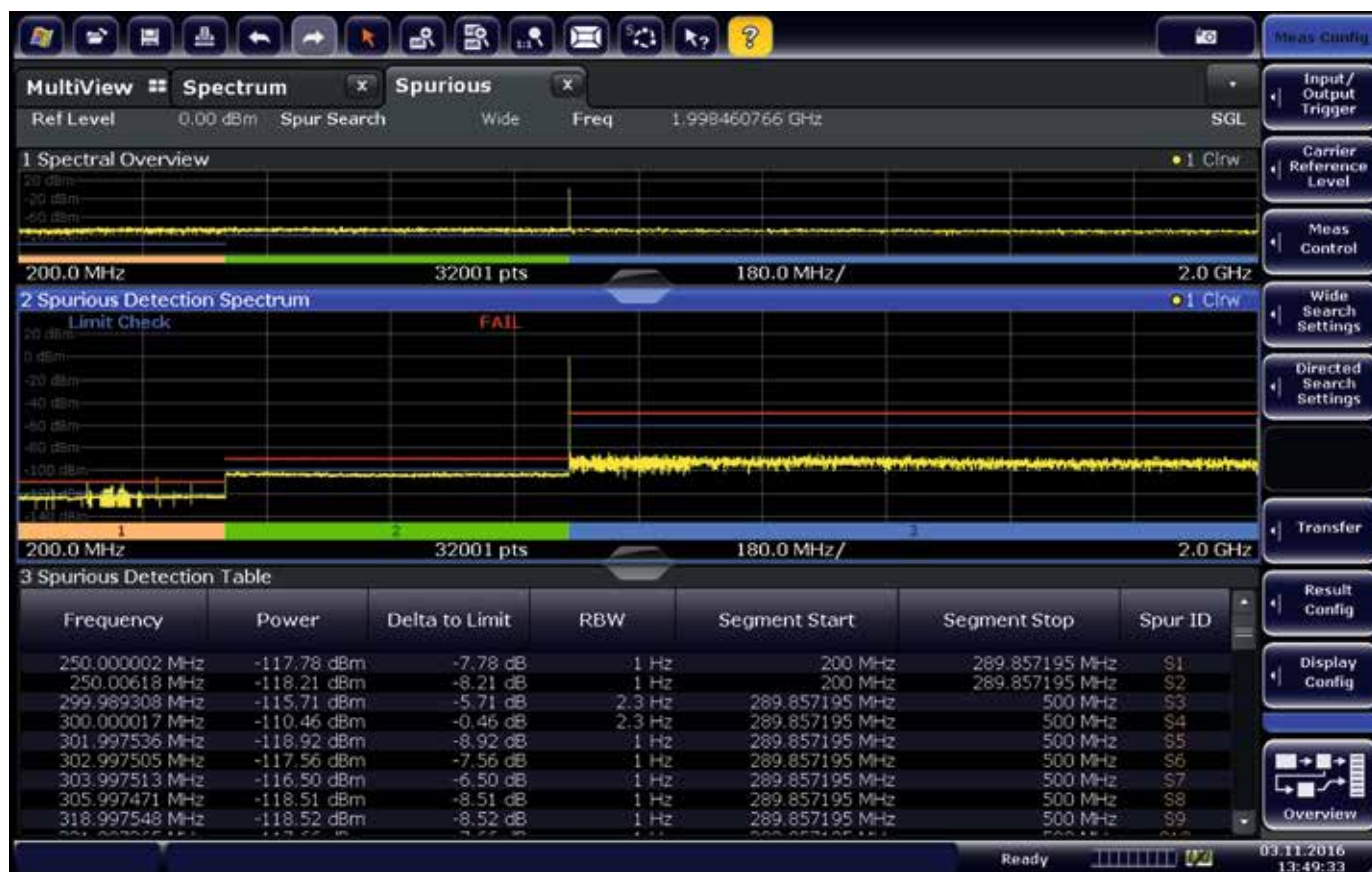


図 2: R&S®FSW-K50オプションでは、他社のハイエンド・アナライザよりも10 ～ 50倍高速にスプリアスサーチします。

RBW/ノイズ (スパン1 GHz)	他社のハイエンド・ スペクトラム・アナライザ (高速掃引モード)	R&S®FSW (FFTスイープ)	R&S®FSW (R&S®FSW-K50搭載)
1 Hz/-140 dBm	9700 s	12,246 s	200 s
2 Hz/-138 dBm	2,840 s	3,088 s	84 s
3 Hz/-135 dBm	1,470 s	1,384 s	35 s
5 Hz/-132 dBm	660 s	507 s	12 s
10 Hz/-130 dBm	308 s	132 s	7 s
20 Hz/-128 dBm	126 s	36 s	6 s
30 Hz/-125 dBm	51 s	17 s	5 s
50 Hz/-122 dBm	42 s	7.1 s	4 s
100 Hz/-120 dBm	23 s	4.1 s	3 s

最適化されたRBWを用いるスマート測定

R&S®FSWシグナル・スペクトラム・アナライザ用の新たなR&S®FSW-K50スプリアス測定オプションでは、特に微小レベルのスプリアスを探索するときに、スプリアス測定が大幅に高速化でき、設定も簡略化できます。必要な設定は、周波数レンジと最大許容スプリアスレベルだけです。周波数レンジごとにRBWを設定する必要はありません。

ノイズフロアを推定するためと、各周波数レンジに必要なRBWを演算するために、高速なリファレンススイープが掃引されます。次に、検出された各周波数ピークが、実際のスプリアス、ノイズアーチファクト、内部発生干渉（残留スプリアス）のいずれかを判断し、結果をスプリアス検出表にサマライズします（図1）。表には、検出しきい値を超えて、実際のスプリアスであるすべての周波数がリストされます。

R&S®FSW-K50オプションのアルゴリズムには、必要な周波数レンジで実際のスプリアスを認識するために、できるだけ狭いRBWをセットし、潜在的なスプリアスが何も見つからない周波数レンジでは、不必要に狭くしないスマートさがあります。結果的に、広い周波数レンジと厳しいスプリアス検出リミットが適用されると、伝統的スプリアスサーチ法に比べて最大50倍高速なスプリアスサーチになります（図2）。

プリデファイン周波数でのダイレクトサーチ

高調波周波数など、既知のスプリアス周波数では、R&S®FSW-K50オプションには、各プリデファイン周波数ごとに狭いスパンでのダイレクトスプリアスサーチもあります。ダイレクトサーチでは、スパンが狭まるため、測定時間が短縮されます。S/N比が高ければ、より正確な結果が得られます。

2つのサーチ法を組み合わせることもできます。広いレンジサーチ後に、マウスクリックすると、詳細解析のために、検出されたスプリアス周波数をダイレクトサーチに移行します。

サマリ

新たなR&S®FSW-K50スプリアス測定オプションは、特に、微小レベルのスプリアスを探索するときに、スプリアスサーチを自動でスピードアップします。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。各周波数での最適なRBWを演算し適用します。狭小RBWは、必要となる周波数だけに使用されます。このオプションで、スプリアスサーチが伝統的サーチ法と比べて最大50倍高速化されます。

Laura Sanchez

スカイ・ドイチェランド社の サッカー中継映像がさらに鮮明に

新たに放送を開始した2つのUHDチャンネルに、ローデ・シュワルツのテクノロジーが採用されています。有料TVプロバイダーであるスカイ・ドイチェランドは、現在UHDで、ハリウッドの大ヒット映画の配信（オンデマンド）に加え、UEFAチャンピオンズリーグとドイツ国内リーグ（ブンデスリーガ）の試合の生中継も行っています。その際、インジェスト、記録からプレイアウトおよびヘッドエンドまで、制作チェーン全体でローデ・シュワルツの製品が用いられています。プロジェクトの計画と実施には、ローデ・シュワルツとシステムインテグレーターのQvest Media社が行いました。

制作チェーン

図2に、UHD伝送チェーンの概要を示します。ビデオルーター経由で供給されるライブ信号が、R&S®VENICE 4Kビデオサーバーで処理され、ネイティブUHDファイルとしてビデオサーバーのほか、中央のR&S®SpycerBox Ultraにも保存されます。ファイルは、そこからSky社のプレイアウト制御システムによって、プレイアウト用の2台のR&S®VENICE 4KサーバーのSSDメモリに直接コピーされます。これら2台のサーバーのうち1台は、最大限の動作信頼性を保証するために、スタンバイ状態で動作します。R&S®VENICEユニットは、

スタジオ、視聴者で広く普及しているHDインフラをサポートしており、インジェストおよびプレイアウト中に、信号をHDにリアルタイムで変換します。システムには、R&S®CLIPSTERマスタリング・ステーションが追加されています。R&S®CLIPSTERは、主に国際ディストリビューターから送られてくるIMF (Interoperable Mastering Format) データを、Sky社独自のフォーマットに変換するために使用されます。R&S®CLIPSTERは、R&S®VENICE 4Kシステムと同様に、R&S®SpycerBox Ultra TLの中央ストレージに直接アクセスします。

図1：UHD対応テレビの普及に伴い、
UHDフォーマットに対するコンテンツ
プロバイダーの関心も高まっています。



スカイ・ドイツランド社のUHDワークフロー（抜粋）

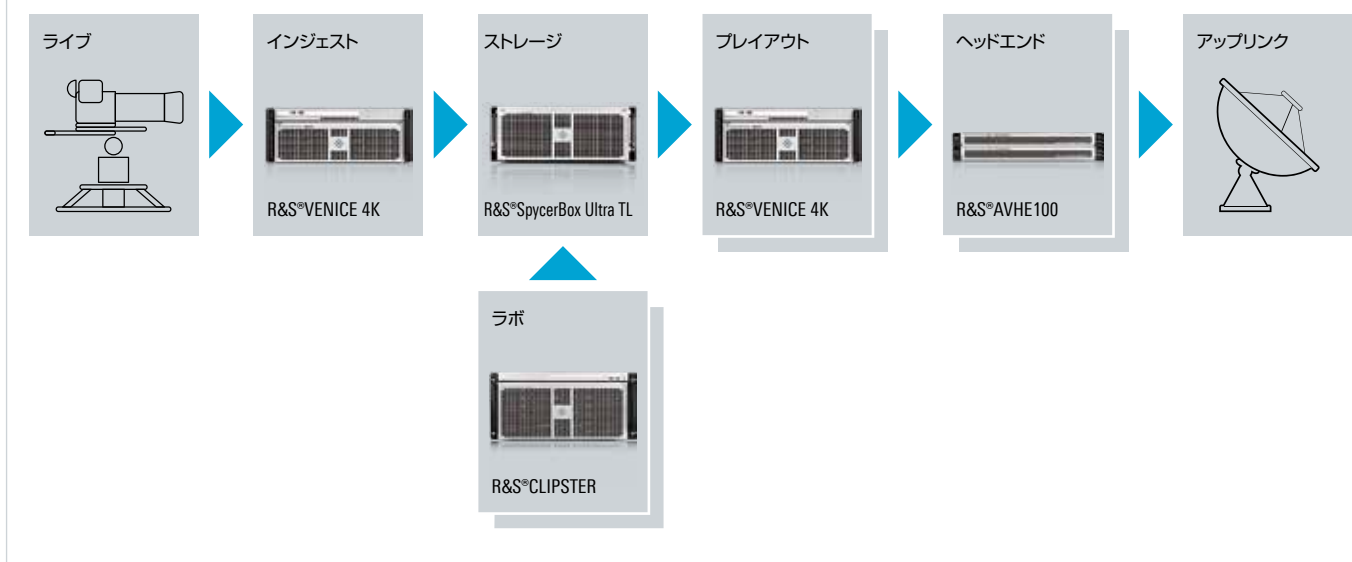


図2：Sky Deutschland社のUHD信号処理チェーン全体にローデ・シュワルツのコンポーネントが装備されています。

エンコードと多重化

Sky Deutschland社のシステム内で、R&S VENICE 4Kプレイアウトサーバーから非圧縮のUHDビデオ信号が、12 Gbit/sのレートでR&S AVHE100ヘッドエンドに転送され、そこで衛星アップリンク用のデータが準備されます。伝送は、スタジオ機器ではまだ一般的な、4つの3 Gbit/s SDIライン（3G-SDI）を経由する方法で行われます。各ラインが、UHD画像の1/4のHDの画像信号（1080p50）を伝送します。R&S AVHE100は、1/4の画像をUHD画像（3840×2160）へ再結合し、ビデオエンコード処理にフィードされます。データ送信は、現行の4本のSDIケーブルから、今後、高性能IPネットワークでの最大12 Gbit/s（SMPTE 2022-5/6またはAIMS）の送信に変更されます。

現在運用中の衛星（DVB-S2）によるUHD番組の配信には、HD素材の場合よりも強力なデータ圧縮機能が必要です。民生用エレクトロニクス・デバイスへの圧縮フォーマットとして、H.265 HEVC（High Efficiency Video Coding）を標準化しているのは、このためです。12 Gbit/sを約20 Mbit/sまで圧縮するためのプロセスや、オーディオデータのコード化といったさまざまな処理ステップをリアルタイムで行う必要があります。

R&S AVHE100では、今後の仮想化プロセスチェーンを想定し、ハードウェアで動作するモジュールだけでなく、ソフトウェアベースの処理モジュールにも対応しています。HEVCエンコーダーとして使用しているのは、ドイツのベルリンに所在するFraunhofer Heinrich Hertz研究所（HHI）の統合ソリューションです。このエンコーダーは、広範なベンチマークテストにおいて品質面で他社を上回りました。R&S AVHE100での一貫したソフトウェアモジュールの使用により、今後の顧客要件に対する柔軟な対応が可能です。

常時利用可能でセキュアな配信を目指し、Sky Deutschland社は、このプロジェクトのヘッドエンドに1+1の冗長システム構成を採用することにより、障害またはサービスによるブロードキャストの中断も回避しています。R&S CrossFlowIPテクノロジーにより、上り衛星アップリンクに常に安定した信号が供給されます。

受信

UHDレシーバーをお持ちの、Sky社に登録されているお客様は、2016年10月中旬から、Sky Sport Bundesliga UHDとSky Sport UHDの2つの追加チャンネルにアクセス可能となりました。

Benjamin Rauch

DVB-S2/DVB S2X コンポーネントの 物理層テスト

DVB-S2の拡張DVB-S2Xでは、単にDVB-S伝送システムがUHD領域でも使用可能になるだけではありません。システムを他のアプリケーションに利用できる可能性も広がります。R&S®SMW200Aベクトル信号発生器の新しいソフトウェアオプションを使用すれば、両方の規格に準拠した信号を発生できます。

DVB-S2は、衛星HDTVチャンネル伝送用の規格であり、何百万人もの視聴者に利用されています。一部のUHDチャンネルも、すでにDVB S2で放送されています。UHD圧縮（H.265）は現在使用されているH.264規格よりも進歩していますが、それでも生成されるデータの量は膨大です。UHDを採用するプロバイダーが増えるにつれて、衛星で使用する伝送容量はますます逼迫するでしょう。トランスポンダーのチャンネル間隔の変更は、

容易な作業ではありません。周波数はすでに占有されていて、TVチャンネルの数を減らすことはできず、既存のレシーバー特性との下位互換性も保証する必要があります。したがって、残された方法は1つだけです。すなわち、スペクトラムを効率的に利用することです。これは2014年に採用された新しいDVB-S2X規格で実現されていて、すでに一部の民生用デバイスでサポートされています。DVB-S2Xでは、高いデータレートとともに、きわめて

柔軟なチャンネル使用を可能にするさまざまなオプションが利用可能になります。この規格では、100種類以上の変調方式とFECの組み合わせ（256APSKまでのコンスタレーションを含む）が使用可能で、急峻なエッジのフィルターの採用によりチャンネル間隔が縮小され（チャンネル自体の幅はやや拡大）、LTEのキャリアアグリゲーションと同様に、トランスポート・ストリームを複数のチャンネルに分配することができます（チャンネルボンディング）。複数のトランスポンダーに、チャンネルを分配することも可能です。

DVB-S2およびDVB S2Xは、衛星データ伝送用に最適化されています。このため、この規格をビデオ放送以外の送信に利用すること



図1: R&S®SMW200Aには、DVB-S2/DVB S2Xコンポーネントおよびレシーバーの物理層テストのための信号を生成する新しいソフトウェアオプションが用意されています。

も可能です。広い範囲の顧客からのさまざまな種類のトランスポート・ストリームを、トランスポンダーを通じて並列に伝送できます。これにより、衛星プロバイダーは、割り当てられた帯域幅（リースされた伝送容量）を利用して、トランスポンダーの容量を最適化し、投資を早期に回収できます。重要なのは、相互信号干渉が存在しないことです。そのためには、使用するコンポーネントに対するRFテストが重要です。

R&S®SMW200Aは、このようなテストに最適なプラットフォームです（図1）。最高40 GHzの出力周波数により、一般的なすべての衛星通信周波数バンドをサポートします。広帯域アプリケーションに対応するために、R&S®SMW200Aには、最大2 GHzの信号帯域幅とフラットな周波数応答を備えた、最適な内部ベースバンドモジュールが備わっています。

DVB-S2/DVB-S2X信号発生のための新しいR&S®SMW-K116ソフトウェアオプション（図2）を使用すれば、DVB-S2/DVB-S2Xコンポーネントやレシーバーの物理層テストが可能になります。ジェネレーターの内蔵リアルタイムコーダーにより、最高600 Mシンボル/sのデータレートを実現できます。R&S®WinIQSIM2ソフトウェアを使用して外部で信号を計算し、ジェネレーターのARBメモリにロードすれば、1200 Mシンボル/sのレートも実現可能です。これはTV放送に必要な範囲をはるかに超えています。高データレートの広帯域信号をサポートする他の種類のペイロードの場合に必要なようになる可能性があります。

また、DVB-S2Xをサポートする衛星の増幅器をテストするには、1つのチャンネルでは不十分で、複数の信号を加算した信号が必要です。TV放送の場合、通常は多数の隣接する等しい幅の信号が用いられます。他の目的で用いられる場合は、さまざまな帯域幅が生じる可能性があります。しかし、どちらもR&S®SMW200Aにとっては大きな問題ではありません。マルチキャリア信号発生を使用することにより、複数のDVB-S2/DVB-S2X信号（個別にパラメータを設定したもの）から、最大2 GHz帯域幅の加算信号を作成できるからです（図3）

レシーバーテスト用には、独自のトランスポートストリーム（TS）ファイルを作成するか、汎用連続（GC）／汎用パケット化（GP）データを使用することができます。R&S®SMW200Aは、DVB規格に基づくその後のコーディングと信号発生をサポートしています。最初にデータに対してデータ・ストリーム・アダプテーションが適用され、パケット化または連続データストリームが作成されて、

その後の処理ステップに送られます。出力はチャンネルコーダーでスクランブルされ、エラー保護が適用されます。変調の前にパイロット信号が付加されます。関連するすべての機能とパラメータは、変更、有効化、または無効化できます。この柔軟性により、レシーバー内部の個々のレイヤーや機能ブロックの検証が可能です。

Markus Lörner

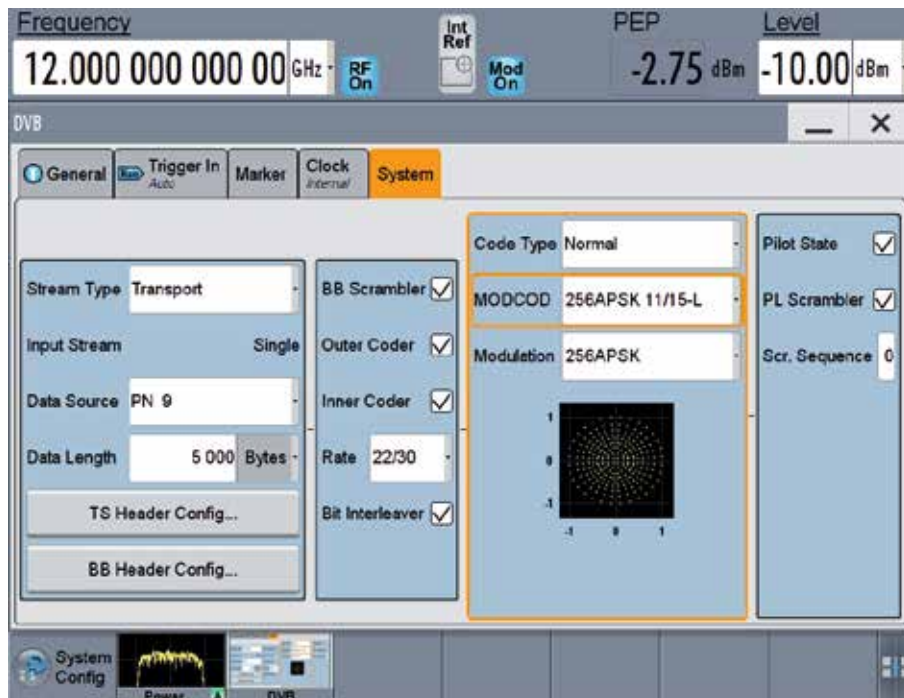
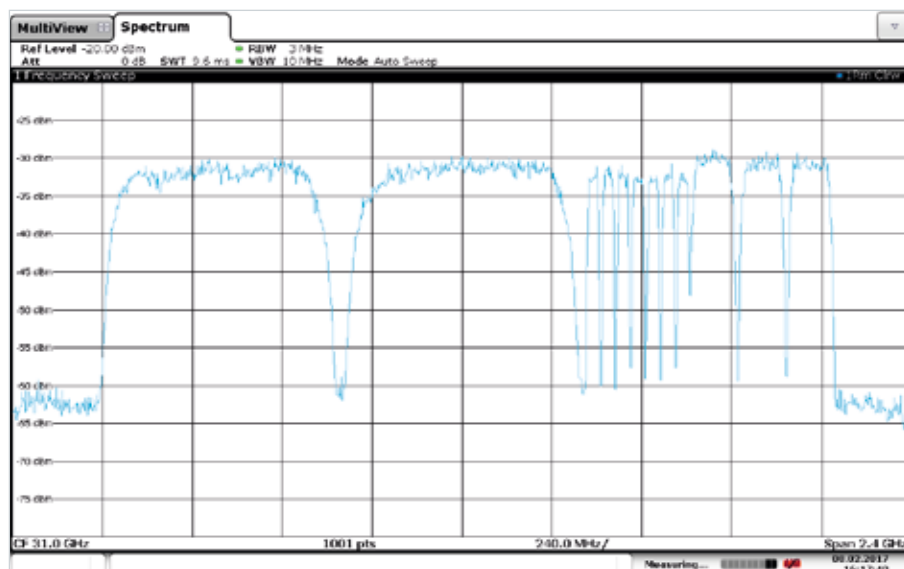


図2：DVB-S2Xのユーザーインターフェース。

図3：DVB-S2に基づくさまざまなペイロードを搭載した負荷テスト用の2 GHz加算信号。



安全を守る – 警察向けハイテクIT

ドイツのニーダーザクセン州とバーデン・ヴュルテンベルク州の警察当局は、ローデ・シュワルツ・サイバーセキュリティのセキュリティコンセプトを採用して、モバイルデバイスやワークステーションPCをサイバー攻撃から保護しています。

モバイルデバイスが普及し、その中に貴重なデータが記憶されるようになったことで、モバイルデバイスをターゲットとするサイバー犯罪も増えてきました。警察当局はこの危険に気づき、必要な対応を取りました。パトロール中にスマートフォンやタブレットから必要な情報を引き出す代わりに、指令センター経由の音声通信を介して情報を入手するようにしたのです。それはなぜでしょうか？従来のモバイルデバイスのセキュリティメカニズムでは、ゼロデイ攻撃やAPT攻撃などの大規模な攻撃から機密データを十分に保護することができないからです。

無線による問い合わせのさまざまな欠点

指令センター経由の無線による問い合わせは、パトロール中の警察官にとって時間がかかり、必要な正確さが得られないことがあります。例えば、被疑者の顔写真に関して口頭で説明しなければならない場合などです。このような通話は、警察官にとって安全上のリスクにもなります。邪魔されずに通話するために、被疑者のそばから離れなければならないからです。

一方で、従来とは異なる最新の方法もあります。2016年8月以降、ニーダーザクセン州では、ローデ・シュワルツ・サイバーセキュリティ製の500台の特殊なタブレットが使用されています。これらはBizTrustタブレットと呼ばれ、警察官はこれを使用することで、どこからでも警察のサーバーのデータに安全にアクセスできます。ハノーファー警察ミスブルク警察署の警察官Dennis Karp氏は、新しいタブレットの利点について次のように語ります。「オペレーションセンターに電話する代わりにBizTrustを使えば、タブレット上で写真を直接見て、目の前の人物と比較できます。おかげで大変な時間の節約になります。もちろん、BizTrustを使えば間違いも減ります」。もう1つの利点として、BizTrustを使えば、警察官は被疑者の近くで個人の詳細情報を比較できるので、安全性が増します。

ビジネスと個人使用の分離によるセキュリティ

BizTrustタブレットは、Sony製の市販Androidモデルをベースにしていますが、特別に強固なセキュリティメカニズムを採用した強化セキュリティカーネルによって保護されています。さらに高度な保護手段として、デバイスをオープン領域と制限領域に分けることにより、公開されているアプリストアから入手したアプリを、リスクを気にせずに、正規のビジネス用アプリと並行して実行することができます。図1に、BizTrustのGUIを示します。

ビジネスと個人使用を分離することにより、電子メール、連絡先、カレンダー、イントラネット、インターネットへのセキュアなアクセスも可能になります。ビジネス領域では、接続はセキュアな仮想プライベートネットワーク（VPN）トンネルを通じて実現されます。外部のウェブサイトへのアクセスは、中央当局のファイアウォール経由で行われるた

め、危険なコンテンツは排除されます。これにより、ニーダーザクセン州警察のユーザーは、日常の作業に必要なすべてのアプリケーションにアクセスできます。

膨大な時間の節約

BizTrustは、速度が重要な場合に特に威力を発揮します。警察官Thomas Focke氏は、次のような状況について述べています。「日常の自動車検問を行っていました。そのとき、酔っているのではないかとと思われる運転者が目にとまりました。BizTrustで運転者の個人情報をチェックしていると、過去に薬物所持で逮捕されたことがあるのがわかり、ただちに対処することができました。」

現在のところ、BizTrustはニーダーザクセン州の警察官のうち希望者だけが使用しています。BizTrustタブレットは非常に好意的な評価を得ていますが、その理由の1つはシステムの使いやすさにあります。オフィスのコンピューターで使用するのとまったく同じアプリケーションが、タブレットでも使用できるのです。「BizTrustにトレーニングは不要です」と語るのは、システム統合責任者のSteve Schuchardt警部です。「ただし、各デバイスに担当メンターが割り当てられていて、簡単な説明を行うとともに、質問に答えたり問題解決を手伝ったりします。重要なのは、いつでもサポートに直接連絡できるようにしておくことです。そのことが、ユーザーに受け入れられる鍵だと思います。」



図1: BizTrustはSony製の市販Androidデバイスを基にしています。スマートフォン上の特殊なアプリを使用することにより、暗号化された音声通話も可能になります。

タブレットを使用することで、警察官は膨大な時間を節約できます。これまでの、手書きでメモを取って、夕方オフィスに帰ってからその内容をタイプしていたのが、パトロール中にメモを入力してアップロードできるようになりました。必要なすべてのフォームがデバイス上で利用できるため、勤務後の面倒な書類作成は過去のものとなりました。

現在、各警察署に2台ずつのタブレットが配置されていますが、将来は各警察官に専用の個人用タブレットを支給することが計画されています。ニーダーザクセン州警察では、サービスアプリの配布と更新を容易にするために、独自のアプリストアを作成する計画も立てています。

強化された保護をオフィスでも

バーデン・ヴュルテンベルク州警察では、これまで、セキュリティ確保のために、ウェブ検索用に少数の隔離されたワークステーションだけを使用していました。また、警察当局では、独自のLinuxベースのアクセステクノロジーも設計していました。この隔離されたウェブアクセスは、最善の方法とは言えません。何が問題なのでしょう。「ブラウザーの性能は標準以下であり、改善する方法はありませんでした」と語るのは、警察テクノロジー・ロジスティクス・サービス幹部会のHeiner Thierjung氏です。「また、帯域幅の不足、不便な印刷処理、アップロード機能がないといった問題が、常に発生していました。われわれは実世界では十分に保護されているのに、オンラインではほとんど無能力で無防備だったのです」。代わりとなるソリューションを探した結果、「ブラウザー・イン・ザ・ボックス」にたどり着きました。

便利なフル機能のセキュリティ

警察当局が探していたのは、無制限の使いやすい信頼できるインターネットアクセスを、最大限の保護レベルで提供できるITセキュリティソリューションでした。そのソリューションは、5,000人のユーザーを同時にサポートし、都市部にも農村部にも配備できることが必要でした。

警察のIT計画担当者は、最初にリモート制御ブラウザーシステム(ReCoBS)を検討しました。この種のシステムのセキュリティアーキテクチャーは、必要なレベルの保護を実現できます。「ところが、隔離されたDMZベースのターミナル・サーバー・ファーム内の集中化されたブラウザーシステムでは、利用可能な技術リソースが足りなくなることが、すぐに明らかになりました」と語るのは、バーデン・ヴュルテンベルク州IT局(BITBW)のSebastian Sieburg氏です。「しかも、データ量が非常に多いため、帯域幅が大幅に制限されてしまいます。」

図2：トレーニングも学習も不要です。
ブラウザー・イン・ザ・ボックスは、
ChromeまたはFirefoxで使えます。

脱獄できない刑務所：ブラウザー・イン・ザ・ボックス

ブラウザー・イン・ザ・ボックス(図2)は、ワークステーションコンピュータ上に仮想マシンを作成し、その上で制限されたオペレーティングシステムとカプセル化されたウェブブラウザー(ChromeまたはFirefox)を動作させる仕組みです。このブラウザーは、仮想ハードウェアだけにアクセスできます。ウイルスやトロイの木馬などのマルウェアは、この環境内に閉じ込められ、ローカルPCやネットワーク上に出て行くことはできません。

ブラウザー・イン・ザ・ボックスは、ドイツ連邦政府の情報セキュリティ庁(BSI)の依頼で開発されたもので、警察署の日常業務に容易に統合でき、技術的な経験の少ないユーザーでも簡単に操作できます。悪意のあるコードによってブラウザーが汚染されたら、単に仮想ブラウザー環境を再起動すればよいのです。他のアプリケーションとデータを交換する場合は、ダウンロードしたファイルをバッファディレクトリに置いて、マルウェアがないかどうかスキャンします。

セキュリティ・バイ・デザイン

BizzTrustもブラウザー・イン・ザ・ボックスも、技術的な「セキュリティ・バイ・デザイン」の方法に基づいており、一般ユーザーの使用を想定した製品に、開発段階からデータのセキュリティを組み込んでいます。その利点は何でしょうか。この種のソリューションは、ウイルス対策プログラムのように攻撃に対処する代わりに、攻撃を事前に食い止めます。すなわち、セキュリティに関連するアプリケーションやデータへの不正アクセスを最初から防止するのです。

政府機関や企業にとってITセキュリティは必須ですが、個人ユーザーの場合でも、ウェブ上では十分な注意が必要です。ローデ・シュワルツ・サイバーセキュリティはそのようなユーザーにとっても助けになります。ブラウザー・イン・ザ・ボックス・セキュリティ環境は、cybersecurity.rohde-schwarz.comウェブサイトからダウンロードして無料で使用できます。

Esther Ecke



LANCOM Systemsへの出資



ローデ・シュワルツは新しくLANCOM Systemsの戦略的出資者になりました。LANCOM Systemsは、企業顧客および公共部門向けのネットワーク・インフラストラクチャ・ソリューションに関するドイツ有数のメーカーです。LANCOMの創業者で社長でもあるRalf Koenzen、共同経営者Stefan Herrlich、および共同設立者Carl-Thomas Eppingは引き続き株式を保持します。両社はセキュア・

ネットワークの分野で、補完的なビジネス・モデルおよびポートフォリオを持っています。各出資者は、LANCOM SystemsをLAN、WAN、およびWLANのインフラストラクチャに関するヨーロッパ有数のプロバイダに成長させるという共通の目標にコミットしています。クラウド・ベース・ネットワーク管理の市場への参入は、ソフトウェア・デファインド・ネットワーキング/ソフトウェア・デファインドWAN (SDN/SD-WAN) テクノロジーと併せて重要な役割を果たします。2002年の設立以降、LANCOM Systemsは14 %という平均を上回る年間成長率 (CAGR) を達成しています。

ローデ・シュワルツ・サイバーセキュリティがDenyAllを買収



ローデ・シュワルツ・サイバーセキュリティは、フランスのウェブ・アプリケーション・セキュリティ専門業者DenyAll (所在地：パリおよびモンペリエ) を買収しました。この買収によって、ローデ・シュワルツ・サイバーセキュリティは、販売および市場における

プレゼンスに加えて、ネットワーク/エンドポイント・セキュリティおよびセキュリティ管理ソリューションのポートフォリオを拡大しました。DenyAllの脆弱性管理、ウェブ・アプリケーション・ファイアウォール、およびアクセス管理の各ソリューションは、デジタル変換に関する安全なビジネス・プロセスの基礎になります。ローデ・シュワルツは、革新的で信頼できるサイバーセキュリティ・ソリューションを、より多くのお客様にシングルベンダーで納入できるようになります。

ポストプロダクション会社の 本社でローデ・シュワルツ製品 を採用

2016年10月以降、ケルンおよびベルリンに拠点を持つポストプロダクション会社の本社で、ローデ・シュワルツの新しいR&S®CLIPSTERマスタリング・システム・バージョン6が稼動しています。この会社は、R&S®CLIPSTERを使用して、映画の制作や宣伝のための字幕などのDCP、IMF、およびHDRファイルの作成を計画しています。この多機能なツールを使用すると、Dolby Vision (映画館および家庭)、HDR10、およびハイブリッド・ログ・ガンマ (HLG) のためのHDRワークフローが可能になります。このタスクは、R&S®CLIPSTERの新しい色処理エンジンによって実行されます。これによって、本社ではHDRコンテンツに対して増加している顧客の需要を満たすことができます。

新しい技術センタは、2015年の初めに解体されたいくつかの古い建造物に置き換わるものです。

新しい技術センタの運用開始

ミュンヘンの「Werksviertel」地区にあるローデ・シュワルツの企業キャンパスでは、従業員が新しい研究開発ビルに移動しました。これは、以前同じ場所にあった古いビルに代わる建物です。ローデ・シュワルツは新しい技術センタに約3800万ユーロを投資しました。6階建てで床面積は約13,500平方メー

ローデ・シュワルツ機器を用いたNB-IoT基地局試験

中国のITおよび電気通信ソリューション・プロバイダHuaweiと、世界最大のモバイル事業者China Mobileは、Cat-NB1リリース13に沿った狭帯域IoT (NB-IoT) の初めての試験を完了しました。この試験では、R&S®SMW200Aベクトル信号発生器とR&S®FSWシグナル・スペクトラム・アナライザが使用されました。3GPPは、消費電力が少ないサービスおよびアプリケーションの需要を満たすために狭帯域IoT規格を開発しました。セルラ・エア・インタフェースをM2M通信の条件に完全に適合させました。2016年10月、Huawei、China Mobile、およびローデ・シュワルツは、関連する基地局でのインタフェース特性とRFパフォーマンスに関する初めての試験を成功させました。結果は3GPP TS 36.141仕様に完全に準拠していました。次の段階は、フェージング・シナリオを使用してレシーバ性能試験を実施することです。基地局の測定ソリューションは、NB-IoT用の信号を生成および解析できる初めてのものです。

トルあります。建物は主に開発部署に提供され、約600人の従業員を収容できるオープンスペース構造になっています。これは会社の建物を最新の企業キャンパスに再構成するためのもう1つの建築用ブロックです。



フィリピン沿岸警備隊との 大型契約



フィリピン沿岸警備隊は新しい艦隊にローデ・シュワルツの技術を搭載しました。

フィリピン沿岸警備隊は、新しい多目的船舶10隻に無線および無線モニタリング・システムを搭載することでローデ・シュワルツと契約しました。船舶は、法律の執行、海賊行為の抑制、捜索、救助活動などの任務に使用されます。ローデ・シュワルツのシステムを使用することで、偵察、追跡、および通信の機能が向上します。R&S®M3SR Series4400およびSeries4100無線は安全な音声通信およびデータ通信に使用されます。R&S®Postman IIIはメッセージの自動伝送を行います。加えて、R&S®DDF205方向探知機も納入されます。

タイスナッハ製の最も強力な送信機

ローデ・シュワルツのタイスナッハ工場で製造されたR&S®THU9evo UHF送信機は、会社の歴史の中で最も強力な送信機であるというだけではなくありません。106 kWの出力は、これまでに製造された中

で最も強力な半導体送信機です。本機はニューヨーク市の新しいOne World貿易センターに設置され、住民に地上波TV放送を行う予定です。2016年11月、送信機システムは大西洋横断の旅を始めました。



液冷式のR&S®THU9evo UHF高出力送信機に基づいた権威あるプロジェクト。

英国の航空交通管制プロバイダがローデ・シュワルツと連携して ATCインフラストラクチャを最新化

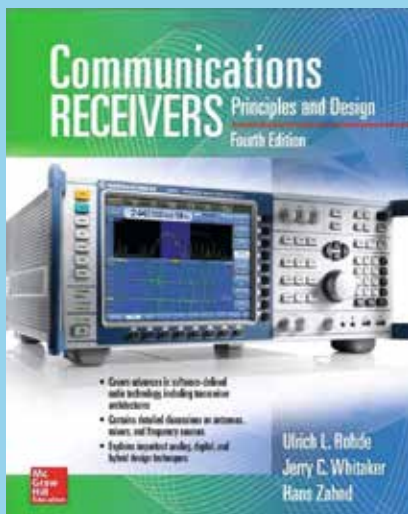
英国の航空交通管制プロバイダNATSは、ローデ・シュワルツのR&S®VCS-4G IPベース音声通信システムを選択しました。本機は英国の航空無線通信で2番目の音声システムとして使用されます。SESARプログラムの枠組みの中で、NATSは今後数年間で航空交通管理インフラストラクチャ全体を最新式にします。このプログラムは、標準化されたヨーロッパの空域を確立する上で重要な役割を果たしています。この最新化の一環として、ATC通信はTDMベースのシステムからVoice over IP (VoIP) に転換されます。R&S®VCS-4Gは優れた信頼性、新機軸、および柔軟性を提供します。発注には、450の管制卓、最大1700の無線、および各種の地上-地上間リソースの納入、設置、修理が含まれます。



NATSの供給チェーン管理部長Tim Bullock (左) とローデ・シュワルツのセキュリティ通信部上級副社長Bosco Novakは契約締結後に握手しました。ローデ・シュワルツの社長兼CEOのChristian Leicher (前列右) も同席しました。

書籍『Communications Receivers』の新版

本書は1980年代初めに第1版が出版され、定番の著作と見なされていますが、近年新しく改訂版が出版されました。Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Ulrich L. Rohdeと彼の共著者は、11章に及ぶ700ページ近い本で、建物用レシーバのあらゆる詳細な側面とその中のコンポーネントの設計原理について説明しています。ソフトウェア定義されたレシーバの急速な発展などの最新の展開についても、5Gモバイル無線と新興のIoT分野の背景に関する今後の課題とともに説明しています。大学生および熱心な無線愛好家だけでなく、無線および無線モニタリングの専門家にとっても本書は学ばる価値があります。本書はMcGraw-Hill Educationから出版されています。



GTIは毎年バルセロナで開催されるMWCモバイル通信展示会で表彰しています。

ローデ・シュワルツが航空ショーをドローンから防御

ローデ・シュワルツは、オーストリアのAirPower 2016航空ショーでR&S®ARDRONIS無線モニタリング・ソリューションを試験しました。このシステムは、リモート制御された民生用ドローンの危険からショーを保護しました。このようなドローンは航空交通と大規模なイベントの両方に安全上のリスクをもたらします。AirPowerのような航空ショーでは、緊密な間隔で行われる離着陸が妨害されると、イベ

ント参加者と観客の両方に危険をもたらします。R&S®ARDRONISを使用すると、早期のダウンリンク信号に加えてドローン制御信号を検出することもでき、ドローンの位置を特定して危険な空域への侵入を防止できます。このソリューションは、関連周波数帯の信号を監視し、必要に応じてドローンの分類、識別、および妨害を行うための信号プロファイルの大規模なライブラリを管理しています。



R&S®ARDRONIS-IIは、半径1 km以内における民生用ドローンのリモート制御を短時間で確実に検出できます。

GTI Awardを再度受賞

Mobile World Congress 2017で、ローデ・シュワルツはGTI SummitのInnovative Technical Product Awardを4回続けて受賞しました。ローデ・シュワルツが受賞したのは、R&S®CMW500およびR&S®TS8980テスト・プラットフォームで構成される、ユーザ体感テスト・ソリューションに対してです。これは高出力ユーザ機器 (HPUE) の初めてのテスト・ソリューションです。GTIは、毎年バルセロナで開催されるモバイル通信展示会において、TD-LTEの分野で優れた業績を示した企業を表彰しています。



ローデ・シュワルツがベルリン映画祭をオフィシャル・サポーターとして継続支援

ローデ・シュワルツはベルリン映画祭において5回連続で技術的サポートを行いました。舞台裏では、弊社のソリューションが最高のビデオ品質を保証しました。3台のR&S®CLIPSTERマスタリング・ステーション、1台のR&S®VENICEインジェスト&プレイアウト・プラットフォーム、およびR&S®SpycerBox Cellストレージ・ソリューションがデジタル・ワークフローに組み込まれました。R&S®VENICEはその後の処理のためにさまざまな入力メディアを準備しました。驚異的な速度のR&S®CLIPSTERマスタリング・ステーションを使用することで、祭典の開始に間に合うようにすべてのデジタル・シネマ・パッケージ (DCP) を生成することができました。European Film Marketの審査を含めて、ベルリン映画祭では全部で約1100本の映画が上映されました。

サイバーセキュリティには 信頼が必要です。



コンパクトなSME向けITセキュリティ製品から拡張性の高い
エンタープライズ・ソリューションまで、ローデ・シュワルツ・
サイバーセキュリティは以下の機能を提供します。

- セキュアで透明性の高いネットワーク
- セキュアなウェブ・アプリケーション
- 盗聴防止通信
- エンドポイント・セキュリティおよび信頼できる管理

弊社の受賞歴のあるソリューションは、企業、重要インフラ、およ
び公共機関をスパイ活動およびサイバー攻撃から守ります。これら
は「セキュリティ・バイ・デザイン」の原則に従って開発されており、
複雑なサイバー攻撃をリアクティブではなくプロアクティブに予防し
ます。

cybersecurity.rohde-schwarz.com



ROHDE & SCHWARZ

サイバーセキュリティ