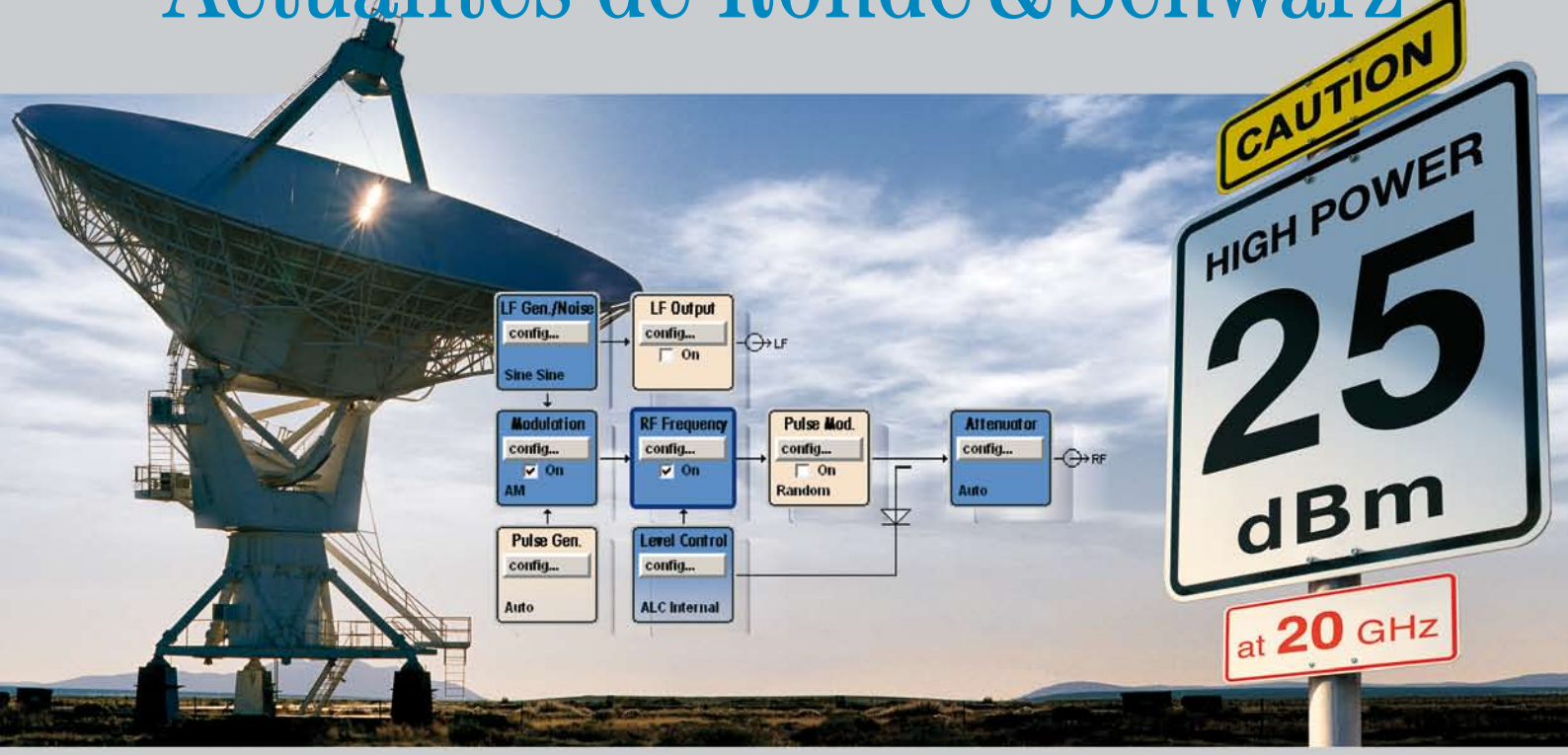
Actualités de Rohde & Schwarz



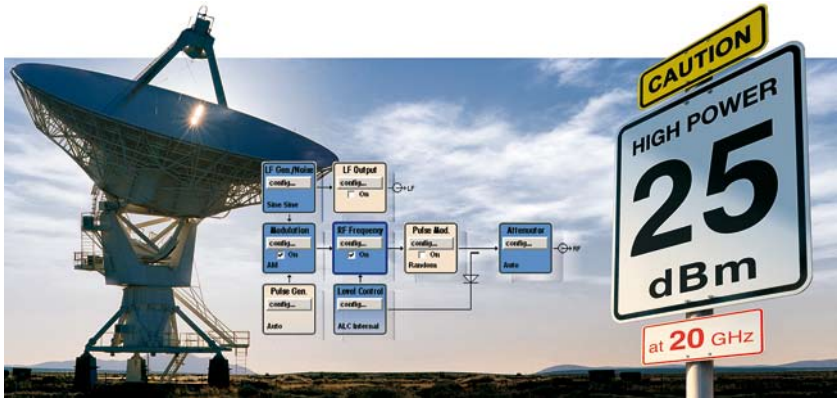
Générateur de signaux hyperfréquence analogiques – l'excellence dans toutes les disciplines

Premier système de test certifié pour mesures OTA sur produits finis WLAN

Mesures de profils d'impulsion jusqu'à 40 GHz considérablement simplifiées

2007/I
192

ROHDE & SCHWARZ



44957

Le nouveau générateur de signaux hyperfréquence analogiques R&S®SMF 100 A brille par une puissance de sortie et une qualité de signal les plus hautes ainsi que par une vitesse et une flexibilité extrêmes (page 20).

Rohde & Schwarz propose avec la famille étendue R&S®TSMx des analyseurs de réseau radio pour toutes les exigences: cinq nouveaux appareils complètent la gamme (page 4).

La nouvelle sonde pour le wattmètre R&S®NRP offre tout ce qui est nécessaire aujourd'hui pour réaliser des mesures de puissance haute fréquence (page 33).

RADIOCOMS MOBILES

Systèmes de mesure de couverture

Analyseurs de réseau radio R&S®TSMx
Analyseurs de réseau radio pour tous budgets et applications 4
Solution conviviale pour l'analyse de voisinage dans les réseaux 2G et 3G 9

Systèmes de test

Système de test R&S®TS 8991
Premier système de test certifié pour mesures OTA sur terminaux WLAN 12

Technologie

De SISO à MIMO – exploiter toutes les ressources de l'interface air 16

INSTRUMENTATION GENERALE

Générateurs de signaux

Générateur de signaux hyperfréquence R&S®SMF 100 A
Performance à l'état pur, sans compromis 20

Générateur de signaux R&S®SMA 100 A
Signaux précis pour le test des récepteurs de radionavigation 25

Analyseurs de réseau

Analyseurs de réseau R&S®ZVA / R&S®ZVT
Mesures de profils d'impulsion jusqu'à 40 GHz – considérablement simplifiées 28

Voltmètres / wattmètres

Sonde de mesure de puissance large bande R&S®NRP-Z81
Technologie de pointe pour la communication numérique sans fil 33

Méthodes de mesure

Wattmètre R&S®NRP
Solution astucieuse pour la surveillance du niveau des signaux satellite.....38

RADIODIFFUSION

Référence

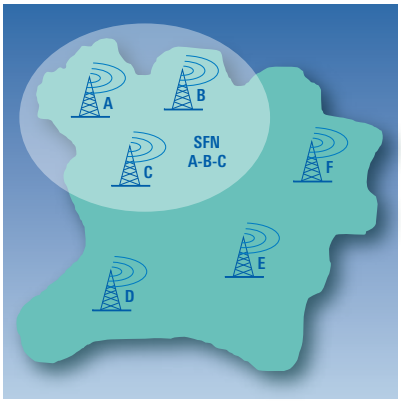
Extension et modernisation du réseau d'émetteurs TV en Roumanie.....41

Surveillance de réseaux d'émetteurs

Efficace et ciblée : La surveillance des signaux de télévision numérique.....43

AUTRES RUBRIQUES

Faits divers.....49



L'assurance de la qualité et de la disponibilité du signal dans les réseaux TV numérique est indispensable. Ce premier chapitre d'un article en deux parties illustre la façon de déterminer dans le réseau les points de surveillance et les mesures respectives à réaliser (page 43).

Les analyseurs de réseau haut de gamme de Rohde & Schwarz, en plus d'avoir été dotés d'une option pour des mesures de profils d'impulsion, couvrent maintenant avec le nouveau R&S®ZVA40 la gamme de fréquence jusqu'à 40 GHz (page 28).

Editeur : Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG · Mühldorfstraße 15 · 81671 München (R. F. A.)
Support Center : Téléphone : *(49) 018 05 12 42 42 · E-mail : customersupport@rohde-schwarz.com
Télécopie : *(49 89) 41 29-137 77 · Rédaction et mise en pages : Ludwig Drexl, Redaktion – Technik (Munich)
Adaptation française : Temcom · Photos : Rohde & Schwarz · Imprimé en R. F. A. · Tirage : 80.000 en allemand, anglais, français et chinois · Fréquence de parution : environ quatre fois par an · ISSN 0174-0660
Abonnement gratuit auprès des agences Rohde & Schwarz · Reproduction autorisée avec indication de la source et copie à Rohde & Schwarz.

R&S® est une marque déposée de Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG. Les noms de produits et d'entreprises sont les marques de leurs propriétaires respectifs. **CDMA2000**® est une marque déposée par l'Association de l'industrie de télécommunications (TIA Etats-Unis).
La **marque et les logos Bluetooth**® sont la propriété de SIG Bluetooth, Inc. et leur utilisation est concédée sous licence à Rohde & Schwarz.

Fig. 1 Dans la famille des analyseurs de réseau radio R&S®TSMx, un appareil approprié est prévu pour chaque application et chaque budget.

Analyseurs de réseau radio pour tous budgets et applications

Cinq nouveaux appareils viennent rejoindre le réputé R&S®TSMU et élargissent ainsi le programme d'analyseurs de réseau radio : le R&S®TSMQ et la série des 4 R&S®TSML-x. Celle-ci est disponible à un coût particulièrement avantageux et peut être utilisée, selon modèle, pour les scans GSM, PN CDMA2000® ou WCDMA, les mesures de puissance et l'analyse de handover. L'appareil universel R&S®TSMQ entièrement équipé peut analyser simultanément plusieurs réseaux de nature différente.

Equipements de mesure pour toute demande

Maintenir, étendre et optimiser les réseaux de radiocommunication mobile, tel est le quotidien des opérateurs de réseau. Un équipement de mesure très spécialisé peut faciliter ces tâches complexes. Avec la famille élargie R&S®TSMx, Rohde & Schwarz propose des analyseurs de réseau radio répondant à toutes les exigences (fig. 1). Ces appareils offrent de nombreux et sérieux avantages et ne sont pas soumis aux limitations imposées par les mobiles de test. Les modalités pratiques d'exploitation des analyseurs de réseau radio de Rohde & Schwarz par les opérateurs sont décrites en page 6 (encadré). Les différences majeures entre les séries d'appareils sont résumées en figure 2.

Les spécialistes économiques R&S®TSML-x

La nouvelle série des 4 analyseurs de réseau radio R&S®TSML-x offre des solutions à un prix avantageux pour une utilisation dans un système de radiocommunication mobile déterminé. En cas d'extension ultérieure à des normes supplémentaires, plusieurs appareils peuvent être intégrés sans modifications et ce, grâce à l'interface Firewire (IEEE 1394) et à la construction modulaire du logiciel de mesure R&S®ROMES.

L'interface ViCOM, spécificité de tous les analyseurs de la série R&S®TSML-x, permet à des logiciels spécifiques client d'accéder aux données de mesure brutes. Une description détaillée ainsi que des exemples de programme et un code source préétabli facilitent l'implémentation et offrent aux utilisateurs une flexibilité maximale.

Tous les appareils de la famille R&S®TSML-x sont très compacts, ne pèsent que 1,5 kg et peuvent être intégrés dans des baies 19". Grâce à leur faible consommation de 8 W seulement, ils conviennent parfaitement pour une application mobile. Une interface FireWire permet un transfert rapide des données de mesure vers un PC.

Le **récepteur de mesure de puissance R&S®TSML-CW** est conçu pour réaliser aussi bien les mesures CW indépendamment du réseau que les mesures de niveau RF de porteuses modulées ou non. Le déclenchement s'effectue en ▶

Fig. 2 Aperçu de la série des modèles.

	Nouveau 4 modèles : R&S®TSML-x	R&S®TSMU	Nouveau R&S®TSMQ
Norme de radiocommunication mobile (GSM, CDMA, WCDMA) ou CW	une, fixe	une, librement définie	plusieurs en parallèle (CW séparément)
Interface ViCOM pour logiciel utilisateur	oui	non	non
Vitesse de mesure			
WCDMA	10 mesures/s	20 mesures/s	50 mesures/s
CDMA2000®	5 mesures/s	10 mesures/s	10 mesures/s
GSM	40 canaux/s	80 canaux/s	100 canaux/s

L'article en page 9 démontre la facilité avec laquelle les analyseurs de réseau radio R&S®TSMx réalisent les analyses de voisinage dans les réseaux 2G et 3G.

fonction du temps ou de la distance. Sa large gamme de fréquence de 80 MHz à 6 GHz et ses bandes passantes de résolution réglables entre 12,5 kHz et 4 MHz lui assurent une application universelle : quelque soit la réception : large bande, bandes TV, WiMAX, TETRA, GSM (toutes bandes) ou WCDMA (bandes I à IX), toutes les possibilités sont ouvertes. Des mesures WiMAX peuvent être réalisées non seulement selon la norme 802.16-2004 fixe mais également selon la norme 802.16e-2005 mobile, ce qui permet de détecter rapidement les « zones blanches ». Sa vitesse de mesure est également probante : 20 canaux par seconde (GSM) avec une résolution de 10 cm à une vitesse de 180 km/h (GSM-R).

Le **scanner de réseau GSM R&S®TSML-G** décode les informations système, comme CI, MNC, LAC, MCC et BSIC, pour toutes les bandes GSM. Sa vitesse de mesure très élevée de 40 canaux par seconde, y compris démodulation et décodage, est donc parfaitement adaptée pour une optimisation rapide des réseaux EDGE, GSM et GPRS. Des difficultés de roaming ou des interférences générées par des porteuses d'autres réseaux peuvent être facilement détectées.

Les **PN-Scanner R&S®TSML-C et R&S®TSML-W** démodulent les paramètres RF de réseaux CDMA2000® (R&S®TSML-C) ou WCDMA (R&S®TSML-W), d'où la possibilité pour les opérateurs d'analyser automatiquement tous les codes PN des signaux concernant la puissance RF, le comportement temporel et les critères de qualité. Le R&S®TSML-C couvre avec sa gamme de fréquence toutes les bandes CDMA2000® et peut traiter cinq mesures par seconde. Le récepteur RF R&S®TSML-W quant à lui couvre toutes les bandes de fréquence WCDMA (bandes I à IX) et peut effectuer dix mesures par seconde. Les deux appareils disposent de récepteurs Rake à 512 doigts et mesurent simultanément jusqu'à 6 porteuses ; ils sont de ce fait parfaitement adaptés aux applications de benchmark.

L'appareil universel : R&S®TSMU

L'analyseur de réseau radio modulaire R&S®TSMU [1, 2] bien établi sur le marché peut être configuré spécifiquement selon l'application souhaitée. Il peut réaliser des mesures CW, WCDMA, CDMA2000® et GSM et les options nécessaires peuvent être installées de façon simple et rapide ; il est de ce fait un exemple en matière de flexibilité et d'économie.

Les récepteurs de la famille d'analyseurs ne sont pas basés sur un chipset mais disposent d'un étage d'entrée à large bande, ce qui représente un avantage considérable étant donné la variabilité des fréquences par rapport aux normes. Avec sa gamme de 80 MHz et 3 GHz, le R&S®TSMU offre de larges possibilités en matière de fréquences à mesurer.

Afin de faciliter la mesure de niveau, un trigger pour capteur de distance a été intégré pour la première fois dans le R&S®TSMU. Des impulsions en provenance de la roue informent, indépendamment de la vitesse de déplacement, sur la distance parcourue d'où l'avantage d'une distribution équidistante entre les points de mesure. Des mesures de puissance selon le critère de Lee ne posent par conséquent aucun problème. A une vitesse de plus de 200 km/h, même des distances de mesure de 15 cm ne constituent aucun obstacle pour le R&S®TSMU.

Tout équipé : le R&S®TSMQ

Le nouvel analyseur de réseau radio R&S®TSMQ (fig. 4) offre la performance la plus élevée de la famille. Non seule-

Imbattables :

Les analyseurs de réseau radio Rohde & Schwarz constituent une aide indispensable dans tous les cycles de vie d'un réseau de radiocommunication mobile (fig. 3) et fournissent des résultats de mesure bien plus rapidement et précisément que les mobiles de test. Leur étage d'entrée à large bande ainsi que l'installation des options simple et modulaire offrent une flexibilité maximale pour les opérateurs de réseau, les prestataires de services, les autorités réglementaires et les constructeurs.

Afin de pouvoir vérifier par exemple si des réseaux de radiocommunication mobile garantissent une couverture radio complète et sans perturbations, des trajets de mesure sont effectués pour lesquels des analyseurs de réseau radio sont utilisés. Dans les secteurs non accessibles aux véhicules, par exemple dans les bâtiments publics et les halls de gares ou aéroports, la couverture de réseau doit être également assurée. Les analyseurs de réseau radio Rohde & Schwarz excellent dans ces applications en raison de leur taille réduite et leur grande autonomie sur batterie.

Les nombreuses cellules radio dans les grandes villes et la quantité de petites cellules dans les bâtiments publics augmentent la complexité des réseaux de radiocommunication mobile. Cela exige des mesures de couverture à résolution spatiale élevée et représente un critère important notamment pour des mesures sur trajets ferroviaires ; les utilisateurs de radios mobiles souhaitent en effet être joignables aussi bien dans les trains à grande vitesse qu'à leur domicile. Les handovers fréquents et les décalages Doppler importants qui surviennent à des vitesses élevées imposent de lourdes contraintes aux équipements de mesure qui doivent produire rapidement des résultats satisfaisants. Cela ne présente aucune difficulté pour le R&S®TSMU car il fournit des résultats de mesure précis, même à des distances de mesure de 15 cm et à des vitesses de 200 km/h.

Les analyseurs de réseau radio Rohde & Schwarz dépassent largement les mobiles de test traditionnels en matière de précision et de vitesse de mesure. En effet, contrairement aux mobiles de

analyseurs de réseau radio Rohde & Schwarz au quotidien

test, ils se synchronisent encore sur des signaux d'un niveau largement inférieur – soit à l'aide d'impulsions d'un récepteur GPS, soit par des séquences de synchronisation internes au réseau extrêmement précises. Bien que ces signaux mesurés soient certes trop faibles pour permettre une transmission de données, ils peuvent toutefois encore perturber des liaisons existantes. Les téléphones mobiles dans les réseaux WCDMA tolèrent par exemple des codes défectueux en les ignorant lors de la démodulation mais ils peuvent toutefois perturber les procédures de handover. En revanche, les analyseurs de réseau radio R&S®TSMx évaluent plusieurs sections des signaux pour obtenir un gain de corrélation plus élevé.

Des perturbations causées par des sources externes, par exemple des signaux à large bande, peuvent également être détectées par les analyseurs de réseau radio. Grâce à leur moniteur de spectre analogique, ils mesurent des signaux sur une large gamme de fréquence. Des diagrammes en cascade 2D permettent de les représenter clairement et de capter des perturbations externes sur une longue période.

Les analyseurs de réseau radio R&S®TSMx apportent une aide précieuse pour la recherche d'emplacements appropriés des stations de base et fournissent en outre des indications sur les modifications d'antenne nécessaires. Lors de l'optimisation et la maintenance des réseaux radio, de nouvelles stations de base doivent être examinées quant à leur intégration dans le réseau. Il doit être vérifié avec des mesures d'interférence que les nouveaux émetteurs ne produisent pas de perturbations supplémentaires, lesquelles amoindriraient la précieuse capacité de réseau ainsi que la qualité des liaisons. Grâce à une technologie ingénieuse, les analyseurs de réseau radio Rohde & Schwarz sont capables – conjointement avec le logiciel de mesure R&S®ROMES [3] – de détecter et localiser ces perturbations avec précision.

Ces analyseurs permettent en outre d'éviter des perturbations, notamment en cas de paramètres réseau mal réglés. Des hystérésis de handover, des taux d'erreur de bloc cible ou des erreurs dans les listes de voisinage peuvent provoquer des problèmes supplémentaires. A l'aide de mobiles de test, les analyseurs déterminent au moyen de l'algorithme PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality) par exemple une erreur de bloc (BLER) réglée trop fort. Cette méthode de bout à bout réalise les mesures « du point de vue du client » et fournit facilement les valeurs MOS (Mean Opinion Score) qui traduisent la qualité phonique du réseau.

Les analyses de voisinage et de handover réalisées dans le passé par une fastidieuse reprise des données sont maintenant effectuées lors du trajet de test par le logiciel de mesure R&S®ROMES (voir page 9).

Les principaux avantages

- Mesures de couverture simples et rapides pour l'optimisation des réseaux
- Méthodes de mesure indépendantes d'un téléphone mobile de test, brevetées Rohde & Schwarz
- Pérennité au moyen d'extensions logiciel et matériel flexibles
- Conception compacte et pratique pour l'utilisation à l'intérieur et à l'extérieur
- Application universelle et indépendante des bandes de fréquence grâce à un étage d'entrée à large bande
- Moniteur de spectre confortable pour l'interface air, voies montantes / descendantes et décodage des informations broadcast dans les réseaux 2G et 3G sans nécessité d'autorisation par carte SIM

Fig. 3 Les analyseurs de réseau radio Rohde & Schwarz accompagnent tous les cycles de vie des réseaux de radiocommunication mobile.

Installation réseau	Entretien réseau	Optimisation réseau	Régulation réseau
Mesures de niveau Choix emplacement des stations de base – Couverture de réseau – Calibrage des outils de planification – Vérification de la planification réseau – Réglage d'antennes	Mesures d'interférence Prévention pollution pilote Test fonctionnel des stations de base	Augmentation capacité Augmentation qualité – Handover – Voisinage – Qualité of Service (QoS) Tests benchmark	Mesure d'interférence Couverture de réseau QoS Spectre
Mesures CW	Analyse d'interférences	Analyses handover Analyses de voisinage Qualité vidéo et voix KPI (Key Performance Indicator) Débit de données et qualité réseau	Mesure d'interférences Qualité vidéo et voix Débit de données Représentation du spectre

ment il gère les réseaux de toutes les normes (WCDMA, GSM, CDMA2000®) mais il peut également les mesurer tous en même temps. Pour cela, aucune option n'est nécessaire, l'appareil de base étant déjà équipé. Il offre ainsi de nouvelles applications et participe particulièrement à la réduction des coûts. Il permet de réaliser des mesures dans des réseaux supplémentaires lors d'un trajet de mesure, notamment dans un autre réseau d'un autre opérateur avec une autre norme de radiocommunication mobile.

Grâce à sa grande efficacité, cet appareil de mesure peut notamment effectuer en parallèle des tests benchmark ce qui permet de réaliser des économies et des gains de temps considérables. Un autre exemple d'utilisation est l'analyse de voisinage : le logiciel de mesure R&S®ROMES peut en effet décoder en même temps, dans les réseaux 2G et 3G, les informations des stations de base à partir des valeurs mesurées. Ces données sont comparées à une liste de stations de base et fournissent ainsi rapidement des informations sur les relations de voisinage manquantes et détectent d'éventuelles interférences. Le R&S®TSMQ peut en outre effectuer des mesures CW analogiques.

Grâce à sa taille, sa masse et sa consommation réduites, cet appareil peut être confortablement logé dans un sac à dos et utilisé en mobile avec un pack batteries. Les utilisateurs peuvent ainsi réaliser des mesures sans restrictions et optimiser rapidement des secteurs uniquement accessibles à pied.

Stefan Schindler

Autres informations et fiches techniques sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé : désignation de l'appareil)

BIBLIOGRAPHIE

[1] Analyseur de réseau radio R&S®TSMU : Grand par la puissance et petit par la taille, le R&S®TSMU définit de nouvelles normes. Actualités de Rohde & Schwarz (2003) Nº 180, p. 4–7.

[2] Analyseur de réseaux radio R&S®TSMU : Détection automatique des interférences sur réseaux GSM. Actualités de Rohde & Schwarz (2006) Nº 190, p. 4–9.

[3] Logiciel de mesure ROMES3 : Acquisition, analyse et visualisation de mesures de couverture. Actualités de Rohde & Schwarz (2000) Nº 166, p. 29–32.

Fig. 4 Le R&S®TSMQ non seulement gère les réseaux de l'ensemble des normes (WCDMA, GSM, CDMA2000®) mais les mesure également tous en même temps.

Solution conviviale pour l'analyse de voisinage dans les réseaux 2G et 3G

Les réseaux de radiocommunication mobile modernes et complexes de la troisième génération exigent des méthodes de mesure capables de fournir le plus simplement possible des indications sur des problèmes potentiels et de proposer des solutions. Les analyseurs de réseau radio R&S®TSMx répondent parfaitement à ces exigences en offrant précisément, en liaison avec le logiciel de mesure R&S®ROMES, un algorithme particulièrement bien étudié pour l'analyse des conditions de voisinage, avec lequel ces appareils font leurs preuves depuis 6 mois dans un réseau effectif.

La qualité des cellules adjacentes est déterminante

Chaque réseau cellulaire vit de sa capacité à pouvoir transférer la connexion entre un téléphone mobile et le réseau, d'une cellule à une autre. Dans un réseau GSM, deux cellules seulement (Source Cell et Target Cell) participent à cette action alors que dans les réseaux UMTS, ce sont des groupes de cellules administrés dans des « Active Sets » (jeux de cellules actives). Ces réseaux UMTS sont examinés plus en détail ci-après.

Afin de pouvoir transférer une communication existante à une autre cellule, les cellules UMTS proches d'une station de base doivent être identifiées. Pour cela, des « listes de voisinage » sont stockées dans toutes les stations de base avec les informations de voisinage. Elles sont généralement établies par les opérateurs de réseau à l'aide d'outils de planification dont les résultats sont basés sur des simulations. Ces listes sont ensuite confrontées aux conditions réelles du réseau et optimisées en conséquence.

Eviter les coupures de liaison

En cas d'absence de stations de base importantes dans la liste de voisinage, une coupure de la liaison peut survenir pour certains profils de déplacement (fig. 1). Une des solutions consisterait à enregistrer toutes les cellules adjacentes dans cette liste mais, en raison de la taille limitée des listes et du fait que les téléphones mobiles ne doivent pas être encombrés de tâches de mesure inutiles, cette solution n'est pas envisageable. Des listes de voisinage conformes à la réalité ne contiennent par conséquent que les stations de base dont le niveau de champ est suffisamment élevé pour autoriser leur admission dans le jeu des cellules actives.

Aux périphéries d'un réseau UMTS, les stations de base d'un réseau GSM sont également enregistrées dans les listes et soumises à une analyse de voisinage.

Détecter les interférences

La détection des éventuelles interférences dans un réseau est aussi importante que la découverte d'absence de relations de voisinage. La capacité disponible dans le jeu des cellules actives est limitée et seules les stations de base admises dans ces listes peuvent contribuer au maintien de la liaison. Etant donné que toutes les stations émettent sur la même fréquence, les stations de base absentes de la liste sont à considérer comme des perturbateurs potentiels, d'où leur désignation sous le terme « Pilote Pollution ».

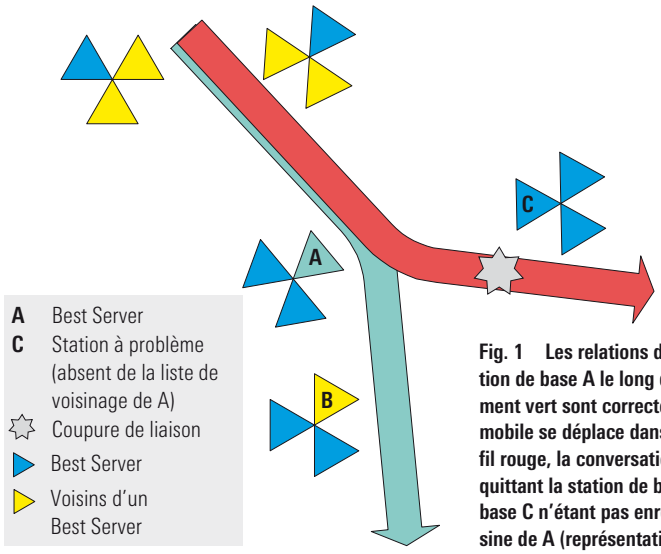


Fig. 1 Les relations de voisinage de la station de base A le long du profil de déplacement vert sont correctes. Si un téléphone mobile se déplace dans la direction du profil rouge, la conversation s'interrompt en quittant la station de base A, la station de base C n'étant pas enregistrée comme voisine de A (représentation simplifiée).

Les R&S®TSMx : analyseurs de voisinage

Avec les analyseurs de réseau radio R&S®TSMx de Rohde & Schwarz, ces mesures – dont la mise en œuvre est généralement lourde – peuvent être automatisées et considérablement simplifiées. Les deux options, le scanner réseau GSM R&S®TSMU-K13 et le scanner réseau WCDMA R&S®TSMU-K11, constituent grâce à leurs dynamique et vitesse de mesure élevées une base solide pour la fourniture d'informations précises sur les conditions de voisinage.

L'algorithme

Le procédé d'analyse de voisinage est basé sur l'hypothèse que les conditions dans un réseau sont correctes si les exigences en matière de relations de voisinage sont réunies pour chaque station de base. Le point de départ de l'analyse est une entrée dans le « Top-N Pool » qui contient les N meilleures stations de base que le PN-Scanner UMTS a pu capter dans une fourchette de temps définie. Pour limiter l'analyse à des stations de base pertinentes, seules sont prises en considération celles qui dépassent le seuil de champ et de qualité défini (RSCP – Received Signal Code Power et E_c/I_0). La station de base qui correspond le mieux à ces conditions (Top 1 dans le Top-N-Pool) est désignée comme « Best Server » et l'analyse suivante effectuée s'y réfère.

L'algorithme décrit ci-dessous est appliqué à chaque station de base (Top 2 à Top M ; M ≤ N). Il étudie en premier lieu si une station de base est reçue avec un champ suffisant par rapport au Best Server afin de pouvoir évaluer l'opportunité d'une analyse. Il examine alors si cette station est bien prévue comme cellule voisine du Best Serveur, à l'aide de la liste des stations de base. La planification est correcte si dans le « Active Set » une place est disponible : le réseau pourrait en effet demander au téléphone d'y inclure la station mesurée. Si aucune place n'est disponible, cette station de base à champ élevé ne peut pas contribuer à la liaison ; elle est alors considérée comme perturbateur potentiel (PI type 2).

Si la station de base n'est pas listée comme voisine du Best Server, l'algorithme examine si son niveau de champ est suffisant pour une admission dans le Active Set (« Add Window » dans fig. 2). Si le niveau de champ est insuffisant, cette station est classée comme perturbateur potentiel (PI type 1). Si la perturbation créée par le champ est suffisamment forte – à savoir qu'elle entre dans le « Interferer Window » – une étude plus affinée s'avère judicieuse et une alarme est déclenchée.

Si le niveau et la qualité de réception de la station de base entrent dans le « Add Window », cette station pourrait en principe contribuer à la liaison, même si elle n'est pas enregistrée comme cellule voisine, à condition toutefois qu'une place soit disponible dans le « Active Set ». Une alarme « Missing Neighbour » (cellule voisine absente) est alors déclenchée. Si toutefois le « Active Set » ne dispose plus de place, l'identification de la station de base comme perturbateur potentiel doit être examinée.

Voisinage avec des réseaux GSM

Aux périphéries d'un réseau UMTS, les R&S®TSMx analysent également le voisinage par rapport aux réseaux GSM. Le procédé se déroule de façon analogue à celui de l'algorithme décrit précédemment. Ce ne sont plus cependant les éléments du Top-N Pool mais les stations de base GSM, mesurées par le scanner de réseau GSM, qui sont analysées sur leur implémentation correcte en tant que voisins du réseau 3G.

Le résultat : couple de stations de base

De l'analyse résultent des stations de base couplées dont l'une est classée comme Best Server et l'autre comme cellule à problème. R&S®ROMES énumère pour chaque couple les lieux correspondants avec type, longueur et durée du problème (fig. 3). Le logiciel peut en outre indiquer sur une carte les endroits critiques.

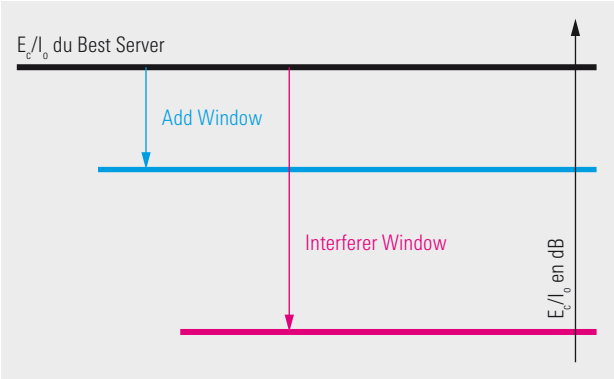


Fig. 2
En fonction du niveau et de la qualité de réception, une station de base entre soit dans « Add. Window » ou dans « Interferer Window ».

Analyseur SIB11

Outre l'analyse des perturbateurs et des cellules voisines manquantes, le procédé fournit des indications supplémentaires sur des problèmes de planification et de configuration du réseau. Le R&S®TSMx décode les paramètres de réseau inclus dans le System Information Block (SIB) reçu, lesquels comprennent également les relations de voisinage d'une station de base. Il compare automatiquement les listes de voisinage reçues via l'interface air à celles stockées dans la station de base. En cas de différences constatées entre les deux listes concernées, l'utilisateur en est informé de façon détaillée (fig. 4).

Résumé

Les analyseurs de réseau R&S®TSMx, avec le logiciel de mesure universel R&S®ROMES, offrent une méthode de mesure rapide et automatisée grâce à laquelle les opérateurs de réseau obtiennent facilement des informations importantes sur l'état de leurs réseaux concernant les relations de voisinage et les perturbateurs potentiels. Ces informations s'intègrent directement dans la planification de réseau et contribuent de façon importante à l'assurance qualité. L'analyse de voisinage peut être mise en œuvre en parallèle avec les procédés de mesure déjà utilisés et évite ainsi des temps de mesure et des coûts supplémentaires.

Andreas Spachtholz

Autres informations sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé TSMU)

BIBLIOGRAPHIE
Analyseur de réseaux radio R&S®TSMU – Détection automatique des interférences sur réseaux GSM. Actualités de Rohde & Schwarz (2006) No 190, p. 4–9.

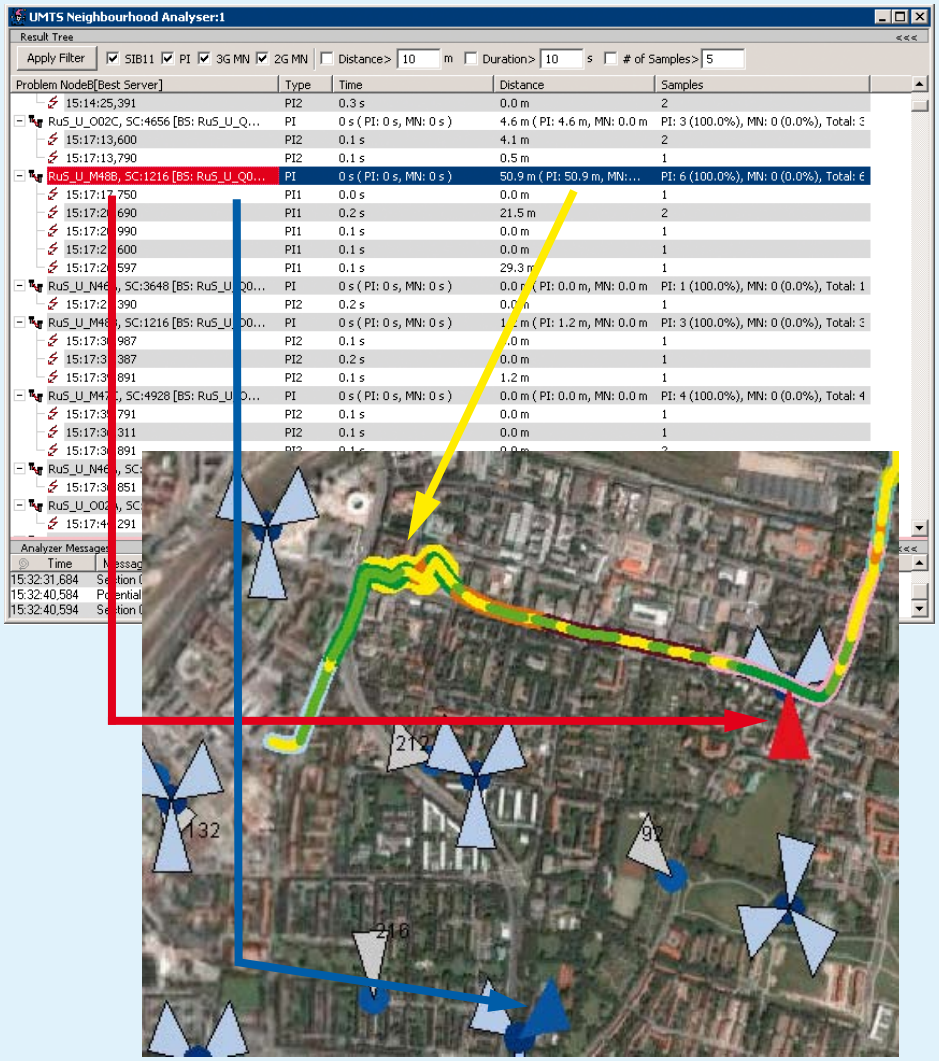


Fig. 3 Liste des lieux à problèmes potentiels. Sur demande, l'endroit correspondant peut être indiqué sur la carte.

Fig. 4 L'analyseur SIB11 indique les différences entre la liste de voisinage de la station de base et la liste de voisinage captée.

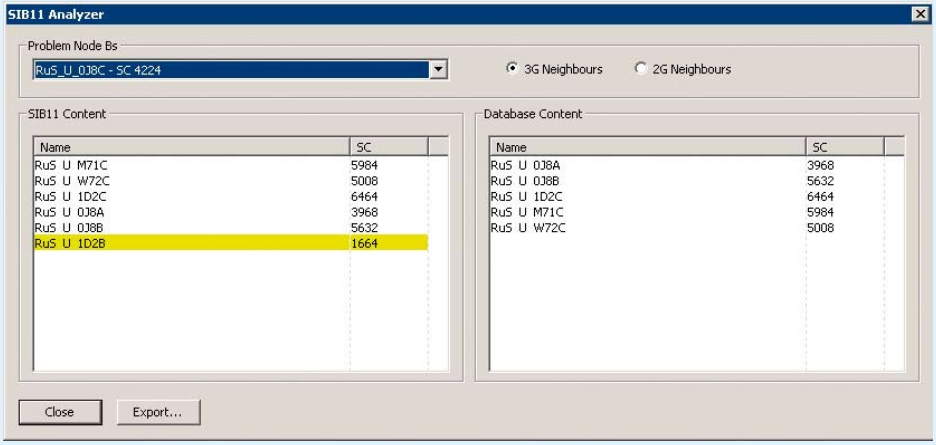


Fig. 1 Le R&S®TS 8991 est le premier système de test OTA au monde conforme à la norme actuelle pour les tests de performance sur produits finis WLAN.

Système de test R&S®TS 8991

Premier système de test certifié pour mesures OTA sur terminaux WLAN

L'Alliance Wi-Fi et le CTIA ont certifié fin octobre 2006 le système de test R&S®TS 8991 (fig. 1) pour la réalisation des mesures OTA (Over the Air Performance) sur des téléphones mobiles dotés d'une interface Wi-Fi. Ainsi, Rohde & Schwarz est la première société au monde à offrir dans sa gamme de produits un système de test conforme à la norme actuelle pour les tests de performances sur terminaux WLAN.

A la poursuite de nouvelles normes

L'implémentation pratique de nouvelles normes de radiocommunication mobile et de méthodes de mesure est un grand défi que Rohde & Schwarz a toujours relevé avec succès en collaboration étroite avec des constructeurs de mobiles, des opérateurs de réseau et des laboratoires d'essais. Les mesures OTA sur terminaux WLAN en sont un nouvel exemple. En effet, le CTIA (Cellular Telecommunications Industry Association) et l'Alliance Wi-Fi ont défini ensemble une norme spécifique [1] pour ces mesures. Le « Over The Air Performance » est un paramètre important pour l'évaluation du comportement des téléphones mobiles dans le réseau radio. Lors des mesures OTA, la puissance transmise comme la sensibilité de réception sont captées de manière tridimensionnelle ; le TRP (Total Radiated Power) et la TIS (Total Isotropic Sensitivity) en sont dérivés [2]. Il existe une demande importante pour ces mesures puisque d'une part l'intégration de WLAN dans les téléphones mobiles progresse considérablement et d'autre part une bonne qualité de service (QoS) ne peut être garantie qu'à l'aide des mesures OTA.

En coopération avec le laboratoire d'essais TMC (Telecommunication Metrology Center) en Chine, Rohde & Schwarz a implémenté dans des temps record cette nouvelle norme dans le système de test R&S®TS 8991. Celui-ci est basé sur le système de test R&S®TS 9970 déjà établi sur le marché pour les mesures OTA dans les réseaux avec les normes de radiocommunication mobile habituelles ainsi que pour Bluetooth®. Lors de l'implémentation, outre l'optimisation de la vitesse de mesure, notamment la fiabilité et la reproductibilité des résultats de mesure étaient au premier plan. La certification de TMC, premier laboratoire d'essais au monde réalisant ces tests avec le système OTA R&S®TS 8991, témoigne du succès de ces activités. Une solution système clé en main ou sous forme de mise à jour des systèmes de test OTA existants pour tester des fonctionnalités WLAN est ainsi disponible pour tous les clients.

Testeur de protocole avec capacité multimode

La figure 2 indique la structure de principe du système. Alors que l'établissement et les commandes de liaison sont gérés par le testeur universel de radiocommunications R&S®CMU 200 pour mesures dans les différentes normes de radiocommunication mobile, pour les tests sur WLAN ces tâches sont implémentées par le testeur de protocole R&S®PTW 70 [3]. La souplesse de cet appareil simplifie considérablement le déroulement de mesure : il établit la liaison, configure les paramètres de liaison, génère les paquets et mesure le Packet Error Rate (PER). Il n'est ainsi plus nécessaire d'utiliser la méthode proposée par la norme qui consiste à établir d'abord la liaison avec un dispositif WLAN de référence puis de le substituer par un générateur de signaux pour la génération de paquets et par un atténuateur, pour déterminer le niveau (procédure de substitution). Même en cas d'éventuelle rupture de la connexion le R&S®TS 8991 rétablit rapidement la liaison entièrement en automatique, puis poursuit la mesure. La plage de dynamique du système de test optimisée pour les normes de radiocommunication

mobile ainsi que la diversité d'antennes de communication garantissent en outre une communication stable en WLAN.

Objectif atteint : performance de système élevée

Des efforts particuliers ont été apportés lors de l'implémentation des tests WLAN pour optimiser la vitesse de mesure tout en veillant à la précision de mesure et à la reproductibilité. Lors de l'évaluation de la sensibilité de réception notamment, le niveau du signal doit être déterminé de façon itérative pour obtenir un PER prédéfini. Des largeurs de pas adaptatifs et la méthode « Early Pass / Fail Decision » ont permis, pour le GSM déjà, de raccourcir considérablement la durée de mesure [4]. Des procédés comparables, comme l'ajustement adaptatif du nombre de paquets mesurés en fonction du PER, permettent également pour les tests WLAN une réduction importante ; une durée de test comparable aux durées de mesure pour le GSM est ainsi atteinte. Une mesure WLAN OTA normalisée est effectuée uniquement sur le canal central (GSM : 3 canaux) ; le canal souhaité peut en principe être choisi librement. Le R&S®TS 8991 est capable d'effectuer des mesures dans les bandes ISM de 2,4 à 2,4835 GHz (IEEE 802.11b, g) et U-NII de 5,15 à 5,825 GHz (IEEE 802.11a). En outre, les multiples fonctions du testeur WLAN R&S®PTW 70 permettent une analyse plus profonde de l'objet sous test : on peut par exemple en cas de problèmes de sensibilité détecter si la performance RF est réellement insuffisante ou si cela provient du protocole.

La précision de mesure élevée du système de test est également confirmée par la concordance entre les mesures Total Radiated Power (TRP) et la Total Isotropic Sensitivity (TIS), voir figures 3 et 4. Etant donné que l'objet sous test transmet et reçoit avec la même antenne, on s'attend à priori à ce que les diagrammes d'antenne soient identiques pour l'émission et la réception. L'électronique active intégrée dans l'objet sous test influence toutefois la sensibilité de réception, entraînant des différences. Il est nécessaire de réaliser les mesures non seulement séparément pour la transmission et la réception mais également au seuil de sensibilité sur le récepteur.

Nouveau logiciel

Un gain de vitesse de mesure supplémentaire est apporté avec le nouveau logiciel R&S®AMS 32, lequel remplace le R&S®RPS 16 utilisé jusqu'ici avec le système prédécesseur R&S®TS 9970. En plus des mesures conformes aux normes, ce logiciel offre également des mesures rapides destinées à l'accompagnement des processus R&D. Un mode de mesure avec un positionneur rotatif continu est disponible à cet effet, ce qui réduit de façon importante la durée de mesure sur une sphère 3D complète.

Le R&S®AMS 32 permet également une large automatisation car les mesures peuvent être réalisées sur plusieurs canaux de radiocommunication mobile et sur plusieurs bandes de fréquence. Les canaux radio à tester sont alors activés séquentiellement par des procédures handover mises en œuvre par le R&S®CMU 200 commandé à distance.

Une large gamme de drivers d'appareils est disponible pour non seulement la quasi-totalité de la gamme des analyseurs de spectre et wattmètres de Rohde & Schwarz mais également pour les positionneurs de téléphone mobile et les plateaux tournants des constructeurs importants du marché. Ainsi, le système de test OTA R&S®TS 8991 peut être combiné de manière flexible avec tous positionneurs et chambres anéchoïques.

Le logiciel R&S®AMS 32 est doté de l'interface utilisateur moderne Windows® à utilisation intuitive du réputé logiciel CEM R&S®EMC 32 [5]. Pour la représentation spatiale des valeurs mesurées ainsi que pour calculer les données caractéristiques exigées et d'autres analyses de données, un outil d'exploitation 3D est intégré dans le logiciel [6]. Celui-ci permet notamment de réaliser des rapports universels sous différents formats d'édition (RTF, PDF, HTML).

Conclusion

Grâce à sa longue expérience avec des systèmes de mesure OTA et des testeurs de radiocommunication ainsi qu'à sa coopération étroite avec les utilisateurs de systèmes de test, ici avec le laboratoire d'essais TMC, Rohde & Schwarz a réussi à implémenter rapidement ces tests dans le système OTA R&S®TS 8991 qui sont aujourd'hui disponibles pour tous les utilisateurs, lesquels peuvent alors obtenir l'accréditation, à l'instar de TMC.

Jürgen Kausche;
Bernhard Rohowsky

Autres informations sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé TS8991)

BIBLIOGRAPHIE

[1] Test Plan for RF Performance Evaluation of Wi-Fi Mobile Converged Devices, Rev. 1.1, Oct. 2006, CTIA / Wi-Fi Alliance.
[2] Test Plan for Mobile Station Over the Air Performance, Rev. 2.2, Nov. 2006, CTIA Certification Program.
[3] Analyseur de protocole WLAN R&S® PTW 70 : Analyse de protocole multimode pour WLAN. Actualités de Rohde & Schwarz (2005) Nº 188, p. 22–25.
[4] Optimization of 3D Sensitivity Characterization of Wireless Devices, Dr. Juan-Angel Antón and Jürgen Kausche, AMTA Europe Symposium in Munich, May 2006.
[5] Logiciel de mesure CEM R&S®EMC 32-W+ : Mesures CEM sur terminaux de radiocommunication mobile. Actualités de Rohde & Schwarz (2005) Nº 186, p. 38–40.
[6] Système de test de performances R&S®TS 9970 : Représentation et évaluation en 3D des caractéristiques de rayonnement. Actualités de Rohde & Schwarz (2006) Nº 190, p. 10–12.

Fig. 2 Structure de principe du système de test OTA R&S®TS 8991.

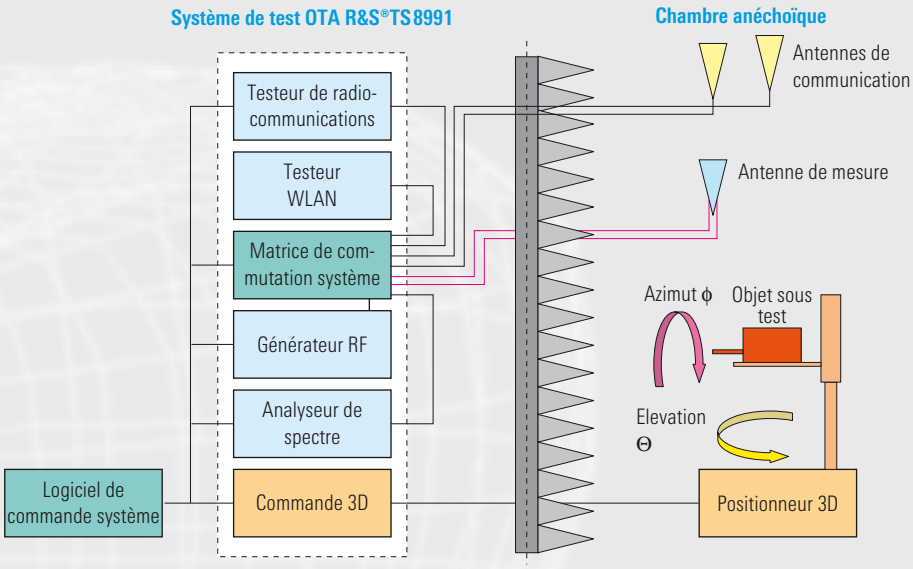


Fig. 3 Résultat d'une mesure WLAN-TRP.

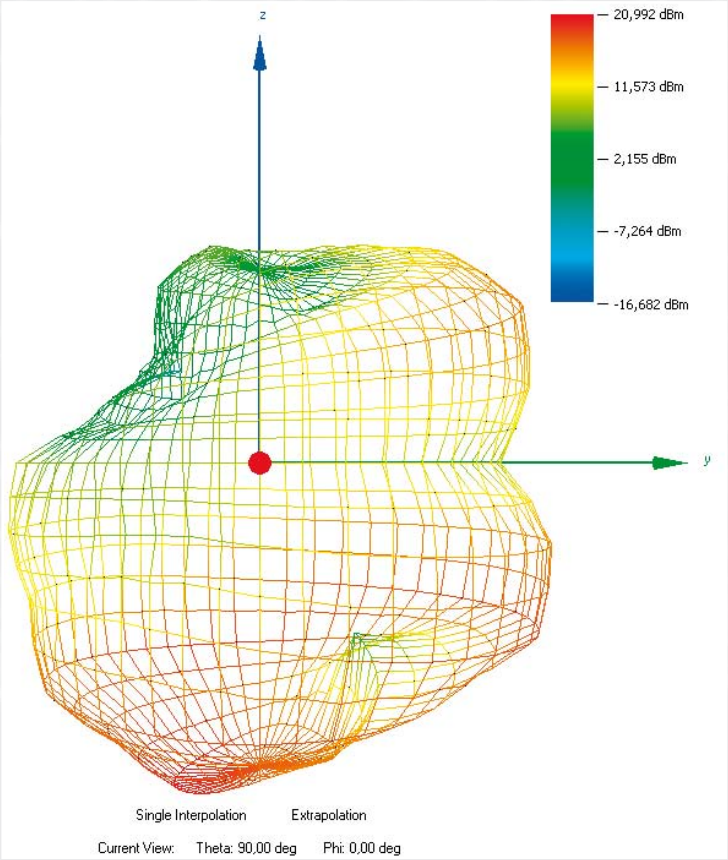
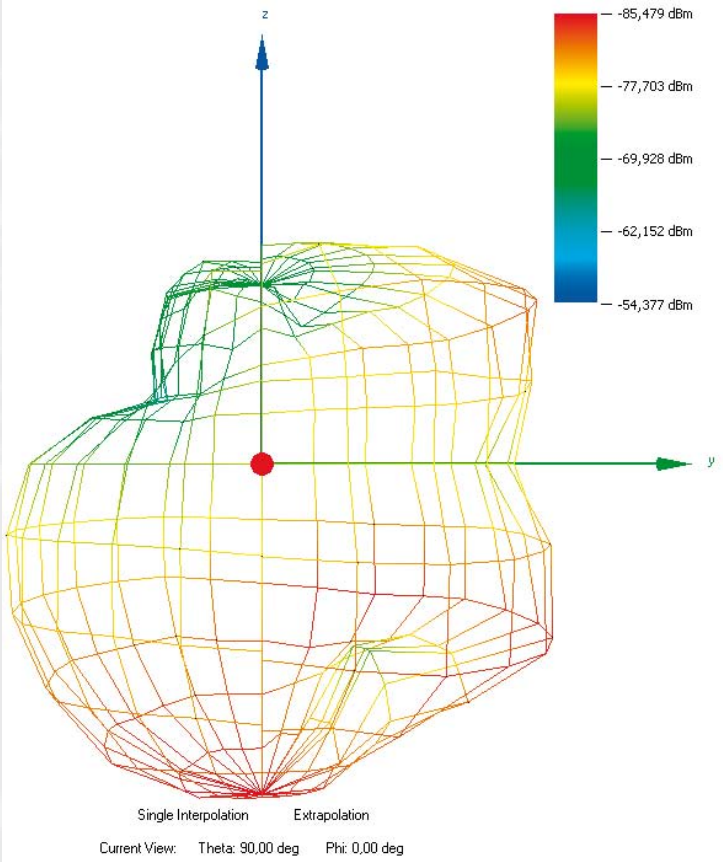


Fig. 4 Exemple d'une mesure WLAN-TIS.



De SISO à MIMO – exploiter toutes les ressources de l'interface air

Dans la course effrénée aux améliorations des taux de transfert, de fiabilité, d'efficience spectrale, de couverture de réseau etc … des normes de radiocommunication mobile, la ressource spatiale – élément de l'interface air – avance de plus en plus au centre de tous les intérêts. Il existe en effet à ce niveau – indépendamment de la norme de radiocommunication mobile – des potentiels d'amélioration de la fiabilité de transmission et de la capacité utile. Cet article décrit la façon dont les systèmes à antennes multiples puisent dans ces potentiels et la manière dont ils peuvent être testés. Les systèmes MISO et SIMO (partie 1) sont traités ci-dessous, les systèmes MIMO (partie 2) le seront dans le prochain numéro.

Des trajets multiples, un seul objectif : une qualité de réception optimale

Si la réception des signaux par trajets multiples dans les systèmes de télévision classique est indésirable du fait des perturbations (images fantômes) qu'elle provoque, elle est en revanche utilisée en radiocommunication mobile numérique pour améliorer la transmission. Chaque trajet supplémentaire, par lequel le signal rejoint le récepteur, augmente la puissance reçue et améliore de ce fait le rapport signal/bruit (SNR). La réception par des trajets multiples diminue les fortes fluctuations du niveau de réception auxquelles est soumise une voie en fonctionnement mobile. La probabilité que plusieurs voies soient en même temps « infranchissables » est beaucoup plus faible qu'avec une seule voie.

Avec la méthode de sauts de fréquence, la norme GSM offre une autre possibilité pour réduire les fortes fluctuations du niveau de réception et par conséquent, améliorer la qualité de transmission. Par ailleurs, un codage approprié (entrelacement par exemple) réduit les effets des courtes interruptions.

L'utilisation d'antennes supplémentaires visant à améliorer la qualité de liaison au niveau de la réception et / ou de la transmission offre un potentiel inexploité jus-

De SISO à MIMO : aperçu des diversités

SISO **Single Input Single Output** cas classique et le plus simple : une antenne de réception et une antenne d'émission.

SIMO **Single Input Multiple Output** Une ou plusieurs antennes de réception. Souvent désigné comme diversité de réception (Receive Diversity). Concernant le Downlink, cela représente une antenne d'émission pour la station de base et plusieurs antennes de réception pour le mobile.

MISO **Multiple Input Single Output** Plusieurs antennes de réception et d'émission. Egalement désigné par diversité d'émission (Transmit Diversity). Concernant le Downlink, cela signifie plusieurs antennes d'émission à la station de base et une antenne de réception au niveau du mobile.

MIMO **Multiple Input Multiple Output** Entièrement équipé : N antennes d'émission servent M antennes de réception.

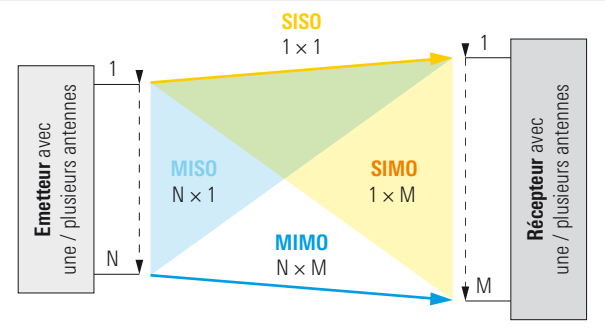


Fig. 1 Aperçu des différentes diversités.

Autres informations et fiches techniques des appareils et systèmes de mesure sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé : désignation de l'appareil)

qu'alors. On distingue différentes variantes en fonction de la configuration des antennes (encadré page 16).

SIMO – une antenne d'émission, plusieurs antennes de réception

Le signal émis par une antenne atteint un récepteur à multiples antennes (fig. 2). Différentes possibilités existent pour évaluer les signaux de ces antennes (fig. 3). En cas de Switched Diversity, le récepteur n'évalue que le signal de réception le plus fort et rejette les signaux plus faibles. Le Maximum Ratio Combining (MRC) présente le potentiel d'amélioration de la performance le plus élevé car la totalité des signaux est prise en compte et rien n'est rejeté.

MISO – multiples antennes d'émission, une antenne de réception

Plusieurs antennes d'émission alimentent une antenne du récepteur. On distingue différents procédés en fonction de ce qui est émis par les antennes :

Diversité d'émission

Avec ce procédé, le même signal est émis via des antennes toutes installées à proximité spatiale. Une certaine disposition géométrique des antennes est alors utilisée pour obtenir un signal plus élevé au niveau du récepteur. Ce procédé nécessite de multiples amplificateurs de puissance et antennes au niveau de l'émetteur. Le potentiel de gain reste toutefois assez limité étant donné que les voies sont considérablement corrélées en raison de la proximité spatiale des antennes.

Space Time Block Coding

La particularité de ce procédé réside dans le fait que non seulement le même signal est émis simplement via deux antennes situées à proximité spatiale mais que différents blocs de données, ayant une relation subtile l'un par rapport à l'autre, sont transmis simultanément : dans un premier temps, deux blocs de données différents (d_1, d_2) sont transmis en cas de STBC (Space Time Block Coding) selon Alamouti (fig. 4) ; dans un deuxième temps, ces deux blocs sont transmis à nouveau mais avec le complexe conjugué du bloc d_1 et le complexe conjugué du bloc d_2 à signe inversé. Ils sont en outre émis via les antennes permutées. Cela n'augmente pas le taux de transfert mais améliore toutefois de façon décisive la fiabilité et la couverture.

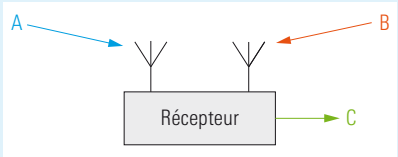


Fig. 2
Le signal d'émission d'une antenne atteint un récepteur à plusieurs antennes.

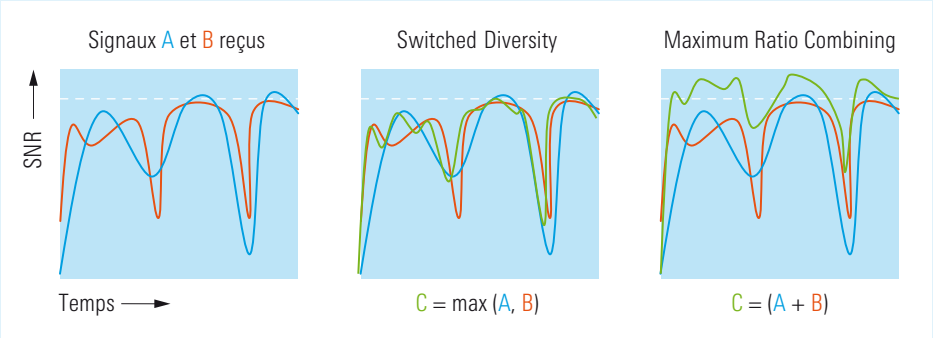


Fig. 3 Comparaison entre Switched Diversity et Maximum Ratio Combining pour un récepteur à deux antennes.

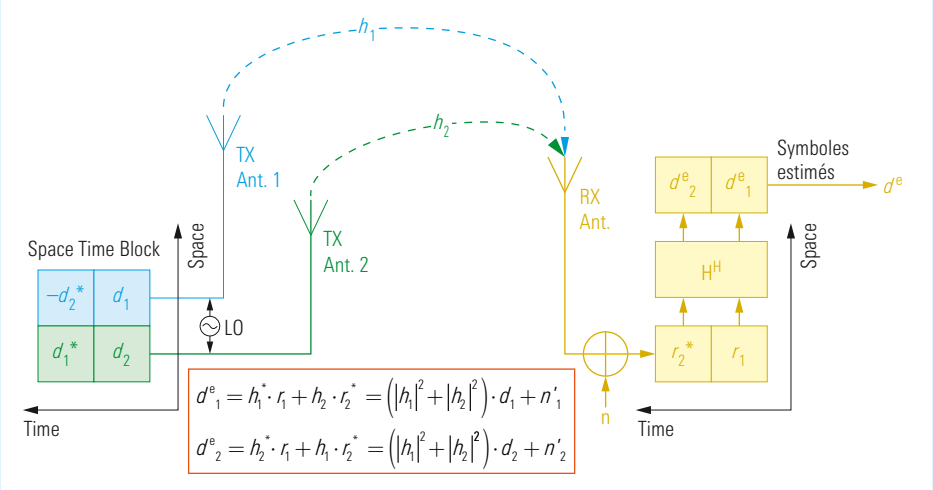


Fig. 4 DISO (Dual Input Single Output) avec Space Time Block Coding selon Alamouti. Ici, le mobile « voit » sur une antenne deux flux de données différents (par exemple STBC) qui sont générés par l'unité de signalisation. Du point de vue d'un émulateur de stations de base, deux signaux Downlink, avec des données différentes et des conditions de fading corrélées, sont générés. Les deux signaux sont additionnés après avoir été soumis au fading.

Scénarios de test définis actuellement – méthode de test

GSM DARP phase 2

La release 7 de la 3GPP TS 45.005 définit des scénarios de test pour un système SIMO avec deux antennes de réception, appelé système SIDO (Single In Dual Out, fig. 5).

L'émulateur de station de base génère deux signaux Downlink (désignés par « TX Wanted » dans la fig. 5) avec un contenu de données identique et des profiles de fading corrélés, ce qui n'implique aucune exigence supplémentaire pour cet appareil.

Pour tester des « scénarios du monde réel » sur le récepteur, des combinaisons différentes des perturbateurs modulés (perturbateurs canal et canal adjacent) et du bruit (AWGN – Additif White Gaussian Noise) sont appliqués aux deux entrées du mobile. Ces signaux sont distribués sur les deux antennes, selon figure 5. Le perturbateur dans le canal couvre le signal Downlink sur la même fréquence, tandis que le perturbateur canal adjacent se situe à un écart de canal (200 kHz). Les deux perturbateurs sont temporellement synchrones au signal Downlink.

D'où un modèle de scénarios multi-perturbateurs facilement réalisable par les appareils de Rohde & Schwarz (fig. 6). L'unité de signalisation (Testeur de protocole R&S®CRTU-G ou le banc de mesure radio R&S®CMU 200) génère le signal Downlink TX1 (« Wanted signal ») que le simulateur de fading R&S®AMU 200 A (encadré du bas), avec deux profiles fading corrélés, répartit sur les deux voies de réception. Le coefficient de corrélation entre les deux profiles de fading est réglable. Différentes possibilités pour la génération des perturbateurs sont disponibles, ci-dessous un exemple :

R&S®SMU 200 A avec deux sorties RF (jusqu'à 3 GHz)

Une unité de bande de base du générateur de signaux vectoriels R&S®SMU 200 A génère un perturbateur modulé (en bande de base). Les deux unités de fading dans le générateur réalisent ensuite le fading corrélé par paires et sont, à l'aide des deux frontaux RF, transposées en perturbateurs RF avec fading (fig. 7).

Générateur de signaux en bande de base et simulateur de fading R&S®AMU 200 A

Le nouveau R&S®AMU 200 A réunit en un seul appareil les fonctionnalités d'une source I/Q en temps réel, d'un générateur d'ondes arbitraires et d'un simulateur de canal. Même des scénarios à signaux complexes peuvent être générés facilement grâce à l'option à deux voies. Ainsi, l'influence des signaux perturbateurs, de bruit, de propagation à trajets multiples et de diversité d'antenne sur la fonction d'un objet sous test peut être simulée aisément et de façon reproductible avec un seul appareil.

44 866/3

Principales caractéristiques :

- Simulateur de fading à deux voies ; supporte les scénarios de fading prédéfinis
- Générateur d'ondes arbitraires avec 16 / 64 / 128 Méchantillons
- Plate-forme évolutive
- Une ou deux voies
- Support de nombreuses normes numériques comme GSM/EDGE, 3GPP FDD, CDMA2000®, LTE / EUTRA, TD-SCDMA, WLAN, WiMAX, DVB-H, GPS, etc …
- Offre universelle d'entrées et de sorties
- Intervalle de calibrage 3 ans

Le simulateur de fading R&S®AMU 200 A sera présenté en détail dans le prochain numéro.

WCDMA

Diversité de réception

La release 6 de la 3GPP TS 34.121 définit des tests pour un système SIDO (Single In Dual Out). L'objectif est – comme pour le GSM – d'améliorer la transmission Downlink à l'aide d'une antenne de réception supplémentaire. Contrairement au GSM, les profiles de fading ne sont pas corrélés et hormis un perturbateur AWGN, aucun autre scénario avec perturbateurs n'est prévu. Ainsi, les configurations de test GSM avec les simplifications correspondantes s'appliquent également au WCDMA.

Diversité d'émission

La diversité d'émission est déjà utilisée en WCDMA et des solutions de test sont disponibles, par exemple avec le système de test WCDMA R&S®TS 8950 W équipé d'un R&S®CRTU-W.

WiMAX (IEEE 802.16e)

Les tests définis dans Wave 1, dont la validation a commencé fin 2006, sont tous basés sur SISO. Dans Wave 2, le vrai MIMO – avec plusieurs antennes de réception et d'émission y compris la formation du diagramme de rayonnement (la station de base suit avec son lobe d'émission le mouvement du téléphone mobile par un alignement de son groupe d'antennes) – sera disponible au cours de l'année. La discussion concernant la réalisation bat son plein.

Actuellement (mars 2007), des spécifications finalisées ainsi que les scénarios pour tester des systèmes MIMO ne sont pas encore disponibles. Une deuxième partie de cet article traitera des possibilités considérables offertes par MIMO et essentiellement, du test de tels systèmes.

Josef Kiermaier

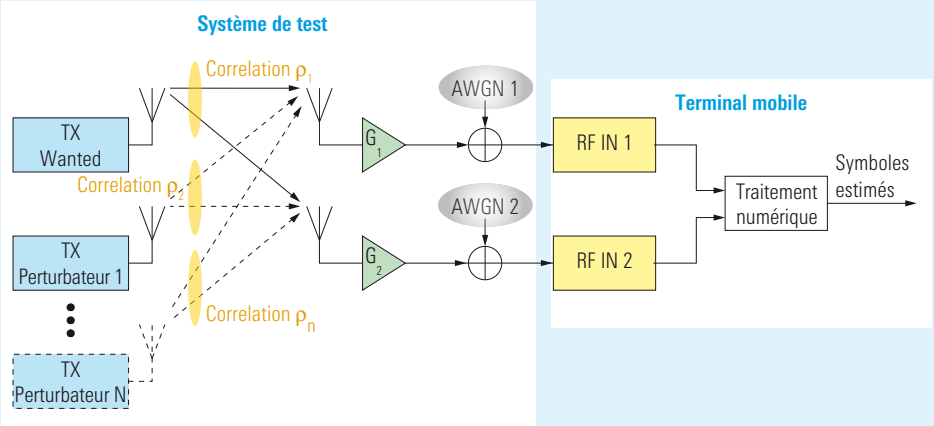


Fig. 5 Modèle canal des tests selon GSM DARP phase 2. « TX Wanted » désigne le signal downlink transféré via une propagation à trajets multiples corrélés (coefficient de corrélation ρ) aux deux antennes de réception. G_1 et G_2 symbolisent les différents gains des deux antennes du mobile. Les deux sources de bruit AWGN1/2 – comme les perturbateurs TX modulés – font partie du « Real World Scenario ». Les perturbateurs modulés subissent également un fading corrélé. RF IN 1/2 sont les deux entrées du mobile.

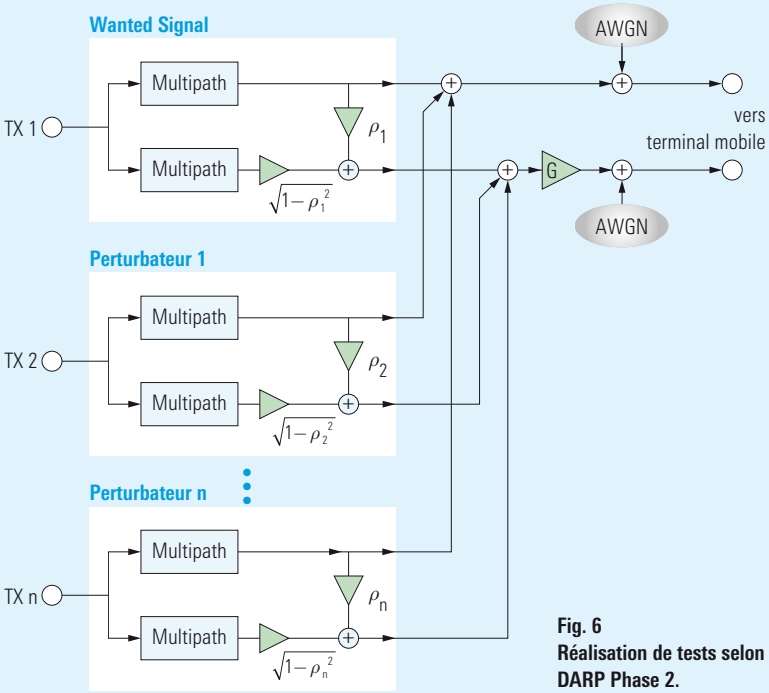


Fig. 6 Réalisation de tests selon GSM DARP Phase 2.

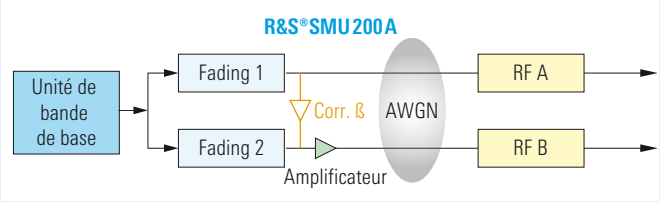
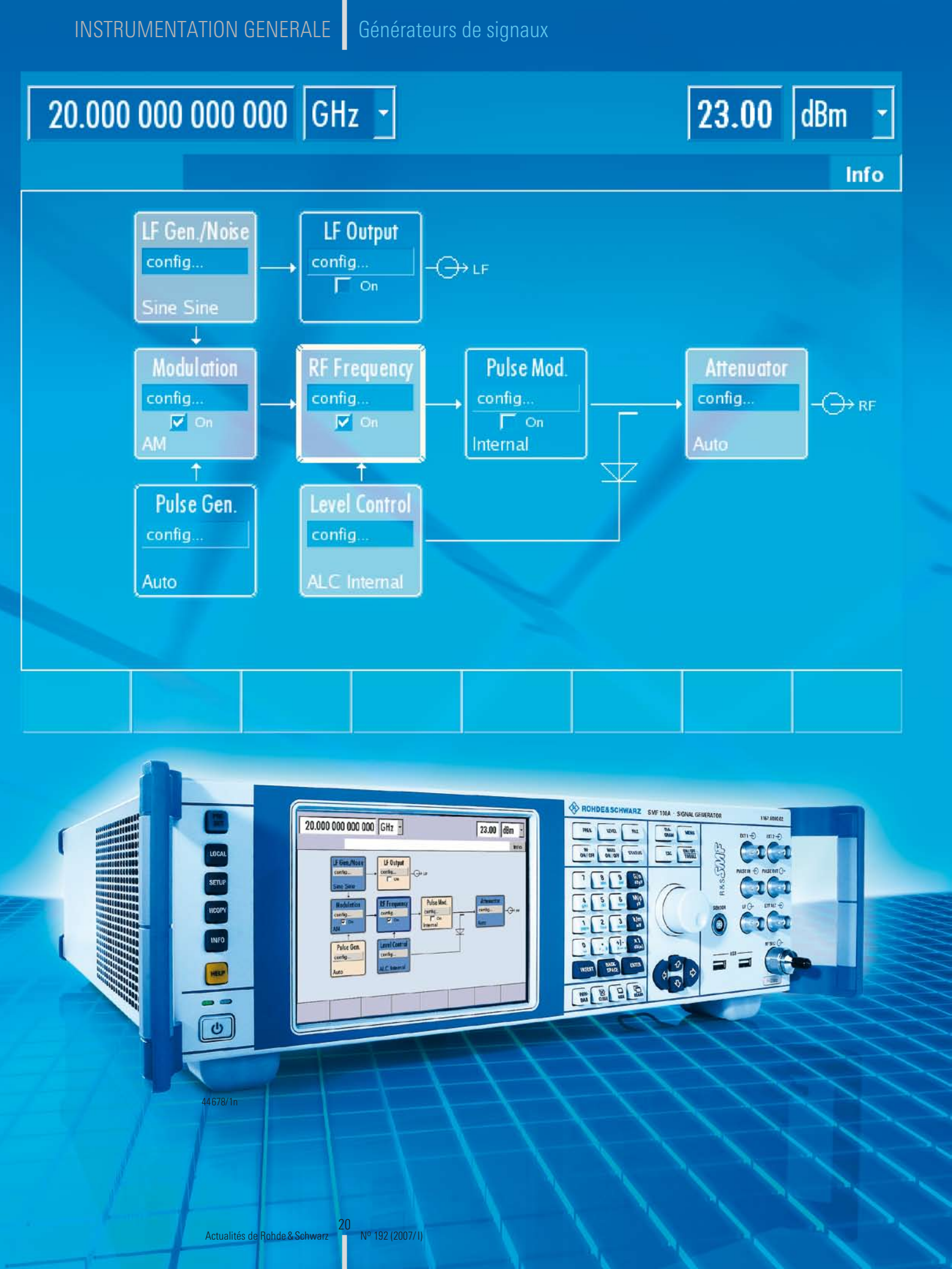


Fig. 7 Un R&S®SMU 200 A avec une unité de bande de base génère un perturbateur modulé avec fading corrélé sur deux sorties RF.


20.000 000 000 000
GHz
23.00
dBm
Info
LF Gen./Noise
config...
Sine Sine
LF Output
config...
On
LF
Modulation
config...
On
AM
RF Frequency
config...
On
Pulse Mod.
config...
On
Internal
Attenuator
config...
Auto
RF
Pulse Gen.
config...
Auto
Level Control
config...
ALC Internal
ROHDE&SCHWARZ
SMF 100A · SIGNAL GENERATOR
LOCAL
SETUP
HCOPY
INFO
HELP

44678/1n

Performance à l'état pur, sans compromis

Qualité de signal, vitesse et flexibilité sont les trois principaux critères d'évaluation des générateurs de signaux modernes. Introduire sur le marché un générateur de signaux hyperfréquence qui excelle dans toutes ces disciplines, tel était l'objectif lors du développement du R&S®SMF100A.

Première classe

Afin de pouvoir répondre à ces extrêmes exigences, Rohde & Schwarz a entièrement réexaminé le design du R&S®SMF100A pour obtenir un résultat prodigieux. L'excellente pureté spectrale, le niveau de sortie élevé, les temps courts d'établissement de fréquence et de niveau ainsi qu'un concept d'option parfaitement adapté prédestinent le R&S®SMF100A à être la source de signal idéale pour tous les domaines d'applications en recherche, développement, production, maintenance et réparation.

Malgré son architecture sans compromis en termes de performances extrêmes, le générateur a pu être logé dans un boîtier relativement compact. Avec une hauteur de trois unités, une largeur de 19" et une profondeur de 550 mm, l'appareil n'occupe que peu de place sur l'emplacement précieux des tables de laboratoire ou des baies. Même équipé de toutes les options, son poids reste plus que raisonnable avec tout juste 18 kg.

Générateur CW de la plus haute qualité

Pour générer des signaux CW de la plus haute qualité dans la gamme de fréquence de 1 à 22 GHz avec le R&S®SMF100A, seule l'option de fréquence R&S®SMF-B122 est nécessaire. A ce simple niveau d'extension déjà, le générateur produit une puissance de sortie de >+16 dBm entre 1 à 11 GHz et de >+14 dBm jusqu'à 21 GHz. Entre 21 et 22 GHz, un niveau de >+12 dBm est encore disponible. Pour obtenir une puissance encore plus forte, l'option High Output Power R&S®SMF-B31 doit être ajoutée : le générateur fournit alors +25 dBm jusqu'à 11 GHz, +23 dBm jusqu'à 21 GHz et un étonnant +22 dBm jusqu'à 22 GHz. Le niveau maximal typique en fonction de la fréquence et des options est représenté à la figure 1.

Le niveau peut être réglé avec une résolution de 0,01 dB de –20 dBm jusqu'à la valeur maximale. Une régulation numérique rapide effectue un réglage stable et extrêmement précis du niveau, permettant une répétabilité du niveau avec une précision remarquable (fig. 2). Le temps d'établissement du niveau est inférieur à 3 ms en mode de commande à distance après envoi du caractère de terminaison sur le bus CEI. La mise en service du mode « List » permet de réduire encore davantage les temps d'établissement qui peuvent être ramenés à des valeurs inférieures à 700 µs. Ce mode permet la réalisation de séquences programmables avec un maximum de 65000 configurations de niveau et de fréquence. Il est principalement prévu pour des séquences de frequency hopping (évasion de fréquence) mais peut être également utilisé pour des balayages rapides en niveau et fréquence.

Des niveaux inférieurs à –20 dBm sont souvent nécessaires pour tester par exemple la sensibilité de radars ou de récepteurs de communication. Différentes spécifications d'essais imposent des niveaux de puissance entre –60 et –110 dBm, ce qui ne pose aucune difficulté pour le R&S®SMF100A : la plage de niveau réglable peut en effet être étendue à –130 dBm grâce à l'option Step Attenuator R&S®SMF-B26, atténuateur mécanique étalonné très fiable.

Autres informations, brochure et fiche technique sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé SMF100A)

Brochure

Spécifications

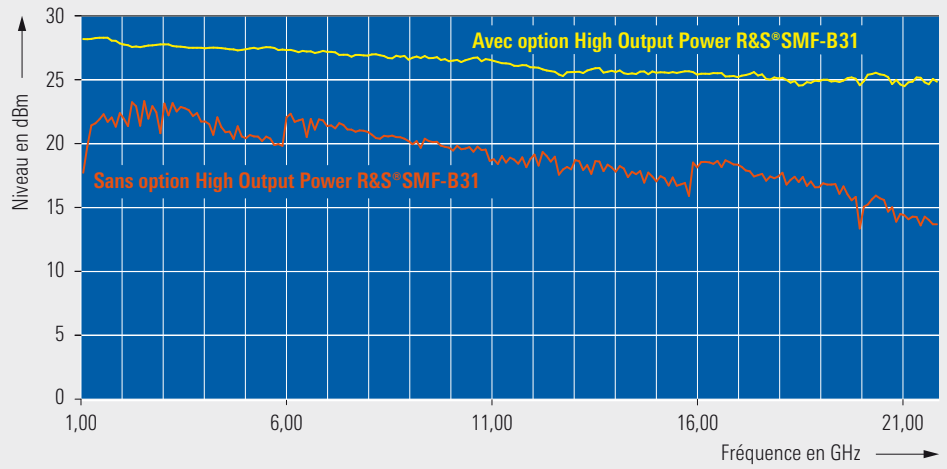


Fig. 1 Puissance de sortie maximale avec et sans l'option High Out Power.

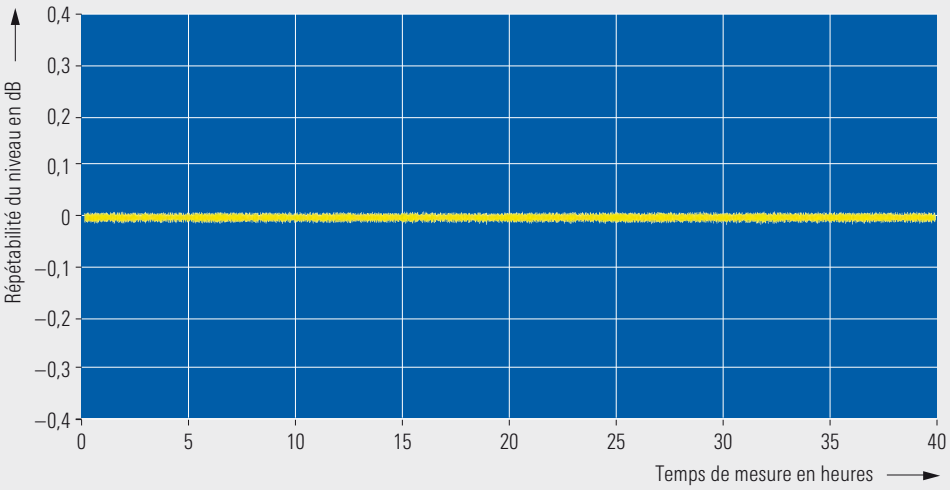


Fig. 2 Répétabilité du niveau en fonction du temps (après commutations de fréquence et de niveau arbitraires).

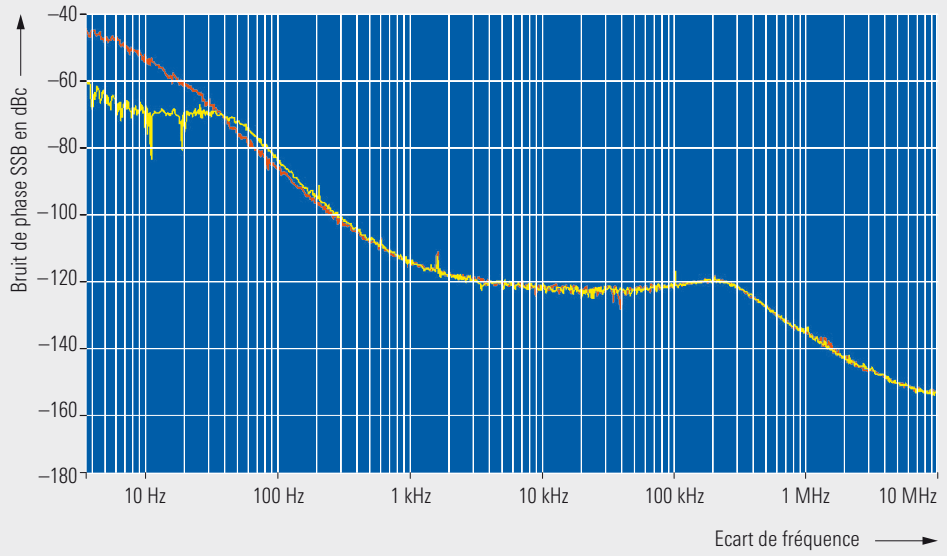


Fig. 3 Bruit de phase SSB typique à 10 GHz (jaune: avec l'option R&S®SMF-B1, rouge: sans l'option).

La puissance de sortie élevée et des temps d'établissement très faibles sont les qualités essentielles d'un générateur de signaux hyperfréquence de première classe. La pureté spectrale n'est cependant pas moins importante. Le R&S®SMF100A s'impose en effet avec un excellent bruit de phase SSB spécifié à 10 GHz de <–115 dBc, mesuré dans une largeur de bande de 1 Hz et à un écart de 10 kHz. Ce générateur atteint même une valeur typique de –120 dBc unique sur le marché. Grâce à cette qualité exceptionnelle, il est la source de référence idéale pour toutes les mesures de bruit de phase SSB dans le domaine des hyperfréquences. Doté de l'oscillateur de référence OCXO R&S®SMF-B1 optionnel, le bruit de phase proche de la porteuse est encore amélioré (fig. 3).

L'excellent bruit de phase SSB du signal de sortie est le résultat d'un concept de synthèse de fréquence novateur, lequel offre toutefois bien plus encore: résolution élevée de 0,001 Hz, excellente précision, stabilité remarquable et temps d'établissements courts. En mode de commande à distance, chaque fréquence comprise dans la totalité de la gamme du générateur peut être réglée en 4 ms avec une précision de $<1 \cdot 10^{-7}$, mesurées après transmission du caractère de terminaison sur le bus CEI. La mise en service du mode «List» déjà mentionné permet de réduire encore considérablement les temps d'établissement du niveau et de la fréquence qui peuvent être ramenés à des valeurs inférieures à 700 µs.

Générateur de signaux universel

Le R&S®SMF100A peut à tout moment être doté de la fonction Générateur de signaux grâce à sa vaste gamme d'options évolutive dans laquelle l'utilisateur ne choisit que celles dont il a réellement besoin.

- **Narrow Pulse Modulation R&S®SMF-K3** pour fréquences d'impulsion de 0 Hz à 10 MHz. Cette option, avec des temps de montée et de descente extrêmement courts de <10 ns, un rapport on/off de >80 dB et une largeur d'impulsion minimale de <20 ns, est idéale pour les applications de mesures radar et CEM.
- **Pulse Generator R&S®SMF-K23** pour des périodes d'impulsion de 20 ns à 100 s et des largeurs d'impulsion de 5 ns à 100 s. Cette option est capable de générer des impulsions simples et doubles et constitue un supplément idéal pour l'option Narrow Puls Modulation.
- **Modulator R&S®SMF-B20** pour FM, φM et LOG AM. Largeur de bande de modulation en AM DC … 100 kHz, en FM DC … 10 MHz et en φM DC … 1 MHz. L'option contient en outre deux générateurs BF capables de générer des signaux sinus, triangle, carré et trapèze ainsi qu'un générateur de bruit.

D'autres « spécialités »

Le R&S®SMF100A peut être commandé au moyen des éléments situés sur la face avant ainsi qu'avec un clavier et une souris USB. Deux connecteurs USB sont prévus à cet effet sur la face avant. L'option R&S®SMF-B84 offre deux autres raccordements USB à l'arrière de l'appareil pour la commande à distance du générateur et pour un appareil USB supplémentaire.

La question du transfert rapide et sans erreurs des configurations d'un appareil à un autre, posée pour de nombreuses applications, est résolue aisément grâce à une clé USB. Les fonctions « Save » et « Recall » permettent en effet le transfert simple et rapide des configurations entre deux R&S®SMF100A.

Une particularité de ce générateur de signaux hyperfréquence est la possibilité d'y connecter directement une sonde de puissance R&S®NRP (fig. 4). Ainsi, la puissance souhaitée peut être ajustée directement sur l'objet sous test et affichée sur le générateur et ce, indépendamment des atténuations dues au câble et à d'autres éléments insérés entre le générateur et l'objet sous test.

Fig. 4 Caractéristique à avantages multiples : les sondes de mesure de puissance R&S®NRP-Zxx hautement précises peuvent être directement connectées au générateur.

44859/11

La puissance de sortie du générateur peut être ajustée très précisément avec une tête de mesure de puissance connectée – avantage inestimable pour les applications nécessitant la plus haute précision de niveau.

Universel dans son application

La figure 5 montre un banc de mesure automatisé typique, tel qu'utilisé par exemple en production de composants hyperfréquence destinés à des satellites de télécommunication. Ces objets sous test disposent en général de n entrées et de m sorties qui doivent être connectées aux appareils de mesure. Cette tâche est prise en compte par deux matrices de commutation télécommandées. Pour la stimulation, une ou plusieurs entrées de l'objet sous test sont reliées à l'aide de la première matrice de commutation à la sortie du générateur de signaux. La deuxième matrice de commutation relie une ou plusieurs sorties de l'objet sous test à l'entrée de l'analyseur de signaux. On peut ainsi examiner les réactions aux stimulations de l'objet sous test.

La précision de la mesure de niveau des wattmètres est généralement nettement supérieure à la précision de niveau des analyseurs de signaux ou des générateurs. C'est la raison pour laquelle les sondes de puissance sont reliées par l'intermédiaire des matrices de distribution afin d'évaluer de façon précise les niveaux à la sortie et à l'entrée de l'objet sous test. Elles déterminent et calculent ainsi les valeurs de correction pour les réglages du générateur et les résultats de mesure de l'analyseur de signaux. Ces corrections permettent d'obtenir une amélioration de la précision de mesure sur l'objet sous test. Unique au monde : les sondes de puissance peuvent être connectées directement au générateur de signaux hyperfréquence R&S®SMF100A, lequel affiche alors les résultats.

Des bancs de mesure tels que décrits ici présentent généralement une atténuation élevée entre la sortie du générateur de signaux et l'entrée de l'objet sous test, en particulier pour des fréquences de travail supérieures à 10 GHz. Des pertes d'insertion jusqu'à 10 dB peuvent survenir selon le type de câblage et la technologie des matrices de commutation utilisés. S'il s'avère en outre que des quadripôles spéciaux tels que répartiteurs de puissance ou filtres doivent être ajoutés, l'atténuation peut alors atteindre, voire dépasser 16 dB. Des répartiteurs de puissance et même des déphaseurs sont indispensables si l'objet sous test nécessite des signaux d'attaque cohérents. Dans les rares cas où la puissance de sortie élevée du R&S®SMF100A ne suffit pas, un amplificateur RF supplémentaire à puissance de sortie correspondante est nécessaire entre le générateur de signaux et les matrices de commutation.

Wilhelm Kraemer

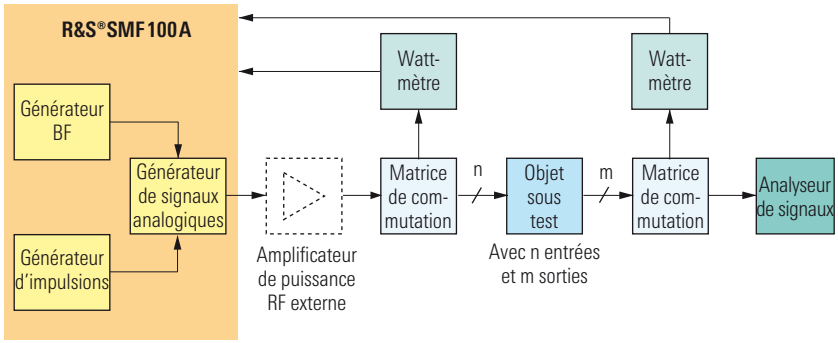


Fig. 5 Banc de mesure automatique typique pour le test de modules hyperfréquence.

Résumé des caractéristiques du R&S®SMF100A

Fréquence	
Gamme de fréquence	1 à 22 GHz
Temps d'établissement	<4 ms
Temps d'établissement en mode List	<700 µs
Niveau	
Plage de réglage	–130 à +30 dBm
Temps d'établissement	<3 ms
Temps d'établissement en mode List	<700 µs
Pureté spectrale	
Bruit de phase SSB (à f = 10 GHz ; écart de 10 kHz résolution de mesure 1 Hz)	<–115 dBc (typ. –120 dBc)
Harmoniques (à 1 GHz ≤ f ≤ 22 GHz)	<50 dBc, typ. <–55 dBc
Produits non-harmoniques (à 1 GHz < f ≤ 11 GHz, écart porteuse >3 kHz; +10 dBm)	<–62 dBc (typ. –67 dBc)
Bruit large bande (à 1 GHz ≤ f ≤ 11 GHz ; écart porteuse >10 MHz ; résolution de mesure 1 Hz ; +10 dBm)	typ. <–148 dBc
Types de modulation avec option R&S®SMF-B20	
Interfaces	AM / FM / φM / LOG AM
Standard	LAN (100BaseT), 2 × USB
Avec option R&S®SMF-B83	IEEE 488.2
Avec option R&S®SMF-B84	1 × USB, 1 × USB slave
Avec option R&S®SMF-B85	carte mémoire amovible

44 696

Fig. 1 Doté de la nouvelle option firmware R&S®SMA-K25, le générateur de signaux haut de gamme R&S®SMA 100 A produit des signaux précis pour des tests étendus sur récepteurs de radionavigation.

Générateur de signaux R&S®SMA 100 A

Signaux précis pour le test des récepteurs de radionavigation

Avec la nouvelle option firmware R&S®SMA-K25, le générateur de signaux R&S®SMA 100 A (fig. 1) devient une source précise de signaux pour le test des récepteurs de radionavigation.

Signaux pour la radionavigation

Dans le trafic aérien international civil et militaire, les systèmes d'aide à la navigation analogiques VOR (VHF Omnidirectional Radio Range) et ILS (Instrument Landing System) ainsi que MKR BCN (Marker Beacon) sont toujours en service. Le système VOR, qui fonctionne dans la gamme de fréquence de 108 à 117,95 MHz, sert à la navigation automatique entre les balises VOR. Le système d'atterrissage ILS, qui indique en vol d'approche l'écart par rapport au cap d'atterrissage idéal, permet l'atterrissage aux seuls instruments en cas de mauvaise visibilité. ILS LOC(Localizer), qui travaille dans la bande de fréquence de 108,1 à 111,95 MHz, informe le pilote sur sa position latérale par rapport à la ligne d'approche optimale. ILS GS, qui travaille dans la bande de fréquence 329 MHz à 335 MHz, est utilisé pour la surveillance de l'angle d'approche lors de la descente (Glideslope). Les trois balises radio marqueurs Beacon se trouvent à des distances respectives de 7200 m, 1050 m et 300 m en amont de la piste et transmettent sur des fréquences situées entre 74,6 MHz et 75,4 MHz. Ces balises permettent le contrôle de l'altitude correcte lors du vol d'approche.

Des systèmes ADF (Automatic Direction Finder) plus anciens sont parfois encore utilisés pour la navigation d'itinéraire. Ils fonctionnent dans la bande de fréquence de 190 kHz à 1,75 MHz et permettent de déterminer la direction des balises NDB non directionnelles (NDB : Non Directional Beacon).

Avec l'option firmware R&S®SMA-K25, le générateur de signaux R&S®SMA100A maîtrise désormais tous les types de modulation mentionnés précédemment pour la radionavigation.

Signaux numériques de la plus haute qualité

Le générateur de signaux produit entièrement en numérique les signaux de modulation, ce qui garantit une précision élevée des paramètres. Toutes les valeurs de réglage importantes pour la simulation des signaux réels, telles que le déphasage des signaux de modulation en VOR ou la différence de profondeur de modulation (DDM) en ILS, peuvent être configurées et variées librement.

Le générateur peut en outre produire certains tons de modulation pulsés conformément à la norme OACI. Lors de l'approche de piste, ces tons de modulation sont transmis avec différents codages de pauses d'impulsions pour pouvoir distinguer les trois balises radio. Il permet en outre pour tous les types de modulation d'ajouter – au moyen d'une tonalité COM/ID codée selon l'alphabet morse international – une identification de l'aéroport ou de la station VOR (MUC pour Munich par exemple). Les paramètres peuvent être modifiés dans le menu de configuration correspondant et les codages peuvent être activés par pression de touche.

Le signal de modulation « idéal » est également disponible à la sortie du générateur BF, pour réaliser des tests sur modules récepteur par exemple.

Possibilités de réglage les plus importantes de l'option R&S®SMA-K25

- 4 différents modes VOR (Norm, Var, Subcarrier, Subcarrier + FM)
- 3 différents modes ILS
- (Norm, 90 Hz, 150 Hz)
- Marker-Beacon pulsé selon OACI annexe 10
- Bearing VOR, (REF à VAR) avec résolution de 0,01°
- Résolution ILS-DDM 10^{-4}
- Taux AM de tous les tons par pas de 0,1%
- Fréquence de tous les tons avec résolution 0,1 Hz
- Ajout d'un ton COM/ID avec identification Morse internationale
- Ajout d'un signal perturbateur AM externe

Performances RF remarquables

Outre les signaux de modulation hautement précis, la réponse en phase et en fréquence du modulateur AM est cruciale pour la qualité du signal RF modulé (fig. 2). Des paramètres tels que précision, stabilité et linéarité de niveau (fig. 3) sont notamment primordiaux pour les tests sur récepteurs. Lors des mesures de blocage et de sélectivité des récepteurs, la pureté spectrale (bruit de phase, bruit large bande et raies parasites non harmoniques) du générateur de signaux est également très importante. Lors de ces tests, on examine le seuil de sensibilité d'un récepteur, lequel reçoit simultanément sur le canal adjacent un brouilleur d'un niveau nettement plus élevé. Il est alors essentiel que le brouilleur n'émette qu'une puissance infime dans le canal utile afin de ne pas fausser les résultats de mesure. Pour tous ces paramètres, le R&S®SMA100A est remarquable par ses excellentes caractéristiques de signal qui permettent de minimiser l'incertitude de mesure d'un montage de test et d'obtenir ainsi une grande reproductibilité des mesures.

Utilisation claire et conviviale

Outre par ses excellentes qualités techniques, le générateur séduit également par son concept d'utilisation convivial et par la représentation claire de tous les paramètres sur son écran couleur (fig. 4). En plus du mode standard, des modes spéciaux dans lesquels certains tons sont supprimés pour permettre le test simple des fonctions d'alarme d'un récepteur, sont également disponibles sur simple pression de touche. En outre, tous les canaux VOR / ILS / MKR-BCN définis par OACI peuvent être successivement commutés à l'aide du bouton rotatif.

Tous les paramètres du générateur de signaux peuvent être télécommandés via GPIB ou LAN, ce qui facilite la réalisation des séquences de test automatisées.

Grâce à sa construction compacte, le générateur de signaux n'occupe que deux unités de hauteur dans une baie et son poids inférieur à 10 kg permet une utilisation flexible et un transport aisé. Doté de l'option R&S®SMA-B46, le R&S®SMA100A satisfait aux conditions stipulées dans la MIL-PRF-28800F pour une altitude d'utilisation jusqu'à 4600 m.

Résumé

Avec l'option firmware R&S®SMA-K25, les fonctions spéciales de génération de signaux de radionavigation s'ajoutent aux multiples qualités d'un générateur de signaux analogiques haut de gamme [1, 2].

Jürgen Ostermeier

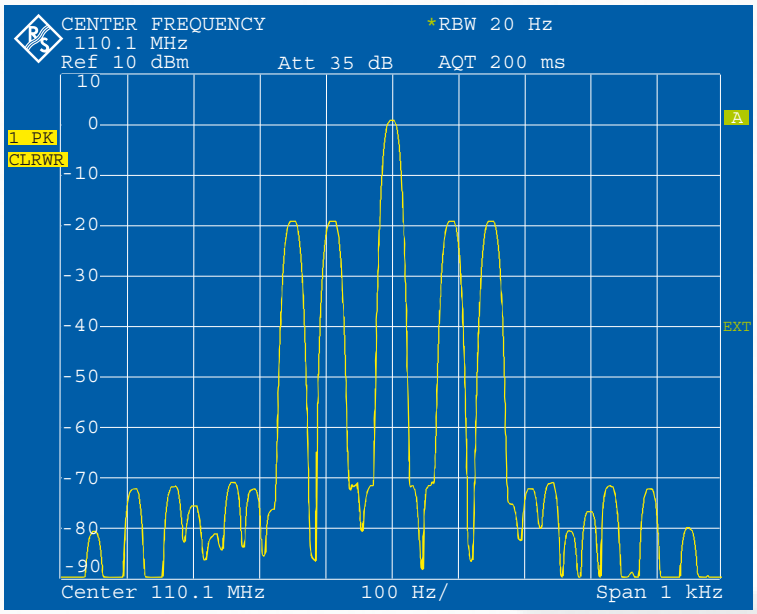


Fig. 2 Spectre ILS-LOC avec DDM = 0

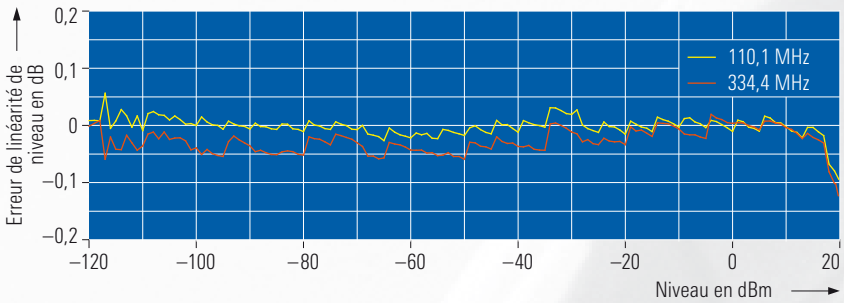


Fig. 3 Linéarité du niveau à 110,1 et 334,4 MHz.

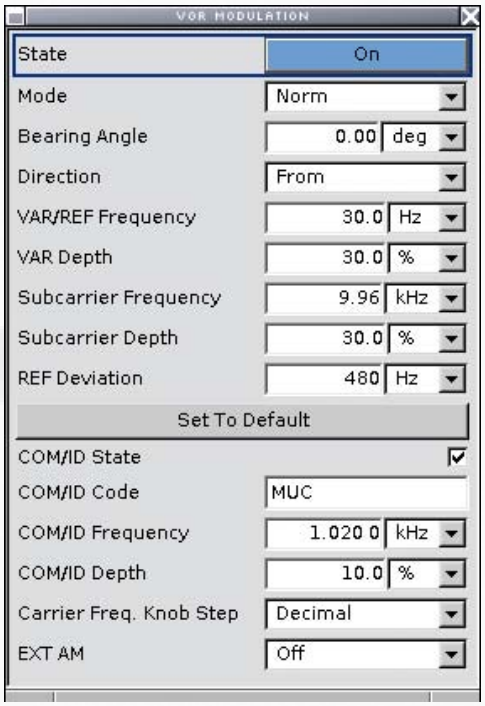


Fig. 4 Représentation claire de tous les paramètres, à l'exemple du menu VOR.

Résumé des caractéristiques du R&S®SMA 100 A

Fréquence	
Gamme de fréquence	9 kHz à 3 GHz / 6 GHz
Niveau	
Plage de niveau	–145 dBm à +28 dBm
Incertitude de niveau (–120 dBm à +18 dBm)	<0,5 dB
Pureté spectrale	
Raies parasites non-harmoniques	
f < 1,5 GHz et offset > 10 kHz	<80 dBc
Bruit en bande latérale unique	
f = 100 MHz et offset 20 kHz	typ. –151 dBc (1 Hz)
Bruit large bande	
6,6 MHz < f < 750 MHz et offset 10 MHz	<–152 dBc (1 Hz)
Types de modulation	
AM / Modulation par impulsions	standard
FM / φM	Option R&S®SMA-B 20
VOR / ILS / MKR BCN / ADF	Option R&S®SMA-K 25
Incertitude VOR bearing angle	<0,05°
Incertitude DDM	<0,0004 (avec DDM = 0)
Erreur taux AM	<2% de la profondeur réglée
Erreur de fréq. du signal de modulation	<0,02 Hz
Interfaces	Bus CEI, LAN, USB
Conditions d'environnement	
Plage de température de fonctionnement	0 à 55 °C
Altitude max. de fonctionnement	3000 m (standard)
	4600 m (option R&S®SMA-B 46)

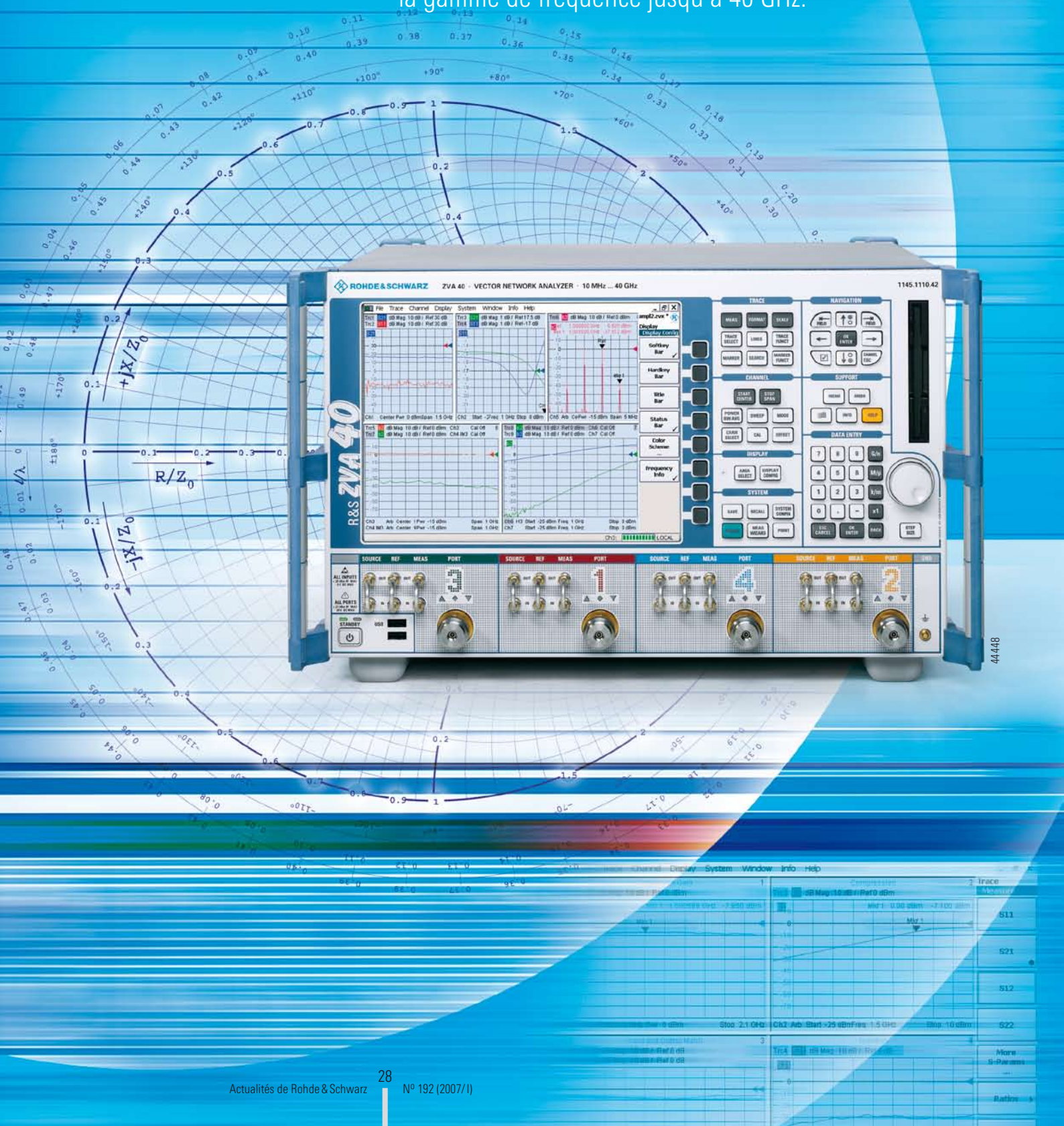
Autres informations, brochure et fiche technique sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé SMA100)

BIBLIOGRAPHIE

[1] Générateur de signaux R&S®SMA 100 A – Un générateur de signaux analogiques qui comble les plus exigeants. Actualités de Rohde & Schwarz (2005) Nº 189, p. 30–34

[2] Générateur de signaux R&S®SMA – Fréquence doublée : signaux d'une extrême pureté spectrale désormais jusqu'à 6 GHz. Actualités de Rohde & Schwarz (2006) Nº 191, p. 29–31.

Les analyseurs de réseau haut de gamme de Rohde & Schwarz, en plus d'avoir été dotés d'une option pour des mesures de profils d'impulsion, couvrent maintenant avec le nouveau R&S®ZVA 40 la gamme de fréquence jusqu'à 40 GHz.



Mesures de profils d'impulsion jusqu'à 40 GHz – considérablement simplifiées

Dotés de la nouvelle option « mesures pulsées » R&S®ZVA-K7, les analyseurs de réseau R&S®ZVA et R&S®ZVT peuvent tester le comportement temporel des amplificateurs et mélangeurs en régime impulsionnel et mesurer le niveau absolu et les paramètres S complexes, avec une résolution de 12,5 ns.

◁ Le nouveau R&S®ZVA40 est un analyseur de réseau haut de gamme à deux ou quatre ports dans la gamme de fréquence de 10 MHz à 40 GHz. Avec sa puissance de sortie inhabituellement élevée de plus de 13 dBm, sa plage de balayage de niveau de 50 dB, sa dynamique de mesure de 135 dB et sa courte durée de mesure de 3,5 µs par point de mesure, cet analyseur est idéal pour la recherche et le développement dans le domaine des hyperfréquences. Le niveau de sortie élevé et la deuxième source interne des appareils à quatre ports permettent en outre de réaliser des mesures rapides et précises de « hot S-parameters », de compression et d'intermodulation sur amplificateurs et mélangeurs, en régime impulsionnel.

Pourquoi faire compliqué …

Pour de nombreuses applications, il est nécessaire de caractériser les objets sous test avec des signaux pulsés et non pas avec des signaux CW. Lors des mesures « on Wafer », la puissance moyenne se trouve ainsi réduite pour éviter la destruction thermique de l'objet sous test. Des amplificateurs de puissance ne révèlent leurs caractéristiques recherchées pour les applications dans les terminaux mobiles ou les étages de sortie radar, qu'en régime pulsé. Le comportement des objets sous test se trouve souvent modifié pendant la durée de l'impulsion (fig. 4). Les largeurs d'impulsion pour ces applications varient entre quelques 100 ns et plusieurs microsecondes. Pour réaliser une mesure de profils d'impulsion, c'est à dire tester le comportement temporel de ces composantes en régime impulsionnel, l'analyseur de réseau doit disposer d'une résolution temporelle largement supérieure à la durée de l'impulsion.

La résolution temporelle des analyseurs de réseau habituels pour les mesures dans le domaine du temps ou de la fréquence se situe entre 3 et 20 µs. Pour obtenir le profil d'impulsion avec une résolution dans le domaine des nanosecondes, un logiciel et du matériel externes supplémentaires étaient nécessaires jusqu'alors, lesquels ont « hachés » à nouveau les signaux pulsés pour la mesure afin de pouvoir effectuer le traitement mathématique « off-line » selon la méthode « Average-Pulse ». Ces montages de mesure sont complexes, coûteux et difficiles à utiliser. Il existe en outre des restrictions conceptuelles concernant la vitesse de mesure, la précision et la dynamique.

… quand on peut faire si simple !

Les analyseurs de réseau de la famille R&S®ZVA [1] ainsi que l'analyseur de réseau R&S®ZVT [2] examinent, grâce à la nouvelle option « mesures pulsées » R&S®ZVA-K7, les impulsions ayant des largeurs inférieures à 1 µs et ce, avec une résolution élevée. Le texte qui suit se réfère au R&S®ZVA40. La mise en œuvre des mesures est intuitive et simple et convainc par des vitesses de mesure élevées. L'option utilise la grande largeur de bande FI du récepteur du R&S®ZVA ainsi qu'un matériel spécifique (fig. 1 et 2).

La méthode en détail

Le R&S®ZVA numérise le signal transposé en FI avec une fréquence d'échantillonnage de 80 MHz. Généralement, un processeur de signal numérique se charge du filtrage des données avant que le processeur principal calcule les paramètres S avec correction d'erreurs et les affiche sur l'écran. Le temps de traitement des données de 1 à 2 µs entre deux points de mesure – s'ajoutant à la durée d'échantillonnage – représentait jusqu'ici le goulot d'étranglement pour les mesures dans le domaine du temps à haute résolution. Pour pallier cet inconvénient, les données brutes échantillonnées sont d'abord stockées sans filtrage lors de la mesure de profils d'impulsion. Ensuite et à la fin du processus d'enregistrement, le logiciel interne traite ces données : le processeur principal de l'analyseur de réseau se charge dans ce mode, en plus de la correction des erreurs, du filtrage numérique.

Après numérisation par le convertisseur A/N, les données sont stockées dans ▶

la mémoire de façon continue afin d'éviter tout retard temporel entre les échantillons des différents points de mesure. Avec un taux d'échantillonnage de 80 MHz, une valeur mesurée est obtenue toutes les 12,5 ns, d'où une résolution temporelle de 12,5 ns. L'importante profondeur de mémoire R&S®ZVA permet une durée d'enregistrement de 3 ms pour toutes les grandeurs d'ondes. Le signal de déclenchement qui fixe le zéro temporel est généralement dérivé du front montant de l'impulsion. On peut de cette manière visualiser également les événements débutant avant l'instant du signal de déclenchement et créer ainsi une relation temporelle précise entre le signal de déclenchement et l'impulsion RF (fig. 3). Cette relation est particulièrement intéressante pour déterminer correctement le retard de déclenchement lors des mesures « Point in Pulse » en fonction de la fréquence ou du niveau.

Grâce à cette méthode moderne, la vitesse du R&S®ZVA est très élevée lors des mesures pulsées. Avec plus de 10 balayages/s pour 1001 points de mesure, les objets sous test peuvent être ajustés facilement pendant la mesure de profils d'impulsion (fig. 4). Avec le R&S®ZVA, celle-ci n'est pas limitée à des signaux périodiques – comme cela est le cas avec des méthodes de mesure traditionnelles – mais convient également à l'analyse des impulsions simples, doubles et de trains d'impulsion définis librement.

Objets sous test à très faible temps de propagation de groupe

La mesure des paramètres S des objets sous test à temps de propagation très faible (de l'ordre de grandeur de la largeur d'impulsion) est difficile voire impossible à réaliser, notamment dans le cas où le signal n'est plus présent à l'entrée de l'objet sous test avant sa mesure à la sortie par l'analyseur de réseau. La valeur de s_{21} n'est toutefois correcte pour une mesure que lors de la phase de chevauchement temporel. La figure 5 montre la mesure des grandeurs d'ondes et des paramètres S d'un objet sous test avec un temps de propagation de groupe de 100 ns. Le R&S®ZVA résout mathématiquement ce problème avant le calcul des paramètres S, par le décalage temporel des grandeurs d'ondes du temps de propagation de groupe de l'objet sous test. Un retard individuel peut être attribué à chaque grandeur en fonction de la direction de mesure (fig. 6). Après le décalage du signal retardé, le R&S®ZVA affiche correctement le gain s_{21} sur la durée totale d'impulsion (fig. 7).

Mesures avec signaux d'entrée modulés par impulsion

Lors d'applications pour lesquelles l'objet sous test nécessite un signal d'entrée modulé par impulsion, un générateur à modulation par impulsion – comme par exemple le R&S®SMA ou le R&S®SMR – peut être utilisé. Le signal RF modulé par impulsion est injecté directement dans le Testset du R&S®ZVA

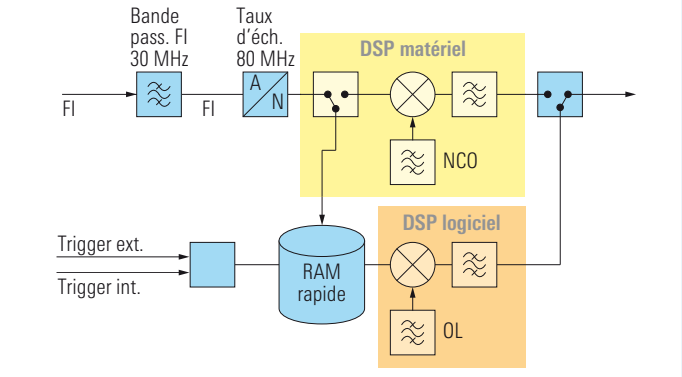


Fig. 1 Parcours des signaux pour mesures de profils d'impulsion avec l'option R&S®ZVA-K7.

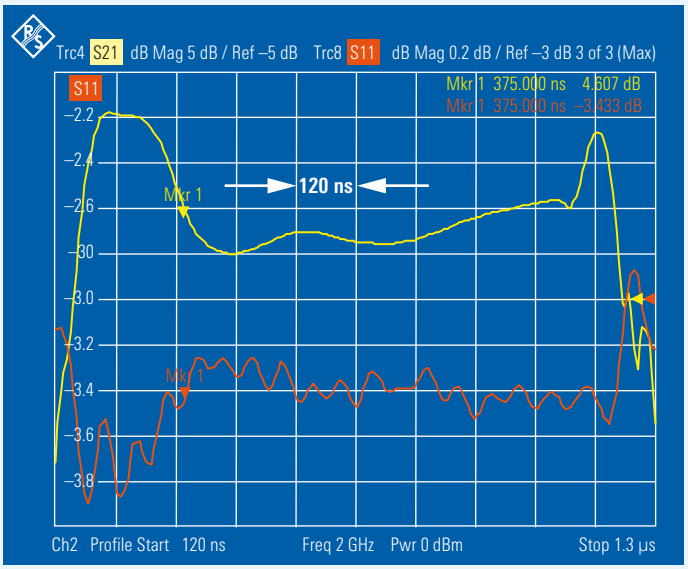


Fig. 4 Profil d'impulsion des paramètres S d'un amplificateur.

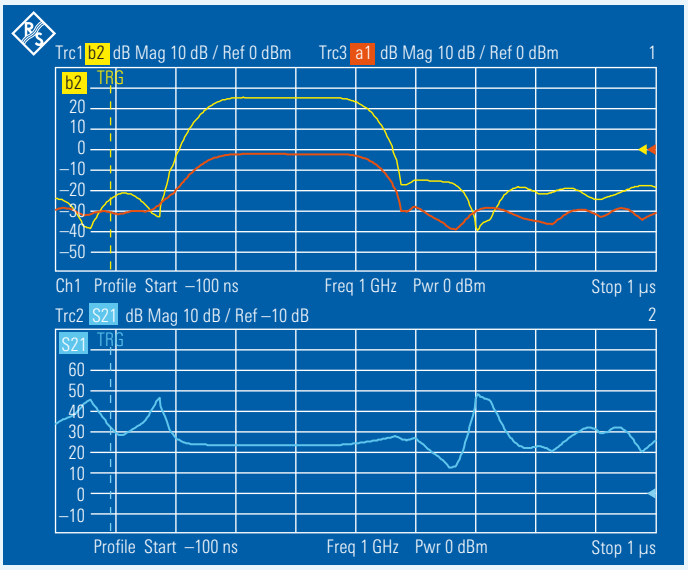


Fig. 7 Résultats de mesure après décalage temporel de 100 ns du signal de sortie b2.

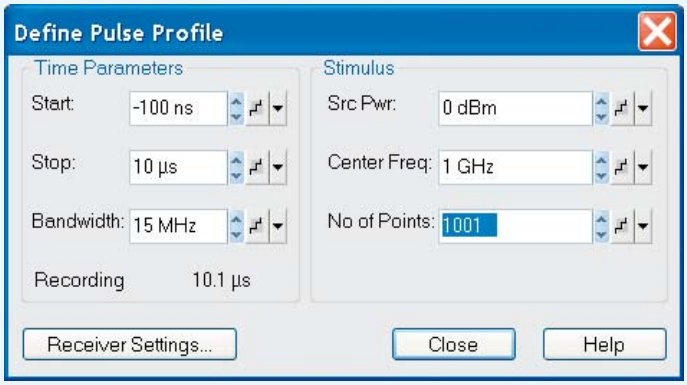


Fig. 2 Dialogue de configuration pour la mesure profil d'impulsion.

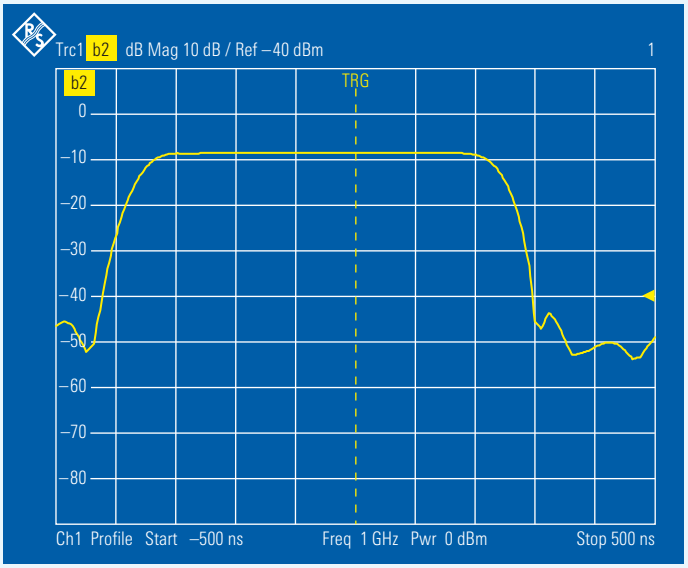


Fig. 3 Profil d'impulsion d'une grandeur d'ondes avec signal de déclenchement.

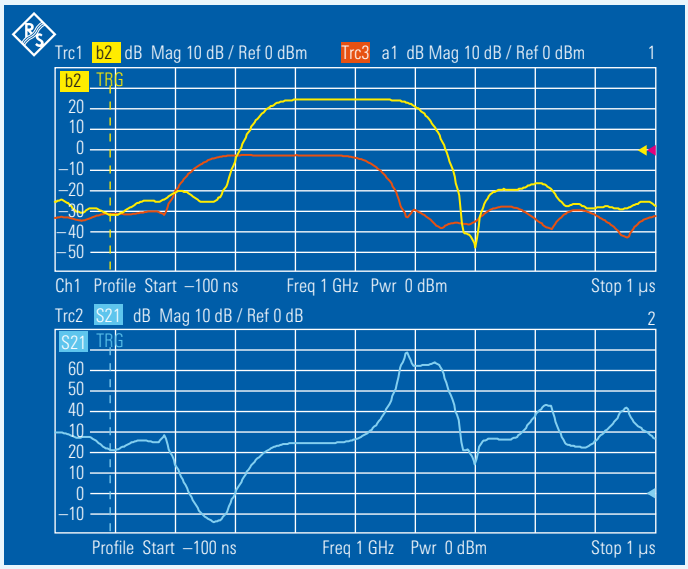


Fig. 5 Objet sous test à temps de propagation de groupe de 100 ns : signal d'entrée (rouge), signal de sortie (jaune) ainsi que s_{21} (bleu).

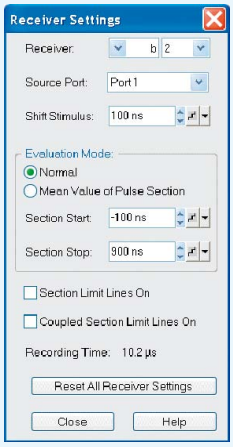
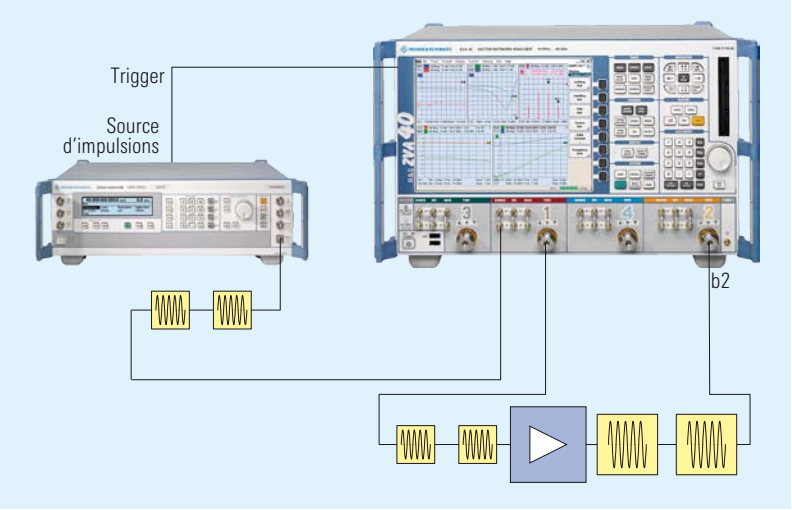


Fig. 6
Dialogue pour la compensation du temps de propagation.



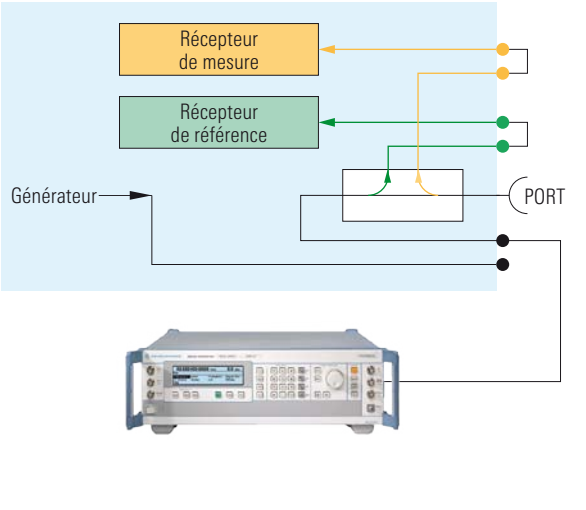


Fig. 8 Montage de mesure avec un générateur externe à modulation d'impulsion.

via l'option R&S®ZVA-B16, à la place du signal non modulé (fig. 8). Ce montage est également bien adapté pour des mesures pulsées en fonction de la fréquence et du niveau étant donné que le R&S®ZVA peut télécommander des générateurs externes via LAN ou bus CEI. Le signal, étant acheminé via le coupleur interne, est mesuré par le récepteur de référence permettant ainsi les mesures des paramètres s_{21} et s_{11} avec correction des erreurs système. Le calibrage de niveau ou d'erreurs système réalisé dans les conditions CW est donc également valable dans des conditions pulsées et ne nécessite pas de renouvellement en cas de modifications du rapport cyclique.

Un modulateur par impulsion peut également être inséré dans la voie de génération à la place du générateur d'impulsion externe (fig. 9). Cela permet en outre de réaliser des mesures bidirectionnelles et donc un calibrage 2 ports complet. Avec un modulateur appliqué au port 1, les paramètres incidents s_{11} et s_{21} sont mesurés en régime pulsé et les paramètres s_{12} et s_{22} le sont en non pulsé. Si les deux sens de mesure doivent utiliser des signaux pulsés, un deuxième modulateur doit être connecté au port 2. Dans le cas d'un objet sous test pulsé, un seul générateur d'ondes arbitraires supplémentaire est nécessaire (fig. 10).

Mesures à transposition de fréquence et atténuation de transposition de mélangeurs sont également possibles. Pour cette application, la deuxième source interne du R&S®ZVA est alors disponible comme oscillateur local.

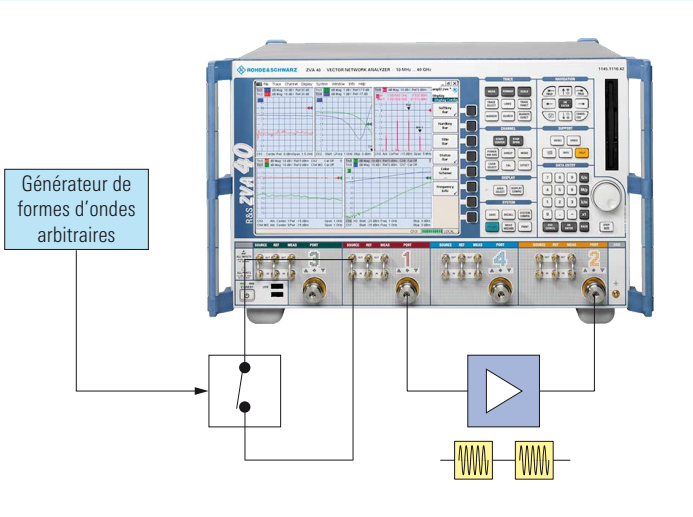


Fig. 9
Montage de mesure avec modulateur d'impulsion.

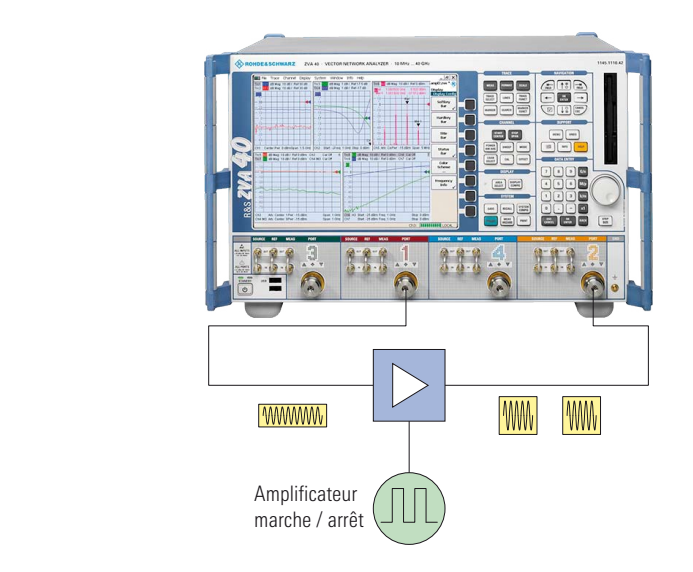


Fig. 10
Montage de mesure avec un objet sous test pulsé.

Résumé

L'option R&S®ZVA-K7 permet d'analyser le comportement temporel des amplificateurs et mélangeurs avec une résolution de 12,5 ns. L'utilisation et le montage de mesure sont simples, avec une dynamique et une vitesse de mesure élevées. L'option gère des impulsions uniques, périodiques et des trains d'impulsion arbitraires.

Thilo Bednorz

Autres informations et fiche technique sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé ZVA / ZVT)

BIBLIOGRAPHIE

[1] Analyseur de réseau vectoriel R&S®ZVA : Analyseur de réseau vectoriel haut de gamme – d'avant-garde et extrêmement rapide. Actualités de Rohde & Schwarz (2005) Nº 188, p. 26–31.

[2] Analyseur de réseau vectoriel R&S®ZVT8 : Unique : huit ports de mesure dans un même boîtier. Actualités de Rohde & Schwarz (2006) Nº 189, p. 26–29.

Sonde de mesure de puissance large bande R&S®NRP-Z81

Technologie de pointe pour la communication numérique sans fil

La nouvelle sonde pour le wattmètre R&S®NRP offre tout ce qui est nécessaire aujourd'hui pour réaliser des mesures de puissance haute fréquence : 30 MHz de bande passante vidéo pour l'analyse de l'enveloppe de puissance, des temps de mesure rapides ainsi qu'une plage de dynamique de 80 dB pour la valeur moyenne de puissance.

L'analyse de l'enveloppe de puissance est de plus en plus demandée

La mesure de la puissance électrique dans les domaines de la RF et des Hyperfréquences est depuis longtemps réservée aux équipements de mesure perfectionnés. Si dans le passé seule une combinaison de vitesse et de précision de mesure élevée suffisait, aujourd'hui l'analyse de l'enveloppe de puissance devient plus en plus une exigence : forme de courbe, valeurs moyennes et crête, temps de montée et de descente ainsi que distribution statistique. Là aussi, la technologie de communication numérique sans fil joue un rôle moteur avec ses signaux RF complexes. Ainsi sont installées chaque année des centaines de milliers de nouvelles stations de base dont la puissance de sortie doit être vérifiée en production lors de l'installation et dans le cadre d'une maintenance régulière : tâche pour laquelle tous les constructeurs font confiance aux wattmètres et de plus en plus, à ceux de Rohde & Schwarz.

Le dernier né de la famille d'appareils R&S®NRP (fig. 1) peut être qualifié de sonde de tous les superlatifs car il fournit, avec et sans l'appareil de base, toutes les grandeurs de mesure d'un wattmètre de crête :

Fig. 1
Wattmètre R&S®NRP avec sonde de mesure de puissance large bande R&S®NRP-Z81.

- Puissance d'enveloppe en fonction du temps
- Distribution statistique de puissance
- Puissance moyenne

La gamme de fréquence s'étend de 50 MHz à 18 GHz et la limite inférieure de mesure est de –60 dBm pour la puissance moyenne et de –47 dBm pour la puissance d'enveloppe. Le tout, comme pour les sondes précédentes, est logé dans un boîtier compact et peut être télécommandé à partir d'un PC via USB. Il s'agit en résumé de la technologie la plus moderne pour les mesures d'aujourd'hui et de demain avec fonctions, dimensions et prix défiant toute concurrence.

Oscilloscope de mesure de puissance

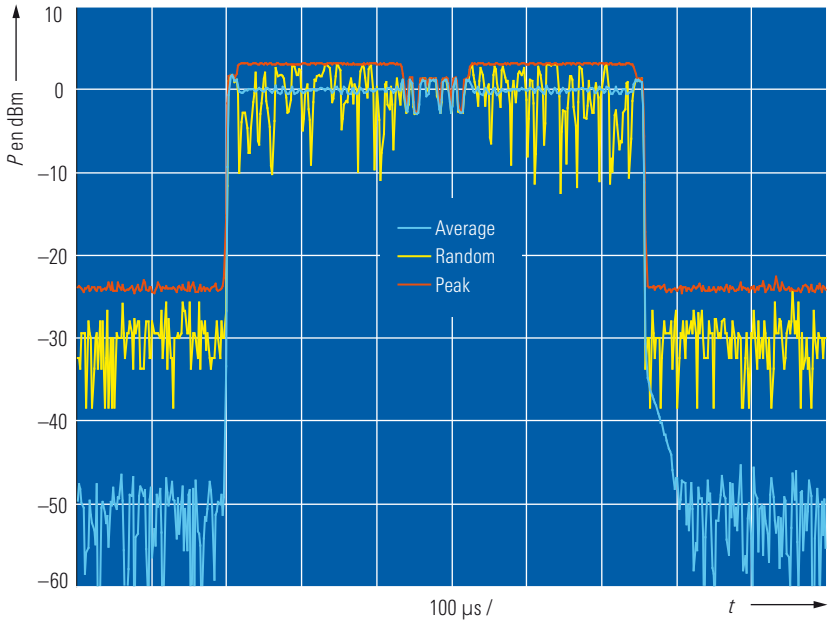
Par rapport à ses prédécesseurs R&S®NRP-Z11 et R&S®NRP-Z21 / 22 / 23 / 24, c'est notamment par sa grande bande passante vidéo de 30 MHz que la nouvelle sonde – disponible pour fréquences porteuses > 500 MHz – se distingue. Le taux d'échantillonnage continu de 80 millions de valeurs par seconde, correspondant à une résolution temporelle de 12,5 ns, permet d'afficher l'enveloppe des impulsions de radar ainsi que l'analyse de tous les procédés de transmission actuels à base de modulation numérique : TDMA (par exemple GSM/EDGE), OFDM (par exemple WiMAX, 802.11 a / b / g, 3.9G) et (W)CDMA ainsi que les porteuses RF composées de tels signaux (Multi-Carrier). Des mesures oscilloscopiques sur l'enveloppe de puissance sont ainsi possibles et ce, avec la précision habituelle des wattmètres.

Lors de la représentation d'enveloppe, le résultat de mesure est entièrement traité, mis à disposition et affiché sous forme de points graphiques. Même si 250 pixels suffisent en général pour afficher une courbe, la sonde peut fournir jusqu'à 8 192 points, ce qui constitue une grande réserve, même pour des exigences élevées en terme de résolution d'image. Etant donné qu'un point graphique représente une période comprenant généralement un nombre élevé d'échantillons, il peut être judicieux de fournir plusieurs valeurs par pixel pour identifier cette période. La sonde fournit donc les éléments suivants : un échantillon choisi arbitrairement pour l'aspect typique du cours de la puissance, la valeur moyenne pour un affichage à bruit réduit ainsi que les valeurs maximum et minimum, le tout en temps réel, sans post-traitement interminable (fig. 2). La représentation de la moyenne permet en outre de mesurer des puissances plus faibles.

Un autre atout de la nouvelle sonde : alors que les wattmètres de crête traditionnels sont incapables de mesurer les détails du signal inférieur à –30 dBm, la sonde R&S®NRP-Z81 quant à elle permet de réaliser des mesures jusqu'à des niveaux de –47 dBm grâce à son hacheur à commutation temporelle synchrone (voir encadré page 35). Ce procédé réduit les dérives du zéro à un minimum et veille à ce que le bruit puisse être diminué à l'extrême par moyennage de plusieurs séquences de courbes.

Un oscilloscope ne vaut que ce que vaut son système de déclenchement, c'est la raison pour laquelle la nouvelle sonde offre tout ce qui est en pratique nécessaire : déclenchement sur événements uniques ou répétitifs, déclenchement par le signal de mesure ou par un signal externe ainsi que différentes possibilités de qualification de trigger dont le « Hold off » traditionnel mais également le réglage de l'hystérésis de déclenchement et d'un paramètre « Drop-out » afin de n'autoriser des déclenchements que si le signal dépasse le seuil de trigger pendant un certain temps. Le mode pré-trigger est bien évidemment disponible pour les signaux dont l'événement déclencheur est situé après la section du signal à enregistrer. Le début de mesure peut être anticipé jusqu'à 4 096 points, c'est-à-dire d'un multiple de la durée d'enregistrement lors d'une représentation habituelle sur l'écran. Pour augmen-

Fig. 2 Enveloppe de puissance d'un signal GSM-EDGE, mesurée avec la R&S®NRP-Z81. Les différentes courbes se différencient par le type de représentation de points graphiques. Bleu : valeurs moyennées ; jaune : valeurs arbitraires ; rouge : valeurs maximales.



Détails sur la sonde de puissance large bande

En cas d'analyse de signaux à grande largeur de bande RF, les sondes de puissance à diodes conventionnelles atteignent rapidement leurs limites car elles ne peuvent plus suivre les variations rapides de l'enveloppe du signal. Le détecteur à diodes fournit alors un signal de sortie qui ne permet plus la reconstruction correcte de la réponse temporelle de la grandeur mesurée. S'y ajoutent en outre des distorsions non-linéaires pour les niveaux situés en dehors de la zone quadratique de la diode, ce qui rend impossible la mesure de la puissance moyenne.

Ainsi, un détecteur à diodes – positionné à l'entrée de la chaîne de traitement des signaux d'une sonde de mesure de puissance large bande – est dimensionné de façon à ce que son temps de montée et son temps de descente plus particulièrement soient inférieurs à ceux du signal à mesurer. Pour la sonde R&S®NRP-Z81 (fig. 3 et 4), un commutateur inversant de façon cyclique la polarité du signal du détecteur est inséré dès que plusieurs mesures doivent être moyennées, procédé dit de « chopping ». Cela permet de réaliser une correction à zéro stable et de modifier la composition spectrale du bruit d'affichage de façon à ce que celui-ci puisse être réduit à volonté par moyennage. Pour des wattmètres de crête conventionnels sans Chopper, certaines limites s'imposent en raison de la composante de bruit en 1/f : des mesures à haute résolution sont exclues.

Il est évident que tout cela ne fonctionne en parfaite cohérence qu'avec un traitement du signal numérique performant et avide d'informations : la sonde R&S®NRP-Z81 fournit jusqu'à 80 millions de valeurs de mesure par seconde. Pour chaque échantillon, la puissance momentanée équivalente est calculée immédiatement en tenant compte de la fréquence de la porteuse RF, de la température de la sonde et de l'amplitude du signal mesurée. La série impressionnante de données de calibrage, à la base de ces calculs, est mesurée individuellement pour chaque sonde ; ces données sont si précisément et finement graduées que la caractéristique brute du détecteur ne transparaît plus dans les résultats de mesure. Etant donné que ces corrections sont effectives pour toute la durée de vie d'une sonde, un système de puissance tout à fait normal suffit au recalibrage.

Fig. 3 Electronique de précision compacte : intérieur de la sonde de mesure de puissance large bande R&S®NRP-Z81.

Dès l'évaluation de la puissance momentanée effectuée, l'étape de traitement la plus importante est achevée. C'est l'attribution temporelle qui est ensuite réalisée pour les mesures à déclenchement puis l'attribution des échantillons à des points graphiques ou à des valeurs moyennes de puissance, la recherche de valeurs extrêmes et l'analyse statistique. Tout cela se déroule dans un FPGA nouvelle génération ultrasophistiqué.

La sonde R&S®NRP-Z81 se distingue des produits comparables sur le marché par l'intégration de la totalité du traitement du signal – du frontal hyperfréquence jusqu'au résultat de mesure final – le tout réuni dans un seul petit boîtier. Un des avantages pour l'utilisateur : protection absolue contre les perturbations, même sous l'influence de champs électromagnétiques forts, pouvant notamment survenir lors des essais CEM.

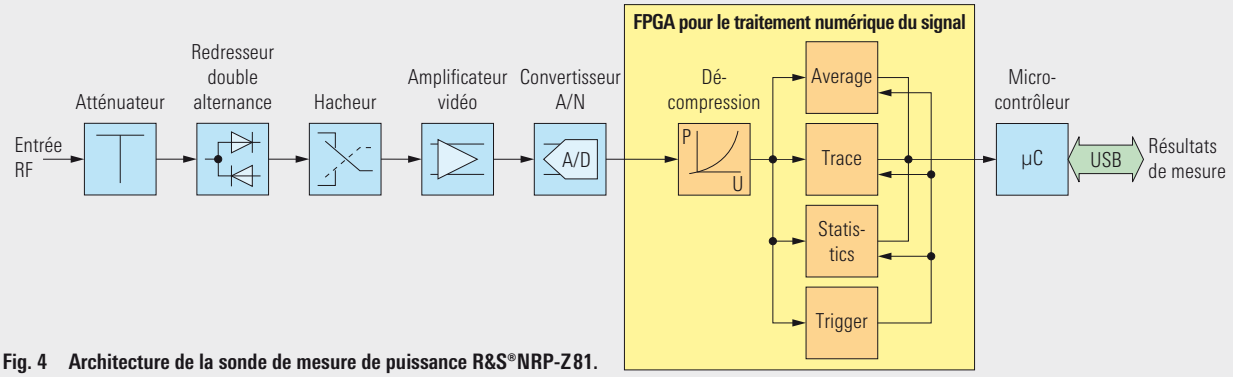


Fig. 4 Architecture de la sonde de mesure de puissance R&S®NRP-Z81.

ter la sensibilité du déclenchement et la réduction de bruit, la bande passante vidéo peut être réduite à 5 MHz, 1,5 MHz et 300 kHz.

Analyse statistique

Des signaux à haute fréquence sont de plus en plus fréquemment modulés de façon à ce que l'enveloppe de puissance subisse un caractère stochastique ; la représentation dans le domaine temporel fournit de ce fait des informations peu exploitables. Une analyse statistique doit alors être effectuée. Par exemple, le calcul de la fonction de distribution cumulative complémentaire (Complementary Cumulative Density Function – CCDF) est habituellement utilisé pour indiquer la probabilité avec laquelle des crêtes du signal dépassent un certain seuil de puissance.

La vitesse – jusqu'alors problématique pour cette mesure – est précisément un des atouts de la Sonde R&S®NRP-Z81 qui la réalise en temps réel en moins de 25 ms, temps qui lui est nécessaire pour la capture et l'évaluation d'un million d'échantillons. Des modifications dans la composition du signal peuvent être alors observées quasiment sans latence. Si un extrait réduit suffit, avec par exemple 100 000 échantillons, le résultat est obtenu d'autant plus rapidement. La bande passante vidéo peut bien évidemment être également limitée et la mesure peut être réalisée en synchronisme avec le signal : dans l'évaluation statistique n'est prise alors en compte qu'une certaine section du signal dont la position et la durée peuvent être déterminées avec précision (fig. 5). Le résultat de mesure est préparé après une analyse statistique de façon à pouvoir être directement tracé graphiquement. La plage de niveau et le nombre de points graphiques peuvent être choisis librement dans des larges gammes et la résolution peut atteindre 0,006 dB par point graphique. Outre la CCDF, le résultat de mesure peut aussi être représenté sous forme de fonction de densité de distribution (PDF).

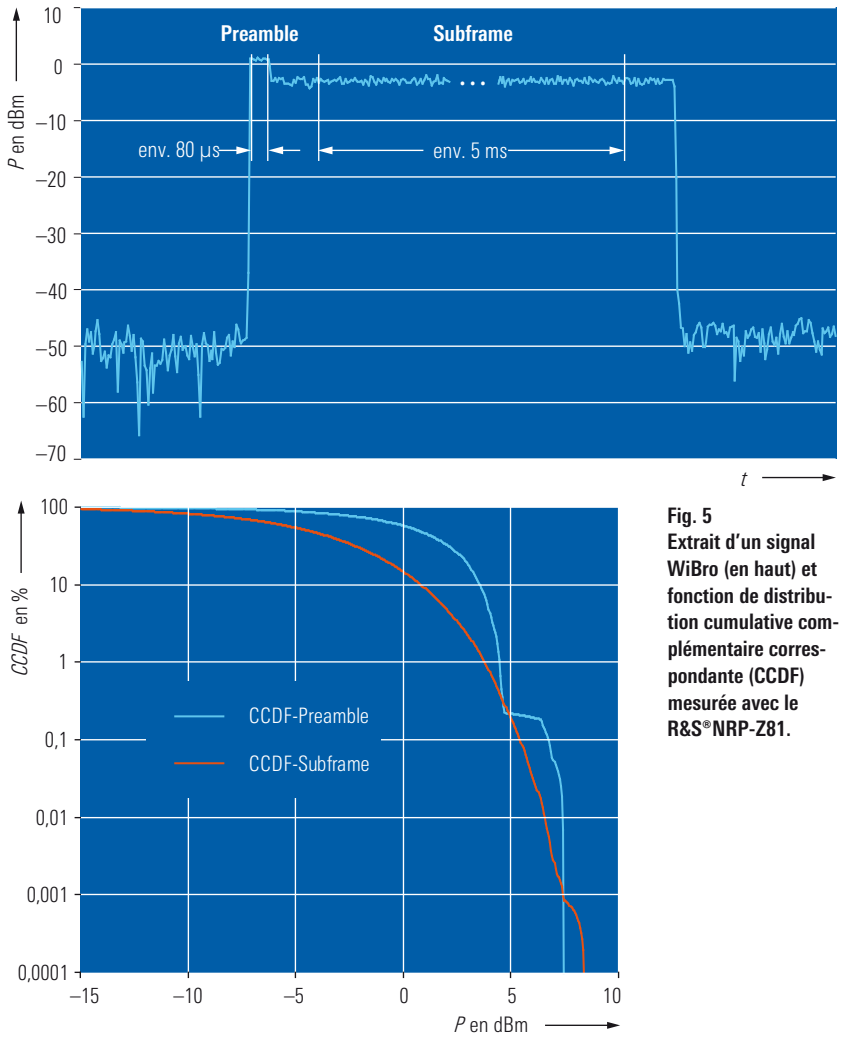


Fig. 5
Extrait d'un signal WiBro (en haut) et fonction de distribution cumulative complémentaire correspondante (CCDF) mesurée avec le R&S®NRP-Z81.

Puissance moyenne pour la précision

La loi du juste milieu est également règle d'or et particulièrement lorsqu'il s'agit de mesure de puissance ; différentes fonctions sont par conséquent disponibles pour réaliser la mesure de la puissance moyenne :

- **Cont Av** Puissance moyenne continue
- **Timeslot Av** Puissance moyenne dans des fenêtres temporelles synchrones
- **Burst Av** Puissance moyenne des Bursts

Tous les modes ont en commun le fait qu'ils évaluent la valeur moyenne de la puissance sur un intervalle de temps défini : dans le mode Cont Av, cela intervient de manière continue, sans référence au signal, comparable à un wattmètre thermique. Lors de la mesure de salves, le début et la fin sont automatiquement définis par les flancs ascendants et descendants des bursts, ce qui constitue le meilleur moyen d'obtenir avec un minimum de réglages les résultats de mesure de puissance sur des signaux pulsés. Les temps d'exclusion au début et à la fin du burst sont évidemment réglables.

Le mode Timeslot Av pour des mesures synchrones au signal est encore plus universel. Le début de la fenêtre de mesure peut être défini relativement librement par rapport à l'instant de trigger retardé et la durée peut être sélectionnée dans une vaste plage (50 ns bis 100 ms). Des intervalles d'exclusion peuvent être définis non seulement au début et à la fin mais également dans la fenêtre de mesure. La position et la durée sont entièrement facultatives. Jusqu'à 16 de ces fenêtres de mesure peuvent être alignées, ce qui permet de réaliser une structure d'intervalles de temps complète : prêt à la mesure de puissance dans la totalité des intervalles de temps d'une trame TDMA – successivement et de façon ininterrompue.

Bien qu'évident, la grande plage de dynamique de –60 à +20 dBm en mode valeur moyenne pour des sondes large bande à évaluation continue est entièrement nouvelle et ce, non seulement pour des signaux en CW mais également modulés au choix : conséquence logique d'un excellent concept.

Extras compris

Toutes les fonctions ayant déjà fait leurs preuves dans les sondes de la série R&S®NRP-Zx ont été naturellement prises en compte par la nouvelle sonde :

- **Fixed Noise mode** pour le filtre Auto-Averaging
- **Correction de gamma** pour une précision de mesure plus élevée en cas d'objets sous test fortement désadaptés
- **Correction Paramètres S** visant une intégration facile d'atténuateurs, de coupleurs directionnels ou d'amplificateurs dans les résultats de mesure.

En cas de sortie continue des résultats de mesure, la cadence peut être réduite pour permettre à l'hôte contrôleur de ne pas être saturé ; ce qui pouvait se produire, notamment lorsque les sondes NRP fonctionnaient à plein régime, par exemple en cas de fenêtres de mesure très courtes ou d'élaboration de moyenne glissante. Cette caractéristique est donc également disponible pour la palette de sondes existante : quelques instants suffisent pour la mise à jour de la firmware disponible gratuitement sur le site Web de Rohde & Schwarz.

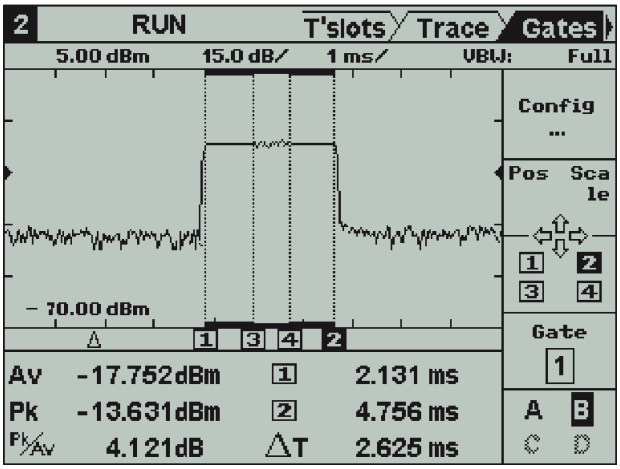


Fig. 6
Surface plus importante pour la courbe et nouveaux éléments de commande : l'interface utilisateur révisée de l'appareil de base R&S®NRP en mode Trace / Gate.

Télécommande et sortie des résultats de mesure

A l'instar de toutes les autres sondes NRP, leur contrôle peut être effectué par l'appareil de base R&S®NRP, un PC ou d'autres instruments de mesure de Rohde & Schwarz. Les drivers des sondes qui supportent toutes les fonctionnalités sont comprises dans la fourniture.

L'utilisation de l'appareil de base R&S®NRP a été entièrement révisée (fig. 6) :

- Représentation plus large des courbes
- Mise à l'échelle et positionnement plus simples des courbes par touches directes
- Fonctionnalités directes étendues grâce à un nouveau panneau de touches de fonctions
- Fonctions de marqueur et de « Gate » séparées, affichage de la puissance crête et du facteur de crête / moyenne

Les autres sondes disponibles bénéficiant naturellement des améliorations d'utilisation de l'appareil de base, il est judicieux de télécharger la version firmware actuelle disponible sur Internet.

Perspective

La famille d'appareils de mesure R&S®NRP est continuellement perfectionnée avec pour objectif l'avantage client : haute qualité à coût approprié, toujours à la pointe du développement technique, selon la devise « connecter et mesurer ».

Thomas Reichel

Consultez la page suivante pour informations sur les modalités de réalisation des mesures de la PIRE sur la voie de réception avec les sondes R&S®NRP-Zxx.

Autres informations sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé NRP / NRP-Z81)

44 883/1

Fig. 1 Les sondes de mesure de puissance R&S®NRP-Zxx sont des instruments de mesure autonomes, capables de communiquer avec un PC via USB, convenant ainsi parfaitement aux applications de mesure sur systèmes d'antennes.

Les mesures de PIRE sur la voie de réception des systèmes commerciaux de communication par satellite représentent un défi métrologique important et ouvrent un nouveau champ d'application pour les sondes de mesure de puissance de la famille R&S®NRP-Zxx (fig. 1). Installées dans le système d'antenne d'une station terrestre de la société Eutelsat et commandées à distance par USB, elles fournissent des mesures précises, rapides, stables en température et à long terme.

Wattmètre R&S®NRP

Solution astucieuse pour la surveillance du niveau des signaux satellite

Les signaux satellite sont soumis à de nombreuses influences

Radio, télévision, communication globale via le téléphone, Internet et les radiocommunications mobiles ne seraient pas concevables sans liaison par satellite. Les systèmes commerciaux doivent pouvoir en conséquence fonctionner parfaitement 24 heures sur 24.

Dans une station terrestre, en cas de réception d'un signal satellite à faible champ, le fonctionnement peut très rapidement se dégrader. Le taux d'erreur binaire grimpe alors rapidement, rendant parfois la liaison inutilisable. Les causes de telles perturbations sont multiples. Les influences atmosphériques telles que brouillard, nuages et précipitations altèrent généralement la propagation des ondes en atténuant les signaux, d'où une augmentation du bruit. Une mauvaise orientation de l'antenne de l'antenne entraîne une capture partielle de la puissance disponible. Cet effet est encore plus sensible pour de grandes antennes paraboliques à forte directivité. Il convient en outre de tenir compte des conditions d'environnement dans lesquelles le système de réception fonctionne. En effet, la majorité des antennes satellite sont installées en extérieur et sont de ce fait exposées à l'humidité, à des températures extrêmes et à des contraintes mécaniques dues à la pression du vent. Ces facteurs, associés au vieillissement de l'équipement, dégradent la qualité du signal.

Bien que les effets précités n'augmentent l'atténuation du chemin de trans-

mission que de quelques décibels, les algorithmes de correction fonctionnant en arrière-plan peuvent être très rapidement dépassés, la réserve prévue pour le rapport Porteuse/Bruit (C/N) étant en général relativement faible. Il ne s'agit là en aucun cas d'une planification erronée mais d'un calcul économique. En effet, si l'on voulait obtenir une marge de sécurité plus élevée de 3 dB pour le niveau de réception (généralement de l'ordre de –115 dBm), il faudrait alors soit doubler la puissance d'émission dans le satellite soit augmenter le diamètre de l'antenne de réception de 50 %. Il est bien plus judicieux d'utiliser pleinement les précieuses ressources existantes et d'investir de façon ciblée dans des stratégies de prévention. La surveillance continue de la puissance reçue fait partie de cette stratégie, notamment pour pallier une dégradation rampante de l'installation.

PIRE : la puissance qui compte

Afin que la mesure de la puissance reçue fournisse des résultats comparables, indépendants des qualités de l'antenne de réception, on calcule le niveau de rayonnement isotrope équivalent du satellite à partir de la mesure de la puissance reçue. La *PIRE* (Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente) indique la puissance du satellite requise pour obtenir le niveau de réception souhaité. L'antenne d'émission est considérée comme isotropique, c'est-à-dire qu'elle rayonne à l'identique dans toutes les directions :

$$\frac{PIRE}{\text{dBW}} = \frac{P_{RX}}{\text{dBm}} + \frac{G_r}{\text{dB}} + \frac{a}{\text{dB}} - 30$$

P_{RX} correspond au niveau de réception, G_r au gain de l'antenne de réception et a à l'atténuation nominale de la liaison de l'ordre de grandeur de 200 dB. En comparant les résultats d'une mesure avec la valeur PIRE spécifiée pour le satellite, on obtient une indication de la qualité de la liaison radio à un instant donné.

Mesure de la puissance reçue

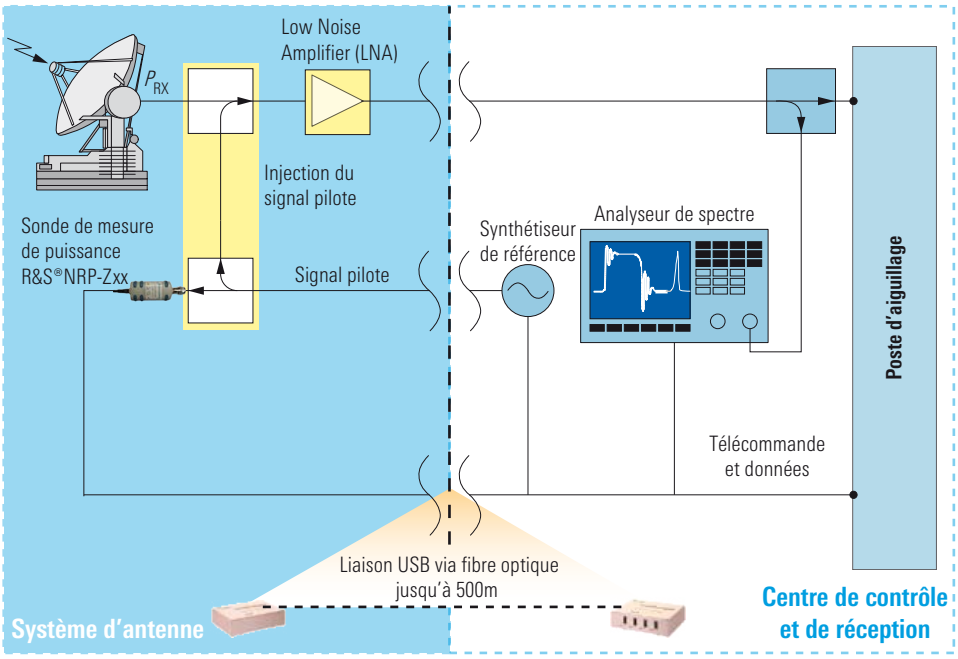
Le point de mesure optimal

Le point de mesure optimal se situe entre la sortie d'antenne et l'entrée du LNA, premier amplificateur à très faible bruit, serti directement à l'antenne. En ce point, le niveau du signal est certes le plus faible mais la précision de mesure y est la plus élevée car les mesures au niveau du centre de contrôle et de réception comportent des incertitudes supplémentaires concernant notamment le gain du LNA et l'atténuation due au câble d'antenne parfois très long. Le très faible niveau disponible à la sortie d'antenne ne peut être mesuré qu'indirectement car il se trouve à environ 50 dB au dessous de la limite de mesure d'une sonde à diodes.

Astuce : utilisation d'un signal pilote

La méthode de mesure est illustrée en figure 2 : un signal pilote, dont le niveau est parfaitement connu, est injecté en tant que référence au point de mesure. Ce signal parcourt – comme le signal utile – la distance de transfert totale jusqu'au centre de contrôle et de réception où un analyseur de spectre mesure la différence de niveau par rapport au signal utile. Le signal pilote est amplifié ou atténué sur la distance totale comme le signal utile, les deux signaux ayant une fréquence similaire. La différence de niveau mesurée par l'analyseur de spectre est identique à celle présente au point de mesure, ce qui permet de déterminer le niveau de réception à la sortie d'antenne. Il s'agit cependant d'une extrapolation car la sonde de puissance ne mesure pas le niveau du signal pilote directement au point d'insertion mais en amont avec un niveau nettement plus élevé. L'atténuation due aux composants passifs insérés sur le trajet et vissés les uns aux autres peut être considérée comme stable à long terme ; il suffit donc de déterminer une seule fois cette valeur d'atténuation qui sera ensuite soustraite de l'affichage du wattmètre.

Fig. 2 Montage pour la mesure de la PIRE dans la voie de réception d'une station satellite terrestre, réalisé pour sondes de puissance type R&S®NRP-Z21.



Le wattmètre en point de mire

Le défi métrologique réel concerne la sonde de puissance elle-même qui doit fournir des résultats de mesure précis dans des conditions de température extrêmes et à une grande distance de l'appareil de base. Par le passé, il a déjà été tenté de mettre en œuvre cette application avec des wattmètres classiques mais avec un succès cependant mitigé. La cause en est à chercher dans le concept même de ces instruments qui se réfèrent à un signal de 50 MHz disponible dans l'appareil de base. Etant donné que les mesures précises nécessitent un signal de référence – notamment aux limites de la plage de température de fonctionnement – une référence doit également être prévue pour la mesure du signal pilote. Des efforts considérables doivent être alors apportés, tels que la mise en place de commutateurs et câbles supplémentaires – pour n'obtenir finalement qu'un résultat moyen.

Sondes de puissance de Rohde & Schwarz : toujours calibrées

Les sondes de puissance de la série R&S®NRP-Zxx correspondent idéalement à cette application. Elles convainquent par un montage de mesure simple, des résultats de mesure précis, y compris en l'absence de source de référence. Leur concept de base permet de réduire considérablement les coûts d'acquisition et de maintenance : autonomes et commandables à distance, elles disposent de toutes les fonctionnalités propres aux sondes de mesure de puissance. Lors du calibrage en fabrication, elles sont caractérisées de telle façon qu'elles peuvent réaliser des mesures très précises sur la totalité des plages de température, de niveau et de fréquence. Elles ne nécessitent pas d'être raccordées à une source de référence.

Plus de quatre ans d'expérience sur le terrain ont confirmé pleinement le concept : la stabilité à long terme remarquable rend les recalibrages superflus. Il pourrait toutefois être objecté que l'absence de source de référence empêche la détection d'éventuelles sondes défectueuses. Les niveaux à mesurer sont toutefois si faibles dans la présente application que l'on peut exclure les pannes dues aux surcharges. D'autres défaillances sont très rares car le MTBF s'élève à plus de 300 000 heures (selon CEI 1709, en fonctionnement continu à température ambiante de 50 °C).

L'apothéose : l'interface de commande à distance

Franchir la distance relativement élevée entre le poste de contrôle et de réception et les antennes est une difficulté supplémentaire dans cette application. Les sondes de mesure doivent être commandées sur une distance de plusieurs centaines de mètres. Leur utilisation universelle se démontre à nouveau dans cette application et l'interface numérique USB permet l'accès à de nombreux accessoires économiques. Pour dépasser la limite de cinq mètres spécifique à l'USB, des prolongateurs actifs (Extender) sont disponibles, lesquels fonctionnent soit avec un câble de réseau local peu coûteux, soit avec une liaison fibre optique qui peut fonctionner sur des distances allant jusqu'à 500 m. Afin de télécommander la sonde à partir d'un PC situé dans le poste de contrôle et de réception, un produit à base de fibre optique de la société Icron® Technologies Corporation [*] a été utilisé pour la présente application. Eutelsat utilise le logiciel Power Viewer, application gratuite, fourni avec le R&S®NRP.

Thomas Reichel; Dr. Markus Funk; David Tunkelrott

Autres informations et fiche technique sous www.rohde-schwarz.com (mot-clé NRP)

BIBLIOGRAPHIE

[*] USB extender, USB Ranger Serie, Icron® Technologies Corporation, http://www.icron.com/company/contact.php.

Extension et modernisation du réseau d'émetteurs TV en Roumanie

L'opérateur de réseau roumain SNR (Societatea Nationala de Radiocomunicatii S.A.) a confié à Rohde & Schwarz en janvier 2005 l'extension du réseau d'émetteurs TV roumain. La commande incluait des émetteurs analogiques de toutes gammes de puissance, aussi bien pour de nouvelles installations que pour le remplacement des émetteurs existants. Ces travaux d'extension du réseau de diffusion TV publique à couverture nationale en Roumanie sont maintenant achevés.

Toutes les Photos: Rohde & Schwarz

Fig. 1 Un des nombreux centres émetteurs modernisés : la station Rarău dans les Carpates du Nord.

Rohde & Schwarz obtient la commande des équipements de transmission

L'extension et le renouvellement complet du réseau d'émetteurs existant garantissent une meilleure desserte des chaînes TV publiques (TV1, TV2 et TV régional) pour la population roumaine. Rohde & Schwarz a obtenu de l'opérateur de réseau SNR la commande pour la fourniture et l'installation d'environ 60 % des émetteurs nécessaires à cette opération.

La commande comprenait plus de 200 émetteurs avec les systèmes d'antenne correspondants. Pour le réseau principal, 27 d'entre eux – qui ont été montés dans des centres émetteurs existants – sont des émetteurs à forte puissance refroidis par liquide, de la famille R&S®NH 7000. Les mâts et les antennes nécessaires ont été rénovés ou remplacés.

Les autres émetteurs sont surtout des émetteurs à faible puissance pour l'approvisionnement des vallées situées en zone d'ombre dans les régions montagneuses de Roumanie. La plupart d'entre eux ont été aménagés dans des Shelters. De nouveaux mâts d'antennes ont dû également être installés ainsi qu'un système d'acheminement des programmes via satellites.

Dans le cadre de cette extension, des émetteurs DVB-T à forte puissance avec les stations de tête correspondantes ainsi que des encodeurs et multiplexeurs ont été mis en service à Bucarest et dans le Sibiu afin d'acquérir l'expérience nécessaire à la transformation ultérieure de la totalité du réseau analogique. Les émetteurs analogiques à forte puissance livrés peuvent être à tout moment aisément modifiés et ce, à moindre coût, pour pouvoir fonctionner en numérique (DVB-T).

La surveillance et le service du réseau analogique et du projet pilote DVB ont été prévus. La surveillance et la commande à distance ont été réalisées de façon à permettre un fonctionnement autonome des stations. Rohde & Schwarz a livré sur 4 régions un jeu d'instruments de mesure pour chacune.

Fig. 2 Le système d'antenne du centre situé sur le Iaşi dans le nord-est de la Roumanie.

Fig. 3 Centre émetteur sur le Iaşi.

Un émetteur mobile de secours – installé dans un véhicule tout terrain – a été également fourni au client. Ce système d'émission est rapidement disponible, quelque soit le site.

En émission : des Carpates jusqu'à la Mer noire

Le déroulement de l'ensemble du projet fut loin d'être simple, notamment en raison de sa complexité et de son ampleur ; mais la parfaite planification que l'opérateur de réseau SNR avait mise en œuvre avec Rohde & Schwarz a démontré son efficacité. SNR a géré en outre la tâche considérable d'établir un plan de fréquence précis pour des centaines d'émetteurs à faible puissance et/ou de leurs transposeurs.

En juin 2005, tous les obstacles ont pu être levés et Rohde & Schwarz effectuait alors la première livraison au client. Au total, plus de 50 camions ont transporté le matériel pour les installations de transmission et les systèmes d'antenne jusqu'aux emplacements correspondants en Roumanie. Quelques-unes de ces stations se trouvent à des hauteurs de 1500 à 2500 m, d'où un transport difficile et une pression supplémentaire sur le planning (fig. 1 à 3).

Les travaux de montage, la mise en service ainsi que divers travaux de coordination ont été effectués sur le terrain. L'acheminement du signal, l'extension des systèmes d'antenne ainsi que la vérification des mâts d'antenne concernant notamment leur charge admissible faisaient également partie des tâches à effectuer. Le projet fut entre-temps achevé : des émetteurs de Rohde & Schwarz veillent aujourd'hui à la parfaite diffusion des programmes, des Carpates jusqu'à la mer noire.

Friedrich Rottensteiner

Efficace et ciblée : La surveillance des signaux de télévision numérique

L'assurance de la qualité et de la disponibilité du signal dans les réseaux TV numérique est indispensable comme cela est déjà le cas pour la télévision analogique. Une méthode importante pour l'assurance qualité réside dans la surveillance des signaux, tâche de plus en plus exigeante notamment en raison de la diversité des programmes et des services de données supplémentaires en croissance constante. Ce premier chapitre d'un article en deux parties illustre la façon de déterminer les points de surveillance et les mesures respectives à mettre en œuvre dans le réseau.

Quel est le meilleur concept ?

La recherche du meilleur concept pour la surveillance des réseaux TV numérique dépend de différents critères et doit être mise en œuvre individuellement pour chaque application. Pour obtenir la meilleure solution, les aspects suivants doivent être analysés :

- **Raison de la surveillance** – et quels objectifs y sont liés ?
- **Structure du réseau** – sur quels points particuliers doit-on surveiller dans le réseau ?
- **Les signaux à surveiller et leurs qualités** – quelles sont les mesures à réaliser ?

Pourquoi surveiller – et quels en sont les objectifs ?

Les producteurs de programmes et les opérateurs de réseau ont déjà, de par leurs obligations envers les parties contractantes, le plus grand intérêt à produire des signaux TV numérique de la plus haute qualité et à les distribuer et les diffuser correctement dans les réseaux. Des institutions de surveillance ont toutefois la responsabilité d'autres tâches. Elles surveillent notamment le respect des spécifications essentielles, à savoir par exemple si une zone d'émission est couverte en qualité suffisante ou si un bouquet de programmes est diffusé correctement.

Les objectifs d'une surveillance peuvent être multiples :

- **Éviter des perturbations graves** par une intervention précoce en cas de variations mineures détectées sur les signaux ou dans le système.
- **Réparer immédiatement et efficacement les pannes** par la détection et la localisation rapides des pertes ou erreurs de signal et de leurs causes.
- **Documenter les caractéristiques du signal et la disponibilité du système** pour l'analyse ultérieure ou à titre de justificatif pour les parties contractantes.
- **Améliorer la qualité de service** par la localisation et la réparation des erreurs sporadiques.

Quels points doit-on surveiller dans le réseau ?

Structure complexe : réseaux de distribution pour signaux de télévision numérique

Les réseaux pour la distribution des signaux de télévision numérique ont souvent une structure complexe et à plusieurs couches, notamment en raison des différentes sections de réseau ou d'acheminement, lesquelles sont en outre fréquemment opérées par diverses organisations. Il existe dans ce cas des jonctions pour la remise du signal et le transfert de la responsabilité.

Pour la transmission physique des signaux, différents procédés sont généralement utilisés : des stations de tête de réseaux câblés peuvent être approvisionnées via satellites ou fibre de verre (IP ou ATM), des émetteurs terrestres peuvent être reliés par faisceaux hertziens ou récepteur de retransmission et des MFN terrestres peuvent comprendre également des sections SFN locales. Il existe ainsi maintes raisons pour examiner de façon plus détaillée la structure de ces réseaux.

Caractérisation des réseaux selon le contenu des signaux distribués

La caractérisation fondamentale des réseaux dépend du fait de savoir si les usagers reçoivent le même signal (c'est-à-dire le même contenu) ou non. Si tous reçoivent le même signal, celui-ci est alors généralement combiné en un seul endroit puis distribué dans le réseau. Si les contenus ne sont pas identiques, soit les différents signaux sont distribués en simultané soit un seul signal – modifié toutefois à certains points – est distribué dans le réseau pour un nombre limité d'usagers. La figure 1 illustre un exemple[1)] typique simple : six émetteurs diffusent chacun quatre programmes sur deux canaux. Six programmes sont identiques pour tous les émetteurs, cinq n'ont qu'un intérêt local et sont approvisionnés individuellement dans chaque région.

Caractérisation des réseaux selon les sections

Des réseaux à signaux identiques pour tous les usagers sont sous-divisés en sections de type différent :

Les **sections de réseau du type 1** servent à concentrer tous les programmes à transmettre aux usagers. Ces programmes proviennent des producteurs les plus divers, aussi bien nationaux qu'internationaux. De nombreux procédés peuvent être utilisés pour leur transmission, lesquels peuvent en outre varier selon la section, des procédés analogiques n'étant pas exclus. Dans ce cas, le programme reçu doit être numérisé et comprimé sur place. Si les programmes proviennent d'un studio local ou par exemple, d'un serveur local, la section de réseau peut être alors très courte, voire se limiter à un traitement de signal local.

Par des **sections de réseau du type 2 (Contribution)**, le signal est transmis aux sections du réseau de type 3 chargé d'approvisionner l'usager final.

Les **sections de réseau du type 3 (Distribution)** sont destinées à l'approvisionnement direct des usagers ; il peut notamment s'agir de réseaux câblés, satellites ou d'émetteurs. Dans les réseaux terrestres spéciaux du type 3, le signal reçu sur une section de réseau peut être distribué quasi-simultanément dans les sections de réseau supplémentaires du type 3. On qualifie ce principe de « réception de retransmission », lequel est notamment utilisé si la section de réseau supplémentaire du type 3 est d'accès difficile pour une section de réseau du type 2.

Les réseaux, dans lesquels chaque participant ne reçoit pas le même signal, peuvent également être sous-divisés selon ce schéma. Dans ce cas toutefois des sections de réseau du type 1 peuvent approvisionner directement des sections du type 3 après traitement du signal correspondant.

La figure 2 explique les différents types de sections de réseau. Le réseau DVB-T déjà illustré en figure 1 approvisionne les usagers en signaux de télévision et correspond ainsi à la section de réseau du type 3 (Distribution, en bleu). Les différents émetteurs sont approvisionnés via un réseau ATM sous forme d'anneau (jaune) qui correspond à une section de réseau du type 2 (Contribution). En pratique, cette section est fréquemment réalisée de manière redondante afin de pouvoir garantir une plus grande sécurité d'approvisionnement des émetteurs.

Le signal à distribuer est produit à un lieu situé entre les émetteurs A et C, sur lequel plusieurs programmes sont reçus via différentes voies. Les réseaux utilisés pour cela correspondent à une section de réseau du type 1 (blanc). Les réseaux d'approvisionnement des programmes locaux pour les émetteurs C, D, E et F correspondent également à la section de réseau du type 1.[2)]

Points de surveillance typiques dans le réseau

Un point important pour la surveillance est l'interface usager ; on examine ici si le signal est exempt d'erreurs. La surveillance des caractéristiques de modulation des émetteurs doit avoir lieu directement au niveau de l'émetteur pour éviter que le résultat de mesure ne soit faussé par des influences environnementales. La surveillance des caractéristiques SFN doit être réalisée à un endroit à partir duquel tous les émetteurs participant au SFN peuvent être reçus correctement. Si des trains de transport sont assemblés ou modifiés, on doit également surveiller directement sur place le train de transport nouvellement généré. Si les différentes sections de réseau se situent dans des zones à responsabilité partagée ou si l'on souhaite déterminer rapidement la source d'erreurs en cas

Principaux acronymes

ATM	Asynchronous Transfer Mode
BER	Bit Error Ratio
CRC	Cyclic Redundancy Check
DTS	Decoding Time Stamp
DVB-T/S/C	Digital Video Broadcasting – Terrestrial/Satellite/Cable
IP	Internet Protocol
MER	Modulation Error Ratio
MFN	Multi-Frequency Network
PCR	Program Clock Reference
PTS	Presentation Time Stamp
SFN	Single Frequency Network
PER	(MPEG TS) Packet Error Ratio

1) Le SFN dans cet exemple (utilisé également comme modèle pour les figures 2 et 3) n'est pertinent que dans la mesure où tous les émetteurs contribuant au SFN transmettent le même train de transport.

2) Aux emplacements des émetteurs D, E et F, le traitement local des signaux des programmes approvisionnés localement n'est pas indiqué dans le schéma.

d'incident, la surveillance aux points de transmission entre deux sections s'impose également. La surveillance des différents programmes intervient généralement directement sur le lieu de la production ou de codage du programme. La figure 3 en illustre un exemple avec des points de surveillance typiques pour les différentes sections du réseau.

Quelles mesures doivent être réalisées ?

La réponse à cette question est liée à l'objectif de la surveillance et de la fonction du système surveillé. Si le train de transport est à distribuer sans modifications, par exemple via un réseau d'émetteur terrestre, la surveillance se focalise alors sur les caractéristiques RF. En revanche, si le train de transport est modifié par l'opérateur de réseau, il serait judicieux que l'opérateur surveille également ses caractéristiques.

Pour des producteurs de programmes en revanche, la priorité est l'exactitude du signal à diffuser ainsi que la qualité des signaux audio et vidéo des différents programmes. Par conséquent, l'examen de la qualité des programmes et de l'assemblage correct du flux de transport se situe au premier plan.

Dérivé des mesures à partir de la chaîne de traitement des signaux

La figure 4 illustre sous forme simplifiée la chaîne de traitement des signaux de télévision numérique en partant d'un signal déjà numérisé mais non compressé pour chaque programme. Les programmes peuvent provenir par exemple d'une caméra, d'un serveur ou d'un décodeur. Les encodeurs réduisent le débit de données des signaux pour la transmission. Le multiplexeur assemble les différents signaux comprimés et les complète avec les données supplémentaires nécessaires au récepteur pour l'interprétation correcte des programmes.

Programmes	Emetteur A	B	C	D	E	F
Canal d'informations	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Canal film 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Canal film 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sport	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Téléachat	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dessin animé	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Progr. local SFN 1	✓	✓	✓			
Progr. local SFN 2	✓	✓	✓			
Programme local D				✓		✓
Programme local E					✓	
Programme local F				✓	✓	✓

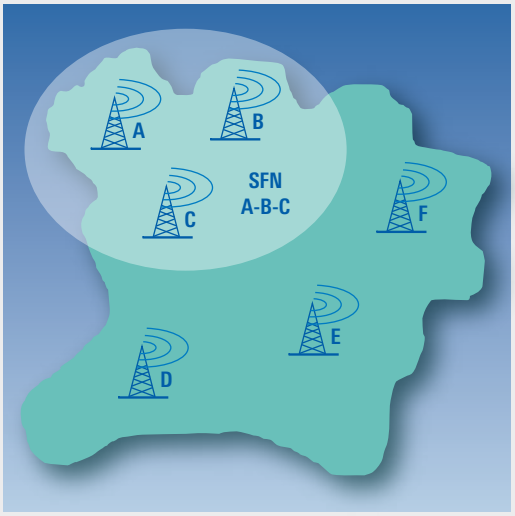


Fig. 1 Exemple d'un réseau DVB-T avec des programmes locaux différents.

Fig. 2 Exemple de types de sections de réseaux différents.

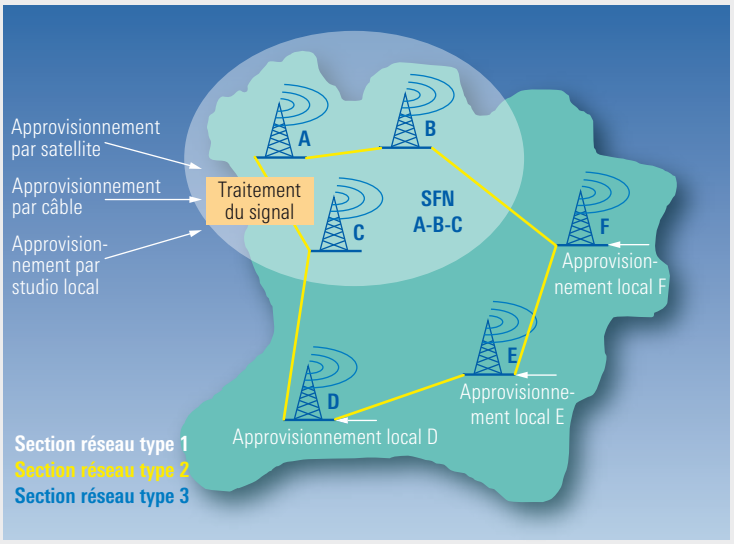
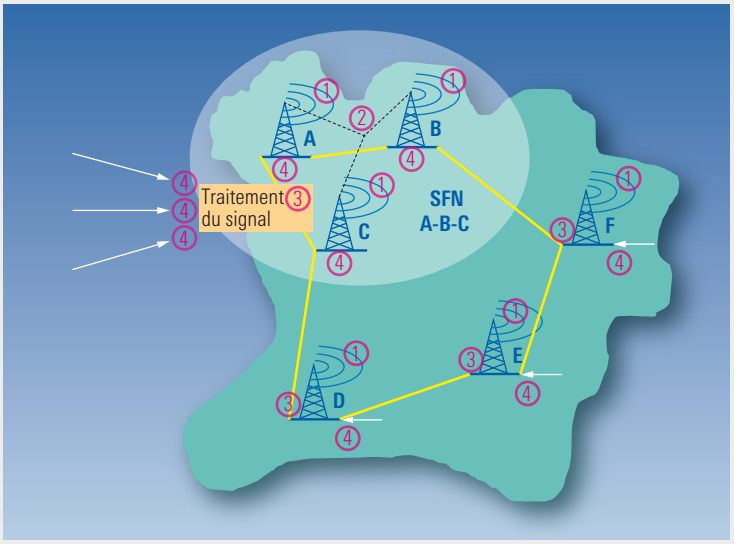


Fig. 3 Exemple de points de surveillance typiques :
① Emission DVB-T locale
② Caractéristiques du SFN
③ Signal traité
④ Signal reçu (des sections de réseau du type 2 ou 3).



En plus des signaux vidéo et audio, toutes les autres données, telles que télétexte et sous-titres ou informations de programme pour une revue de programmes TV électronique, sont également insérées à ce niveau. Le signal – flux de transport – à transmettre est disponible à la sortie du multiplexeur. Il est préparé en fonction du procédé de transmission (Channel Coder), modulé et transmis ensuite (par exemple en terrestre, par Uplink satellite ou par câbles).

Partant de la description de la chaîne de traitement des signaux, les points de mesure ainsi que les mesures correspondantes peuvent être indiqués :

Couches de programme / données – entre encodeur et multiplexeur (❶)

- Mauvaise qualité d'image / sonore ou structures de données erronées des services de données
- Codage défectueux au niveau syntaxique
- Références de temps erronées (par exemple PCR, STP et DTS)
- Taux de données inutilement élevé

Couche flux de transport – entre multiplexeur et Channel Coder (❷)

- Contenus erronés ou manquants (par exemple programmes ou leurs composants tels que signaux audio)
- Débit trop élevé ou trop faible
- Références erronées
- Erreurs de syntaxe
- Transmission trop rare ou trop fréquente de données supplémentaires importantes (tableaux) à répéter périodiquement
- Transposition erronée des références de temps des différents programmes

Couche signal RF – signal transmis (❸)

- Absence d'un canal
- Niveau ou qualité de signal trop faible ou taux d'erreur binaire trop élevé
- Synchronisation perturbée des émetteurs dans des SFN

Recommandations des « Measurement Guidelines »

Un « guide » pour les mesures sur systèmes DVB-S a été publié sous forme de Technical Report (TR) ayant pour titre ETSI TR101 290 « Digital Video Broadcasting (DVB) ; Measurement guidelines for DVB systems » ; il est actuellement disponible dans la version 1.2.1 (2001-05).

Le document décrit comment réaliser des mesures sur des systèmes DVB concernant les mesures RF et celles à effectuer sur le train de transport. Des propositions de mesure portant spécialement sur la surveillance du train de transport sont inclues. Ces mesures sont sous-divisées et priorisées en trois groupes. Toutes les mesures se réfèrent à la syntaxe et à la construction logique (références dans les tableaux) du train de transport ainsi qu'aux caractéristiques des références de temps (PCR et Buffer) et à l'intégrité (CRC). Elles peuvent être réalisées sans nécessité de connaître le train de transport individuel à mesurer.

Les mesures, en pratique

En pratique, la priorité est donnée aux mesures des caractéristiques RF et du train de transport. Dans certains cas, une surveillance automatisée de la qualité audio et vidéo des différents programmes, et si possible des structures correctes des services de données, est également effectuée.

Surveillance des caractéristiques RF

Il suffit de quelques mesures RF pour détecter les erreurs de la couche RF indiquées dans la section « Dérivé des mesures à partir de la chaîne de traitement des signaux ». Elles font partie des mesures fondamentales dans le cadre de la pratique de surveillance :

- **RF Sync** existe-t-il effectivement un signal synchronisable ?
- **Level** le niveau du signal est-il suffisant ?
- **MER** la qualité de modulation est-elle suffisante ?
- **BER** le nombre des bits reçus sans erreurs est-il suffisant (avant l'application de protection contre les erreurs) ?
- **PER** quelle est la part des paquets de train de transport erronée (après l'application de la protection contre les erreurs) ?

Lors de la transmission DVB-T dans les SFN, l'état de synchronisation des émetteurs est également à surveiller par la vérification des dérives de la fréquence, du niveau et de la référence temporelle de tous les émetteurs constituant le SFN. Ainsi par exemple, un émetteur individuel ne diffusant plus en synchrone peut être immédiatement détecté et mis hors circuit. Cela permet d'éviter une panne totale du réseau et seuls les usagers concernés par l'émetteur défectueux en sont affectés.

La figure 5 illustre à l'aide de l'exemple d'un SFN à quatre émetteurs comment le récepteur de surveillance R&S®ETX-T affiche les résultats de mesure. Le diagramme supérieur contient les amplitudes des différents signaux représentés en fonction du temps, les uns par rapport aux autres. Dans le diagramme inférieur sont représentées les dérives en fréquence. Les rectangles en couleur marquent les tolérances définies ; grâce à ce codage en couleurs, un dépassement des tolérances est rapidement détecté.

On examine en outre fréquemment si les paramètres de modulation du signal reçu sont corrects, c'est-à-dire s'ils se trouvent à l'intérieur des limites de tolérance enregistrées dans l'appareil. Un diagramme de constellation est utilisé pour la représentation graphique de la modulation et de la qualité du signal. La figure 6 montre un exemple de représentation des résultats d'une mesure RF.

La détection précoce de petites variations du signal d'un émetteur est très importante pour la surveillance RF. Il est possible de prévenir des modifications plus importantes ou même une panne d'émetteur en intervenant suffisamment tôt. Pour permettre de détecter la moindre modification des signaux, une dynamique élevée des mesures du MER est requise.

Surveillance du train de transport

La mise en œuvre des mesures spécifiées dans les « Measurement Guidelines » des priorités 1, 2 et 3 permet une évaluation satisfaisante de la syntaxe et de l'assemblage du train de transport. Dans la plupart des cas, d'autres mesures sont toutefois encore nécessaires. Pour les SFN, on vérifie notamment le Mega-frame Initialization Packet (MIP) : un paquet de train de transport nécessaire à la synchronisation des émetteurs qui constituent le réseau. Un « MIP-Inserter » l'introduit dans les trains de transport transmis à tous les émetteurs. Pour l'analyse du MIP, des mesures étendues sont spécifiées dans les Measurement Guidelines.

D'autres mesures apportent des réponses aux questions suivantes :

- Tous les programmes existent-ils ?
- Les programmes contiennent-ils tous les éléments souhaités ?
- Un programme demande-t-il trop de bande passante ?
- Toutes les désignations de programme sont-elles correctes ?
- Les programmes payants sont-ils vraiment cryptés ?

Pour réaliser la supervision de l'ensemble des paramètres, l'appareil de surveillance doit avoir connaissance des valeurs prescrites afin de pouvoir les comparer aux valeurs mesurées. La figure 7 illustre comment cette fonction est réalisée dans le Système de monitoring MPEG2 R&S®DVM. La fenêtre de configuration (grande) pour la géné-

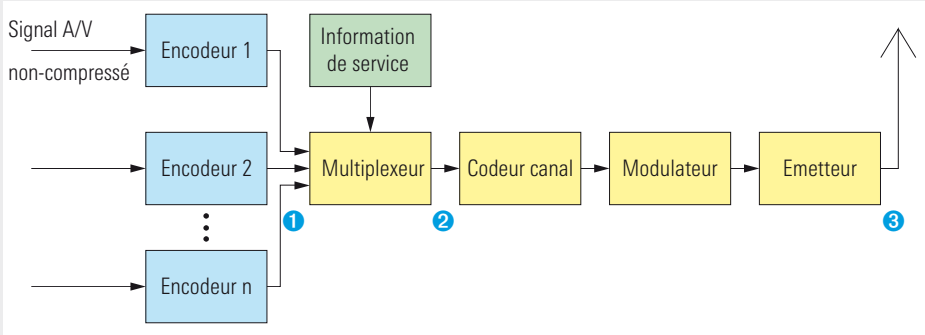


Fig. 4 Chaîne de traitement des signaux en télévision numérique (simplifiée). Les types ❶ à ❸ indiquent les points de mesure appropriés.

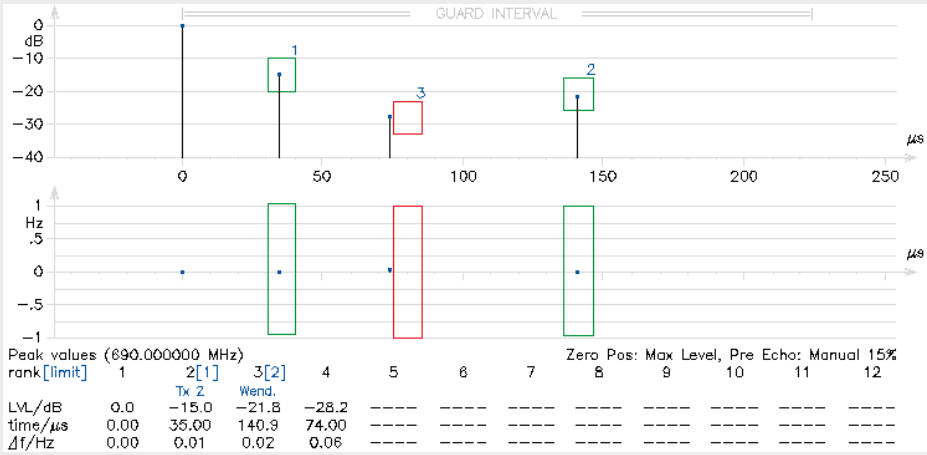


Fig. 5 Représentation des résultats des mesures importantes dans un SFN avec le récepteur de surveillance R&S®ETX-T.

Fig. 6 Représentation des résultats de mesures RF avec le Système de monitoring MPEG-2 R&S®DVM.

ration automatique des gabarits (Template) montre la variété des caractéristiques configurables. La fenêtre des résultats de mesure (petite) présente le gabarit sous forme structurée avec les dépassements du signal mesuré indiqués en couleur.

Surveillance des programmes et services

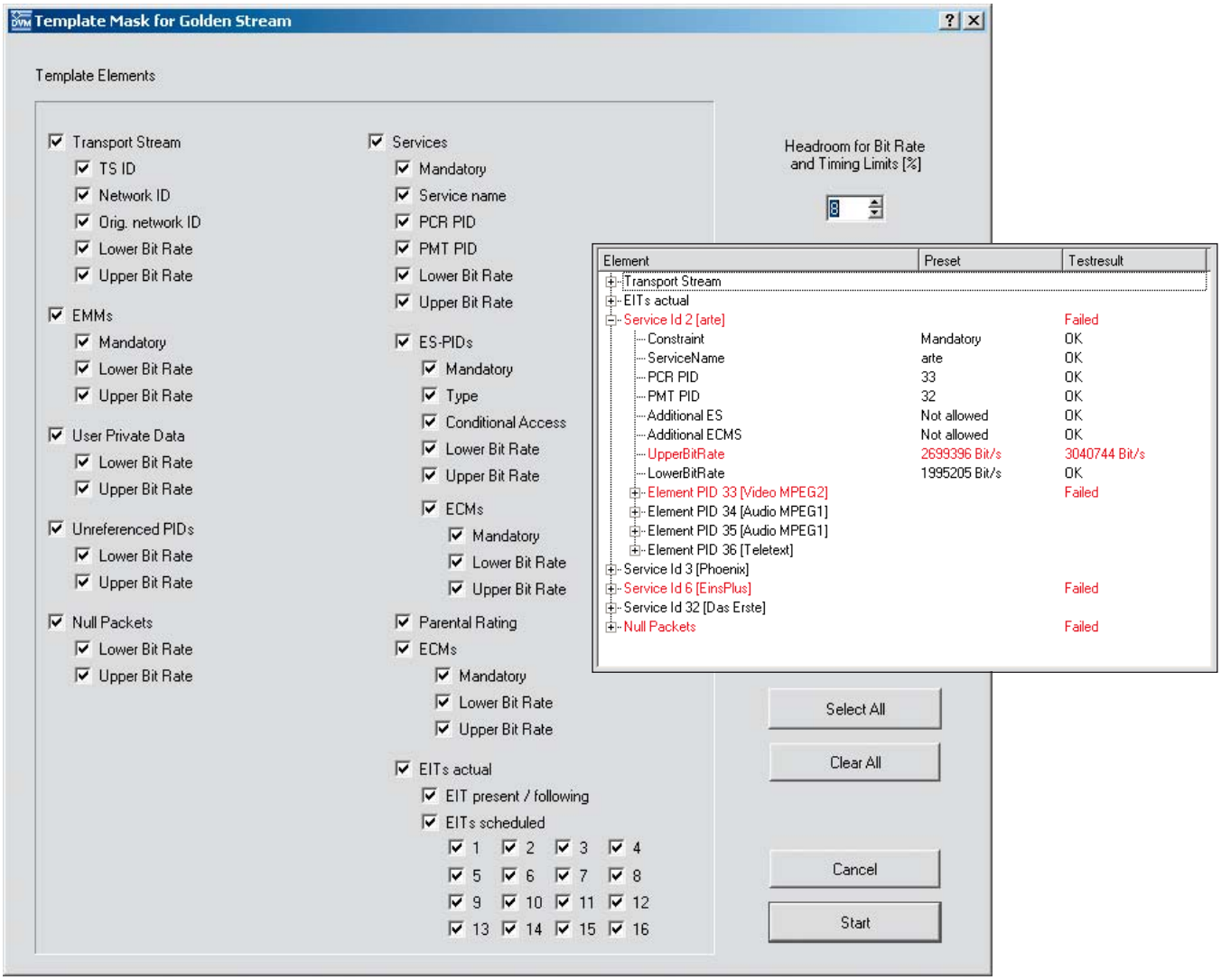
Lors de la surveillance de la qualité des signaux audio et vidéo, les appareils de mesure correspondants indiquent un arrêt ou la perte d'image et / ou un silence ou la perte de son. Des appareils haut de gamme spécialisés calculent en outre une valeur de qualité pour le signal vidéo.

Pour l'examen de la composition des services de données tels que télétexte, sous-titres ou applications MHP, des appareils et / ou des fonctions d'analyse sont utilisés. Des appareils de surveillance capables d'examiner en temps réel tous les services de données d'un train de transport n'existent pas sur le marché. Pour fournir malgré tout un rapport sur le transfert effectif des données pour chacun des divers services, le taux de données des différents trains élémentaires peut être surveillé. Cette forme simplifiée de la surveillance peut être également utilisée pour les trains élémentaires audio et vidéo, en cas de budget limité pour la surveillance de la qualité audio et vidéo.

La partie 2 publiée dans un prochain numéro met l'accent sur les exigences auxquelles les appareils de mesure modernes doivent répondre pour une surveillance effective.

Thomas Tobergte

Fig. 7 Surveillance avec le Système de monitoring MPEG-2 R&S®DVM : fenêtres de configuration pour la génération automatique des gabarits (grande) et l'affichage structuré des résultats de mesure (petit).



Colloque international pour des opérateurs de réseau – un précieux échange d'expériences.

△

Colloque international des opérateurs de réseau

Soixante dix clients environ et le personnel Rohde & Schwarz en charge de leur suivi commercial sont venus de toute l'Europe pour assister à un colloque international des opérateurs de réseau organisé au siège de Rohde & Schwarz à Munich dans son Centre de technologie.

L'objectif de cet évènement qui s'est tenu fin novembre 2006 était d'améliorer le suivi commercial global des acteurs internationaux afin de mieux cerner leurs besoins en amont et d'approfondir le suivi local via les succursales régionales de Rohde & Schwarz.

Outre les workshops mesures de couverture radio mobile, tests sur mobiles et solutions pour l'opération et la maintenance, des présentations clients sur le projet pilote DVB-H en Allemagne ont été effectuées. Christian Müller, chargé d'affaires « opérateurs de réseau » chez ROHDE & SCHWARZ Europe GmbH, souligne : « Les clients apprécient la proximité et la disponibilité de Rohde & Schwarz pour trouver ensemble les solutions les mieux adaptées ».

Le Dr Lothar Rohde honoré par la TU de Munich

Sur proposition de la faculté pour l'électrotechnique et l'ingénierie de l'information, l'université technique de Munich (TUM) dédie un amphithéâtre à la mémoire du Dr. Lothar Rohde.

La TUM honore ainsi un pionnier de la technologie haute fréquence dont le 100ème anniversaire de naissance a eu lieu en 2006. Le doyen Prof. Dr Jorg Eberspächer souligne que cet hommage exprime en outre la reconnaissance d'une longue et fructueuse coopération entre l'économie et la recherche. Une bourse pour étudiants particulièrement brillants attribuée par la « Fondation Lothar et Sigrid Rohde » en fait désormais également partie.

Des relations étroites lient le groupe d'électronique et l'université technique depuis plusieurs décennies. Outre les multiples projets communs de développement et de recherche, de nombreux stagiaires ingénieurs et doctorants ont pu, grâce à Rohde & Schwarz, accéder à la vie professionnelle.

Deuxième distinction pour expert CEM de Rohde & Schwarz

Lors de l'assemblée générale du IEEE German EMC Chapter de décembre 2006, Manfred Stecher a reçu le IEEE Certificate of Acknowledgement.

Manfred Stecher

Cette récompense a été attribuée à l'expert de Rohde & Schwarz pour le développement et la normalisation des méthodes de mesure d'émission. Il s'agit de la deuxième distinction pour Manfred Stecher qui représente Rohde & Schwarz dans différents comités et instances de méthodes de mesure de perturbations. En effet, l'épingle DKE lui a déjà été remise en 2005 pour ses travaux de normalisation en matière de protection de réception radio et de radiodiffusion, de déparasitage radio, de mesure de perturbations radioélectriques, et plus particulièrement pour son engagement international dans les travaux menés au sein du CISPR.

Le IEEE German EMC Chapter est un forum actif pour les activités techniques et scientifiques dans le domaine de la compatibilité électromagnétique.

La DKE (Commission allemande de l'électrotechnique, électronique et ingénierie de l'information) au niveau DIN et VDE est l'organisme compétent en Allemagne pour l'élaboration des normes et des dispositions relatives à la sécurité dans le secteur de l'électrotechnique, de l'électronique et de l'ingénierie de l'information.

L'employeur le plus populaire : Rohde & Schwarz préféré par de jeunes ingénieurs

Les jeunes ingénieurs sont très recherchés par les entreprises allemandes. Rohde & Schwarz, qui compte plus de 6 900 collaborateurs, est ainsi heureux d'apprendre que son groupe bénéficie des meilleurs classements lors des enquêtes réalisées auprès de jeunes ingénieurs.

Pour les personnes interrogées, Rohde & Schwarz est surtout synonyme de travail attractif, de gamme de produits intéressante, de force d'innovation, d'engagement international ainsi que de succès commercial. Ce groupe d'électronique a été classé No 2 en 2006 sur le baromètre des diplômés réalisé par l'institut de marketing RH *trendence* ainsi que dans l'étude *accès* réalisée auprès des ingénieurs de télécommunication. Chez les électrotechniciens, l'entreprise – placée 10ème et 7ème – se trouve également en bonne position.

Manfred Fleischmann, CEO (à droite), ouvre symboliquement avec Joseph Soo (DG de Rohde & Schwarz Malaisie) la porte à de futurs succès.

Nouveau siège social pour Rohde & Schwarz Canada …

Le nouveau siège de ROHDE & SCHWARZ Canada Inc. à Ottawa offre de vastes espaces pour la vente, le service et le support. L'entreprise est déjà établie au Canada depuis 1970.

… et une grande célébration à Penang

Un nouveau bureau Rohde & Schwarz a été inauguré à Penang en Malaisie en présence des collaborateurs et clients. Manfred Fleischmann, CEO de Rohde & Schwarz, qui s'est également déplacé, ouvre symboliquement avec Joseph Soo (DG de Rohde & Schwarz Malaisie) la porte à de futurs succès.

L'analyseur de source de signal R&S®FSUP élu « Best in test » 2007 ; « Honorable Mention » pour le R&S®ESU

Rohde & Schwarz a obtenu pour la troisième fois un grand succès au Test & Measurement World Award.

Les rédacteurs de la revue spécialisée américaine ont nominé le nouvel analyseur de source de signal R&S®FSUP « Best in test » 2007. La combinaison unique au monde d'un analyseur de spectre et d'un banc de mesure de bruit de phase jusqu'à 50 GHz a été élue meilleur produit dans la catégorie « RF/Microwave test ».

Le récepteur de mesure CEM R&S®ESU a obtenu la distinction « Honorable Mention ». Il a convaincu le Test & Measurement World par sa vitesse de mesure encore jamais atteinte et son extrême précision de mesure. L'expérience et le savoir-faire de Rohde & Schwarz dans le domaine de la CEM ont ainsi été mis à l'honneur.

Vente en ligne d'appareils de démonstration

L'offre Internet des appareils de démonstration Rohde & Schwarz a été étendue à la région Asia-Pacific. Les intéressés peuvent ainsi acquérir à des tarifs attractifs des appareils de démonstration avec une garantie de 12 mois. Un clic suffit pour transférer le client à la succursale correspondante qui lui transmettra l'offre.

Aucune chance pour les espions

ROHDE & SCHWARZ SIT GmbH développe depuis 15 ans des solutions de haute sécurité modernes pour la technologie de communication et de l'information.

Pour fêter cet anniversaire, le leader en cryptologie allemand a organisé un colloque de sécurité à Berlin-Adlershof. Les spécialistes de la science, de l'industrie, des autorités et de l'armée de la République fédérale ont discuté avec environ 100 invités sur les exigences de sécurité d'avenir : de la communication mobile à la sécurité d'entreprise, suivi d'un exposé du Dr. Udo Helmbrecht, Président de la BSI (Office fédéral pour la sécurité informatique), sur la protection des infrastructures IT critiques en Allemagne.

ROHDE & SCHWARZ SIT GmbH livre le 2000ème ELCRODAT 4-2

Des organisations internationales misent de plus en plus sur les solutions de cryptage de Rohde & Schwarz

Après le succès de son système d'encryptage RNIS ELCRODAT 6-2 à l'OTAN et à l'UE, la filiale Rohde & Schwarz renchérit avec l'appareil de chiffrement durci pour satisfaire aux normes militaires ELCRODAT 4-2 : le gérant Henning Krieghoff a remis symboliquement le 2 février à l'armée de la République fédérale le 2000ème appareil dans l'usine de Rohde & Schwarz Memmingen.

ROHDE & SCHWARZ SIT GmbH a développé le ELCRODAT 4-2 sous contrat de l'Office fédéral allemand de gestion de l'information et des technologies de l'information de la Bundeswehr (IT-AmtBw). L'office fédéral allemand pour la sécurité de l'information (BSI) y a apporté son assistance en tant que conseiller et chargé des aspects liés à la sécurité.

Le gérant Henning Krieghoff remet le 2000ème appareil de cryptage ELCRODAT 4-2 au lieutenant-colonel Gerd Weiß du BmVg (Ministère fédéral de la défense).

Rohde & Schwarz assure la couverture TV au Vietnam

Rohde & Schwarz a reçu une commande portant sur la couverture de télévision terrestre analogique au Vietnam.

Le client est l'opérateur de télévision VTV national (Télévision de Vietnam) qui diffuse plusieurs programmes TV nationaux tels que VTV1, VTV2 et VTV3. La commande comprend la livraison de 19 émetteurs de forte puissance du type R&S®NH 7000 C. Les émetteurs peuvent être aisément modifiés pour fonctionner en numérique. Dans le cadre de cet appel d'offres, Rohde & Schwarz a obtenu la commande face à une concurrence internationale.

Fourniture d'un réseau TETRA pour le Qatar

Les 15èmes Asian Games ont eu lieu à Doha, capitale du Qatar, en décembre 2006. Pour la communication des organisateurs et forces de sécurité pendant les jeux, R&S BICK Mobilfunk GmbH a livré un réseau national *ACCESSNET*®-T-TETRA à la société QTEL (Qatar Telecom), opérateur exclusif des télécommunications nationales au Qatar.

Plus de 10 000 usagers ont sélectionné le réseau pour des services de données et de voix pendant les Asian Games. Avant cette manifestation, QTEL a déjà mis à disposition avec succès ces services de réseau sur une base commerciale. Les utilisateurs du réseau sont les organisations administratives et forces de sécurité d'état, organisations et installations de l'industrie gazière et pétrolière, entreprise de transport, hôtels internationaux et l'aéroport DOHA.

Système de communication Rohde & Schwarz en mission humanitaire aux Philippines

Le typhon Durian a balayé les Philippines au début de décembre 2006, avec des rafales jusqu'à 230 km/h. La région de Bicol a particulièrement été touchée. Dans l'île éloignée de Catanduanes, le système de communication a été entièrement détruit. La zone de catastrophe ne pouvait plus être contactée ni par le réseau fixe ni par le réseau de radiocommunication mobile. Le National Disaster Coordinating Council (NDCC) philippin s'est alors adressé à ROHDE & SCHWARZ (Philippines) Inc. pour la mise à disposition d'un système de communication HF de secours. Rohde & Schwarz a installé bénévolement, dans un délai de trois jours seulement, un circuit de données et de voix HF stable entre la zone de catastrophe et Manille.

Le système HF opéré par le personnel du NDCC a fonctionné 24 heures sur 24 pour assurer la transmission des informations de logistique et de mission. Les réseaux fixes et mobiles réguliers ont été rétablis dans un délai de trois semaines au terme duquel le système HF a pu être démonté.

Le Prof. Dr. Holger Stahl à l'école technologique supérieure de Rosenheim explique les mesures avec l'analyseur de réseau radio R&S®TSMU.

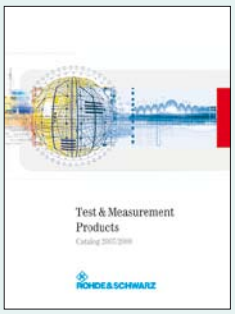
△

UMTS concrétisé – Analyseurs de réseau radio R&S®TSMU dans l'école technologique supérieure de Rosenheim

On peut s'étendre largement en conférence sur le thème UMTS mais les procédés complexes de l'interface radio ne sont généralement approfondis qu'à l'occasion de travaux pratiques. Rohde & Schwarz a fourni un système de mesure de couverture pour la formation des étudiants Master et ingénieur à Rosenheim dans le domaine de l'ingénierie de l'information et électronique.

Ce système contient, outre le logiciel R&S®ROMES, l'analyseur de réseau radio R&S®TSMU. Le Prof. Dr. Holger Stahl, maître de conférences Systèmes de communication à l'école technique supérieure Rosenheim, mène des travaux pratiques UMTS avec ce système.

Le caractère fonctionnel du R&S®TSMU notamment contribue à l'illustration de la technologie. Ainsi peuvent être par exemple mesurés simultanément les paramètres RF de la voie descendante de l'ensemble des stations de base de tous les opérateurs de réseau. Les étudiants comparent et analysent ensuite l'aperçu de l'ensemble des données.



Nouveau catalogue d'équipements de mesure

Le nouveau catalogue « Equipements de Mesure 2007/2008 » est dès à présent disponible en allemand et en anglais chez Rohde & Schwarz.

Des solutions dans les domaines de la radiocommunication mobile, de la CEM, de l'équipement de mesure RF et de laboratoire ainsi que dans le domaine de la radio et télédiffusion sont documentées sur 495 pages. On y trouve des descriptions, des spécifications techniques sous forme abrégée ainsi que des désignations de commande concernant environ 200 produits. Le catalogue informe en outre sur le service, le calibrage et les formations disponibles chez Rohde & Schwarz.

Le catalogue en version CD contient également des fiches techniques et des articles des *Actualités de Rohde & Schwarz*. L'édition imprimée ou la version CD ainsi que l'ensemble des deux peuvent être commandés par e-mail auprès du service support client le plus proche.

Europe: customersupport@rohde-schwarz.com
Asie: customersupport.asia@rohde-schwarz.com
Amerique: customer.support@rsa.rohde-schwarz.com

Actualités de Rohde & Schwarz 192 (2007/I) · PD 5210.5538.73

ROHDE & SCHWARZ

www.rohde-schwarz.com

Europe: customersupport@rohde-schwarz.com · **North America:** customer.support@rsa.rohde-schwarz.com · **Asia:** customersupport.asia@rohde-schwarz.com