

Radiogoniomètre numérique DDF[®]255 d

Les points forts du DDF[®]255 : il est un radiogoniomètre précis qui non seulement fonctionne selon le principe de l'interférométrie par corrélation mais comprend également de vastes fonctions d'analyse et de mesure puissantes. La méthode goniométrique brevetée offre une grande précision de relèvement et une excellente immunité



oté de fonctions d'analyse et de mesure

aux réflexions – grâce aux antennes goniométriques à grande base. Sa compacité et son alimentation en tension continue optionnelle font qu'il excelle également dans les applications mobiles.

Fig. 1 Le radiogoniomètre R&S®DDF255 numérique offre une méthode de relèvement précise brevetée par Rohde&Schwarz avec un rapport performances/prix exceptionnel.



Radiogoniométrie précise ainsi que vastes fonctions d'analyse et de mesure

Le radiogoniomètre numérique R&S®DDF255 (fig. 1) allie les caractéristiques du nouveau récepteur large bande particulièrement performant R&S®ESMD* à celles d'un radiogoniomètre fonctionnant selon le principe de l'interférométrie par corrélation. Il en résulte un radiogoniomètre précis pour le relèvement large bande, doté de vastes fonctions d'analyse et de mesure. Avec un boîtier compact et une alimentation en courant continu optionnelle, il convient en outre particulièrement bien aux applications mobiles. Le R&S®DDF255 est appelé à remplacer les réputés radiogoniomètres R&S®DDF 190/195.

La méthode de relèvement brevetée, qui utilise des antennes radiogoniométriques à grande base avec un nombre d'éléments d'antennes supérieur à la moyenne, assure une précision de relèvement élevée et une excellente immunité aux réflexions ainsi qu'un très bon rapport performances/prix.

Le R&S®DDF255 est basé sur le même concept que la célèbre famille de radiogoniomètres R&S®DDF 190/195. Aussi bien le R&S®DDF 190 que le R&S®DDF 195 étendu par la suite, bénéficient de leur excellent accueil sur le marché et sont utilisés dans le monde par 23 autorités réglementaires.

Grâce aux nombreuses fonctions du récepteur large bande numérique R&S®ESMD, le R&S®DDF255 offre déjà en version de base plus de possibilités qu'un radiogoniomètre normal. Équipé des options correspondantes, il évolue vers une solution de radiosurveillance et de radiolocalisation globale et intégrée. Commandé par un PC ou un ordinateur portable, ce radiogoniomètre compact offre notamment les fonctionnalités suivantes :

- Surveillance ultrarapide du spectre avec des vitesses de balayage de 100 GHz/s dans la gamme de fréquence de 20 MHz à 3,6 GHz (en option de 9 kHz à 26,5 GHz)
- Relèvement large bande avec une bande passante en temps réel de 20 MHz et une résolution de canal au choix
- Représentation et démodulation des signaux avec des bandes passantes très élevées jusqu'à 20 MHz
- Relèvements précis selon recommandations UIT avec représentation cartographique dans la gamme de fréquence de 20 MHz à 3 GHz (en option de 300 kHz à 6 GHz)
- Analyse de signaux avec classification, démodulation et décodage de procédés de transmission importants (en option)
- Mesure de paramètres techniques conformément aux recommandations UIT (en option)

Le R&S®DDF255 est doté d'un panoramique FI permettant l'analyse plus détaillée du spectre et de l'environnement des signaux. La fréquence de réception actuelle forme alors le centre de la représentation spectrale. Le span est réglable entre 1 kHz et 20 MHz et peut être adapté de façon optimale à chaque tâche. Les affichages MINHOLD, MAXHOLD et Average permettent des applications étendues. Le R&S®DDF255 peut être commandé à distance dans toutes ses fonctions par une interface 1 Gigabit LAN au travers de laquelle s'effectue également la sortie des données.

Performance et méthodologie de mesure selon les recommandations UIT

Le R&S®DDF255 répond aux exigences des recommandations UIT pour les radiogoniomètres de surveillance et les récepteurs – et les surpasse même de beaucoup sur de nombreux points. A titre d'exemple, le récepteur du R&S®DDF255 offre une plus grande résistance aux signaux forts (points d'interception plus élevés, bruit de phase inférieur) que le minimum recommandé par l'UIT.

Le radiogoniomètre peut être doté en option de procédures de mesure très complètes telles que :

- Fréquence et écart de fréquence selon ITU-R SM.377
- Niveau de champ selon ITU-R SM.378
- Modulation selon ITU-R SM.328
- Occupation de spectre selon ITU-R SM.182/SM.328 (sur PC de contrôle)
- Bande passante selon ITU-R SM.443
- Détection des transmissions stéréo et mono sur émetteurs FM

Relèvement large bande avec une bande passante en temps réel jusqu'à 20 MHz

Grâce à son traitement de signal rapide, le R&S®DDF255 est capable de relever tous les signaux dans une large plage de fréquence jusqu'à 20 MHz, avec une résolution au choix. Pour chaque signal, dont le niveau dépasse un certain seuil, la valeur de relèvement est simultanément calculée et affichée. Le relèvement large bande offre différentes possibilités d'application et certains avantages, illustrés par les exemples suivants :

- Tous les canaux de fréquence utilisés en radiocommunication aéronautique ou dans la bande de fréquence maritime peuvent être affichés en même temps et relevés.
- Tous les canaux de fréquence de la bande FM peuvent être affichés et relevés en même temps.
- Les signaux à bande passante élevée, comme par exemple les DVB-T et DAB, sont relevés sur demande avec une haute résolution de canal. Le résultat de relèvement

Bibliographie

- * Récepteur de surveillance large bande R&S®ESMD – le spécialiste en radiodétection : universel, rapide et précis. Actualités de Rohde & Schwarz (2008) N° 195, p. 62–67.

représente alors une moyenne (histogramme) d'un grand nombre de valeurs de relèvement individuelles, ce qui permet de compenser une fluctuation des valeurs de relèvement en fonction de la fréquence.

Radiogoniométrie jusqu'à 6 GHz

Ensemble avec la nouvelle option R&S®DDF255-SHF et l'antenne goniométrique R&S®ADD075, le radiogoniomètre fournit des résultats de relèvement précis jusqu'à 6 GHz. Ainsi pour la première fois, des émetteurs peuvent être relevés au-dessus de 3 GHz comme par exemple les émetteurs WLAN ou WiMAX ainsi que les systèmes de faisceaux hertziens et de radar.

Pour pouvoir localiser les émetteurs cités ci-dessus, il fallait jusqu'ici utiliser des antennes directionnelles rotatives et s'accommoder des inconvénients correspondants, notamment en termes de maniabilité et de vitesse de mesure. Avec le R&S®DDF255, la valeur relevée est immédiatement affichée, ce qui simplifie considérablement le relèvement, notamment

en cas d'utilisation en mobile. Comme dans la gamme V/UHF, il atteint également en SHF une haute précision de relèvement ainsi qu'une immunité élevée aux réflexions.

Repérage sûr et rapide grâce à une haute précision de relèvement

Le R&S®DDF255 fonctionne dans la gamme V/UHF selon la méthode de relèvement « interférométrie par corrélation » (voir encadré page 68). Contrairement aux méthodes de comparaison d'amplitudes simples, il offre donc une précision de relèvement considérablement plus élevée, conforme à la classe de précision A – la plus haute des recommandations UIT.

Pour obtenir cette précision de relèvement élevée, la mesure des angles de phase entre l'élément d'antenne de référence et les autres éléments doit être précise. Deux chaînes de réception cohérentes sont normalement nécessaires pour mesurer la différence de phase entre deux signaux. C'est la raison pour laquelle un minimum de deux récepteurs sont utilisés dans la plupart des radiogoniomètres à interférométrie

Fig. 2 L'antenne goniométrique R&S®ADD295 installée sur le toit d'un véhicule tout terrain.



Contexte technique

Relèvements fiables même en présence de réflexions

Dans la pratique – particulièrement dans un environnement urbain – des réflexions atteignent fréquemment l'antenne goniométrique en raison de la propagation à trajets multiples. Le R&S®DDF255 a été conçu de telle façon qu'il offre une immunité plus élevée à de telles réflexions que la plupart des autres produits du marché (fig. 3) car ses antennes goniométriques sont dotées d'un nombre d'éléments d'antenne particulièrement élevé; dans la gamme V/U/SHF, huit ou neuf éléments sont utilisés alors que le nombre habituel du marché est de cinq.

Dans une antenne goniométrique, l'écart entre deux éléments d'antenne adjacents est limité par la nécessité – pour toutes les directions d'incidence d'une onde – qu'au moins une paire des éléments présente un écart inférieur à la demi-longueur d'onde de la fréquence de travail la plus élevée. C'est pour cette raison que l'aperture d'une antenne goniométrique (diamètre/longueur d'onde) ne peut être élargie de façon significative que si le nombre d'éléments d'antenne est également augmenté. L'aperture de l'antenne goniométrique détermine de façon décisive l'efficacité d'un radiogoniomètre. Comme cela est également mentionné dans le «ITU Spectrum Monitoring Handbook 2002»: la précision de relèvement, la sensibilité et l'immunité aux réflexions sont d'autant plus élevées que l'aperture de l'antenne goniométrique est grande.

En réalité, cette amélioration n'est toutefois mise en évidence qu'en présence de réflexions et de signaux faibles. Cet avantage ne ressort pas des fiches techniques car les spécifications de précision du système et des appareils qui y sont indiquées se réfèrent – pour faciliter les comparaisons – à un environnement d'antennes goniométriques à signaux forts et exempt de réflexions. La précision de relèvement peut en principe être altérée par les réflexions que les antennes goniométriques, selon leur concept, peuvent plus ou moins bien gérer. Le R&S®DDF255 a été conçu de telle façon qu'il puisse encore réaliser des relèvements précis même avec une part de réflexions s'élevant à 50%. Cette haute immunité aux réflexions est un avantage du grand nombre d'éléments

Erreur de relèvement

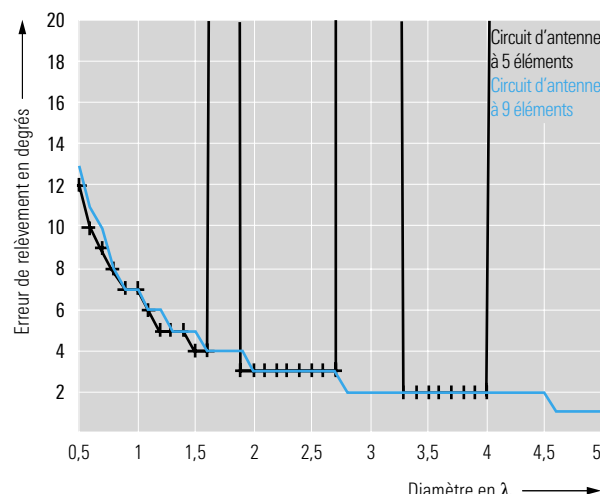


Fig. 3 Erreurs de relèvement d'antennes goniométriques avec cinq et neuf éléments d'antenne en fonction du diamètre de l'antenne (exprimé en longueur d'onde) dans un champ à deux ondes.

d'antenne. Si par exemple cinq éléments d'antenne seulement sont utilisés, il faut alors s'attendre à des erreurs de relèvement de l'ordre de 100° si la part de réflexions atteint 50%.

Méthode de relèvement par interférométrie monocal

Le principe de relèvement de l'interférométrie par corrélation est basé sur la mesure des différences de phase entre plusieurs éléments d'antenne d'une antenne goniométrique. Pour pouvoir mesurer l'angle de phase φ entre les deux signaux de deux éléments d'antenne avec un seul récepteur, une méthode brevetée par Rohde & Schwarz est utilisée (fig. 4), selon laquelle la phase d'un de ces deux signaux est décalée par quatre pas de 0°/90°/180°/270° dans le multiplexeur en quadrature et ajoutée au deuxième signal. Après chaque pas, le récepteur mesure l'amplitude totale du signal. En insérant ces quatre valeurs d'amplitude A1 à A4 dans la formule de la figure 4, on obtient l'angle de phase entre les deux signaux. Cette mesure est réalisée pour chaque élément d'antenne.

Méthode de relèvement par interférométrie monocal

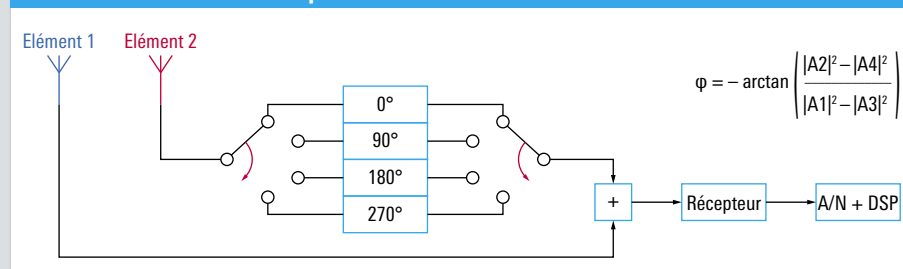


Fig. 4 Pour pouvoir mesurer avec un seul récepteur l'angle de phase φ entre les deux signaux de deux éléments d'antenne, une méthode brevetée Rohde & Schwarz est utilisée dans la procédure de relèvement par interférométrie monocal.

du marché. Dans le R&S®DDF255 en revanche, ce lien cohérent entre les deux chaînes de réception est réalisé dans l'antenne goniométrique grâce à un procédé breveté.

Programme d'antennes goniométriques étendu

Rohde&Schwarz propose avec le R&S®DDF255 des antennes goniométriques pour de multiples domaines d'application et en particulier les antennes suivantes :

Pour le relèvement mobile: R&S®ADD295

(disponible à partir du 1^{er} trimestre 2009)

La R&S®ADD295 est une antenne goniométrique V/UHF optimisée pour les applications mobiles. Dans un boîtier compact, elle couvre toute la gamme de fréquence de 20 à 3000 MHz grâce à l'utilisation de deux circuits d'antennes imbriqués l'un dans l'autre.

Pour couvrir la totalité de la gamme V/UHF, il était jusqu'ici nécessaire d'installer deux antennes goniométriques, ce qui en outre occasionnait des réflexions supplémentaires – notamment lors du montage sur le toit d'un véhicule. Ce problème est résolu avec la nouvelle R&S®ADD295 qui permet également de réduire de moitié la place nécessaire sur le toit du véhicule. L'antenne peut y être installée directement à l'aide de l'adaptateur R&S®AP502Z1 (fig. 2). Il est recommandé d'utiliser l'adaptateur de mât R&S®ADD150A pour son installation sur un mât.

Pour tous les types de polarisation: R&S®ADD197

Rohde&Schwarz a été le premier fabricant à développer une antenne goniométrique compacte comprenant des éléments d'antenne à polarisation aussi bien horizontale que verticale (illustrée en figure 6 avec protection de foudre). Neuf éléments à polarisation horizontale ont été placés dans l'espace disponible situé entre les neuf éléments d'antenne dipôle à polarisation verticale.

L'antenne R&S®ADD197 est appropriée pour une utilisation en stationnaire et en mobile et couvre la gamme de fréquence de 20 à 1300 MHz (polarisation horizontale: 40 à 1300 MHz). Elle peut être installée directement sur le toit d'un véhicule avec l'adaptateur R&S®AP502Z1. Il est recommandé d'utiliser l'adaptateur de mât R&S®ADD150A pour son installation sur un mât.

Pour la gamme SHF: R&S®ADD075

(disponible à partir du 4^{ème} trimestre 2008)

Avec la R&S®ADD075, Rohde&Schwarz propose pour la première fois une antenne goniométrique pour la gamme SHF. Avec ses deux circuits d'antenne disposés l'un sur l'autre, l'antenne couvre la gamme de fréquence de 1300 à 6000 MHz. Pour une utilisation en mobile, elle peut être installée à plat sur un toit de voiture. Pour une utilisation en stationnaire, elle peut être surmontée de l'antenne goniométrique R&S®ADD196 afin de constituer un système d'antenne goniométrique pour la gamme de fréquence de 20 à 6000 MHz.

Pour la gamme HF: Rohde&Schwarz propose la

R&S®ADD119 (fig. 5) qui est une antenne goniométrique compacte, fonctionnant selon la méthode Watson-Watt. Avec l'adaptateur R&S®AP502Z1, elle peut être installée sur le toit d'un véhicule ou pour effectuer les mesures, sur un trépied R&S®ADD1XTP. Ses dimensions compactes permettent même de la camoufler sous un toit surélevé en matière plastique.

Pour le **fonctionnement en stationnaire et semi-mobile dans la gamme V/UHF**, Rohde&Schwarz propose les deux antennes goniométriques **R&S®ADD196** et **R&S®ADD071**. Leur installation en superposé sur un mât est possible avec les adaptateurs R&S®ADD071Z.



Fig. 5 L'antenne R&S®ADD119 pour la gamme HF montée sur le trépied R&S®ADD1XTB.

Exemple d'application : radiosurveillance et radiolocalisation mobile

Le R&S®DDF255 est optimisé pour son intégration dans les véhicules :

- **Haute densité d'intégration** : boîtier 19" très compact de quatre unités de hauteur seulement.
- **Alimentation flexible** : le R&S®DDF255 peut être doté en option d'une alimentation DC.
- **Commande sur face avant** : le R&S®DDF255 peut être commandé au choix sans ordinateur de contrôle, via les éléments de contrôle situés sur la face avant.
- **Plusieurs entrées d'antenne** : plusieurs antennes goniométriques ou antennes de surveillance peuvent être raccordées au R&S®DDF255.

Exemple d'application : radiosurveillance et radiolocalisation stationnaire jusqu'à 6 GHz

Ensemble avec les antennes goniométriques R&S®ADD197 et R&S®ADD075, le R&S®DDF255 forme un système stationnaire très performant pour la radiosurveillance et la radiolocalisation jusqu'à 6 GHz. Il répond aux exigences des recommandations UIT et les surpasse même sur de nombreux points.

Avec l'antenne goniométrique R&S®ADD197 pour la gamme V/UHF, tous les émetteurs à polarisation horizontale peuvent dorénavant être également relevés avec précision. Ainsi par exemple, tous les émetteurs de diffusion radio et TV peuvent être localisés avec précision et utilisés pour les tests de performance et le calage du nord. La R&S®ADD197 peut également relever de façon précise des installations de réception et d'émission défectueuses équipées d'antennes à polarisation horizontale.

Des antennes de surveillance supplémentaires peuvent être directement raccordées au R&S®DDF255, ce qui permet de répondre aux exigences des recommandations UIT sans avoir à utiliser des commutateurs d'antenne externes. Ensemble avec l'option R&S®DDF255-ITU, le R&S®DDF255 forme un système de radiosurveillance et de radiolocalisation capable de produire des résultats de mesure à charge conformément aux recommandations UIT.

Protection contre la foudre

Pour protéger les antennes goniométriques situées à des emplacements particulièrement menacés, Rohde&Schwarz a développé le parafoudre étendu R&S®ADD-LP (fig. 6). Cette protection est recommandée pour les constructions d'une hauteur de plus de 30 m au dessus du sol (mâts > 30 m, bâtiments élevés, sommets de montagne etc ...). Etant donné qu'il déborde de l'antenne goniométrique, ce parafoudre croisé permet souvent d'éviter des impacts latéraux.

Résumé

Le R&S®DDF255 combine en un appareil compact un radiogoniomètre précis et un puissant récepteur large bande, le R&S®ESMD. Il constitue ainsi la nouvelle référence en termes d'étendue de fonctions et de qualité de résultats de mesure. Les caractéristiques importantes dans la pratique, telles que précision de relèvement, dynamique et immunité aux réflexions, sont supérieures à la moyenne.

Un large programme d'antennes goniométriques pour toutes polarisations et gammes de fréquence importantes ainsi que pour un fonctionnement en stationnaire et en mobile est disponible pour ce nouveau radiogoniomètre. L'alimentation en courant continu optionnelle et la possibilité de commande via la face avant font en outre qu'il se prête particulièrement bien à une utilisation en mobile.

Philipp Strobel

Fig. 6 Parafoudre étendu R&S®ADD-LP (monté sur la R&S®ADD197).

