



43877/7

Un wattmètre RF ne vaut que ce que valent ses sondes. C'est la raison pour laquelle les sondes équipant les wattmètres de la nouvelle série R&S NRP ont fait l'objet d'une attention particulière de la part des développeurs. Leur dynamique peut atteindre 90 dB pour les signaux

modulés, quelle qu'en soit la largeur de bande RF. Elles se caractérisent par un fenêtrage temporel (Time Gating), une vitesse de mesure élevée et une faible incertitude de mesure. Que ce soit pour les radiocommunications numériques, le WLAN ou pour toutes les applications classiques, elles deviennent la référence en ce qui concerne les possibilités universelles et la précision.

FIG. 1 Une combinaison performante: R&S NRP et sonde de mesure de puissance 18-GHz NRP-Z21.

Wattmètre R&S NRP

Les sondes intelligentes font évoluer la mesure de puissance

Nouvelle génération à sondes intelligentes

La révolution des radiocommunications numériques a entraîné une évolution radicale de l'instrumentation de mesure RF, y compris des wattmètres. Dans un premier temps, c'est la structure temporelle des signaux qui a exigé de nouvelles solutions de mesure. Aujourd'hui, ce sont les modulations à large bande de la

troisième génération de radiocommunications mobiles qui constituent le défi à relever. Ce n'est d'ailleurs qu'un début puisqu'il est déjà question de réseaux locaux sans fil avec des largeurs de bande RF supérieures à 100 MHz.

Les sondes de conception classique ne permettent pas de résoudre les problèmes de mesure liés à ces nouvelles technologies, surtout si l'on ne veut

faire aucune concession en ce qui concerne la précision de mesure des wattmètres. C'est pourquoi Rohde & Schwarz a choisi encore une fois la voie de l'innovation extrême pour cette nouvelle génération de sondes, comme ce fut déjà le cas au début des années 80 lorsque furent introduites les sondes intelligentes destinées aux wattmètres URV5 et NRV: le traitement des mesures s'effectue désormais au niveau de la sonde, ce qui permet d'exploiter la totalité du potentiel de la technologie des sondes multi-voies. Le raccordement à l'appareil de base ou à un PC quelconque s'effectue par l'intermédiaire de l'interface USB (Universal Serial Bus) standard. Dans un premier temps, la nouvelle famille de wattmètres comporte deux sondes universelles NRP-Z11(-Z21) fonctionnant de 10 MHz à 8(18) GHz ainsi qu'un appareil de base conçu en fonction des exigences de demain (fig. 1).

Une dynamique de 90 dB

S'il est vrai que la dynamique d'une sonde fait son succès, les modèles NRP-Z11 et NRP-Z21 ont les meilleures chances d'être sacrées championnes:

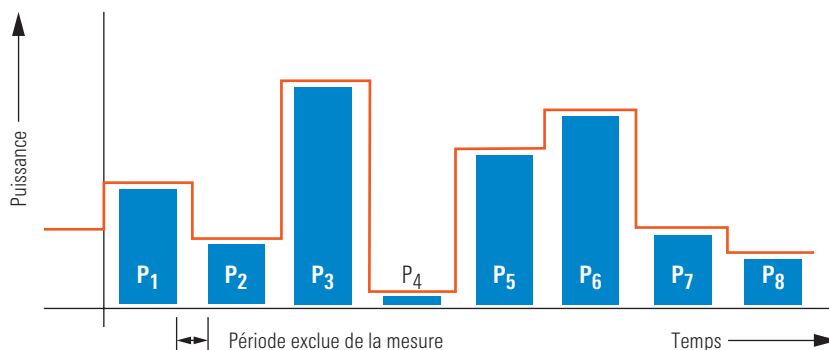


Fig. 2 Mesure d'un signal multi-slots: pour les signaux TDMA courants (p. ex. GSM/EDGE, DECT), la puissance moyenne peut se mesurer simultanément sur tous les slots.

c'est la première fois que des sondes atteignent 90 dB pour tous les signaux modulés à large bande. La limite de mesure inférieure définie par le bruit et la stabilité de la correction à zéro se situe à la valeur respectable de -67 dBm. La variation est d'ailleurs relativement faible lorsque la puissance est mesurée pendant un slot GSM (fig. 3). Même lorsqu'il s'agit de mesurer la puissance moyenne de différents bursts ou de générer une courbe de puissance/temps, la dynamique est encore supérieure à ce qu'offrent les technologies habituelles.

Mesures synchrones avec le signal

Les sondes NRP-Z11 et -Z21 peuvent mesurer la puissance moyenne non seulement de façon « classique », c'est-à-dire en continu sans référence temporelle au contenu du signal mais en synchronisme avec le signal en fonction d'intervalles de temps définis. Il est possible de détecter et de mesurer en une seule fois jusqu'à 128 intervalles (26 lorsque la commande est assurée par le wattmètre (fig. 2). On peut ainsi analyser

Technologie ↓ Mode →		Dynamique disponible pour la mesure de la puissance moyenne Largeur de bande du signal à mesurer 100 MHz / 5 MHz / 0 (CW)			
		Signal continu	Slot 1 parmi 8 (déclenchement ext.)	Burst Rapport cyclique 1:8 (déclenchement int.)	Puissance/Temps 256 points (déclenchement ext.)
Sondes thermiques		50 / 50 / 50 dB	—	—	
Sondes à diodes	Sondes Standard	43 / 43 / 50 dB	—	—	
	Sondes CW	43 / 43 / 90 dB	—	—	
	Sondes crête	33 / 50 / 80 dB	— / 50 / 57 dB	— / 33 / 37 dB	— / 50 / 57 dB
	Sondes multi-voies	80 / 80 / 80 dB	—	—	
Technologie „Smart Sensor“ R&S		90 / 90 / 90 dB	85 / 85 / 85 dB	60 / 60 / 60 dB	70 / 70 / 70 dB

Fig. 3 Dynamique correspondant à différentes technologies de détection en fonction de la largeur de bande RF du signal à mesurer (rapport « peak-to-average » homogène de 7 dB).

► des trames complètes de signaux GSM/EDGE. L'utilisateur peut éliminer les composantes indésirables apparaissant à la transition entre deux slots en définissant, au début et à la fin, des périodes qui seront exclues de la mesure. Pour mesurer la variation de puissance dans le domaine temporel sur des signaux à salve unique ou à salves répétitives (fig. 4), il est possible de porter à 1024 le nombre d'intervalles ou de points de mesure, les détails du signal pouvant être observés avec une résolution atteignant jusqu'à 10 μ s environ. De nombreuses fonctions de déclenchement, à partir d'une source externe ou d'un signal dérivé du signal à mesurer, assurent des conditions de mesure stables.

Grande précision système

L'incertitude de mesure des wattmètres large bande restera un argument encore décisif dans l'avenir. Il est à noter que les valeurs indiquées dans les fiches techniques, de l'ordre de 2%

(0,09 dB) pour les signaux non modulés et d'une grande pureté spectrale délivrés par des sources bien adaptées sont rarement atteints dans la pratique. Cela s'explique par les sources d'erreur liées au signal à mesurer ou au circuit externe: harmoniques et non-harmoniques, modulation, désadaptation de la source, influence des atténuateurs et coupleurs montés en amont de la sonde pour l'adaptation de niveau.

Les sondes NRP constituent une avancée considérable vers une solution à ces problèmes. La technologie « Smart Sensor » (voir page ci-contre) recouvre un ensemble de mesures permettant d'obtenir un comportement analogue à celui des sondes thermiques, notamment en ce qui concerne la mesure très précise de la puissance moyenne indépendamment de la modulation (fig. 5) et par rapport à l'évaluation correcte des harmoniques et autres signaux perturbateurs. Par ailleurs, la vitesse de mesure maximale des sondes thermiques reste au niveau de celle des sondes à diodes,

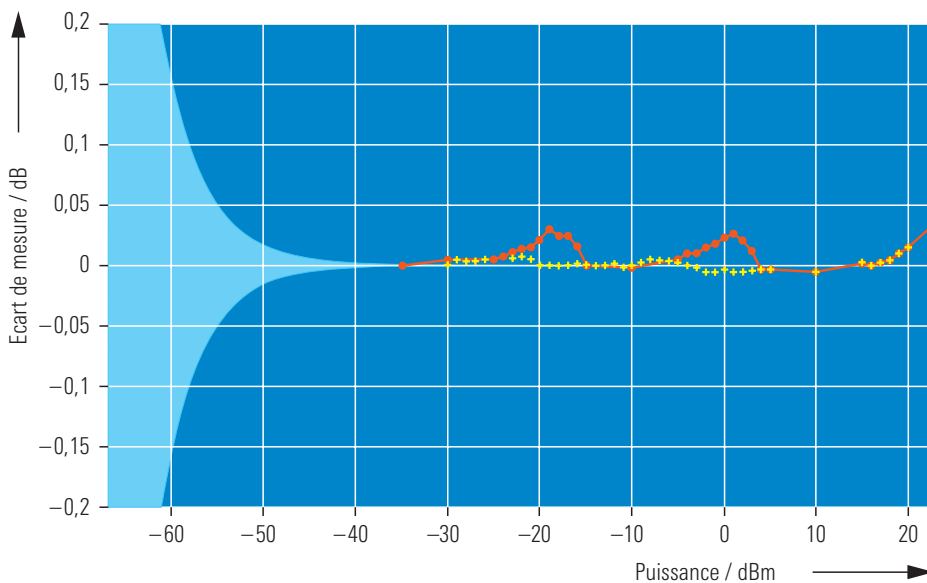


Fig. 5 Ecarts de mesure entre un signal modulé et un signal CW de même amplitude lors d'une mesure sur un signal de test 3GPP (modèle de test 1-64) effectuée avec une sonde NRP-Z11 ou Z21. En rouge: Réglage de base; en jaune: Zone de transition entre les voies de mesure avec décalage de -6 dB; en bleu clair: Incertitude due au bruit (incidence de la modulation négligeable au dessous de -30 dBm).

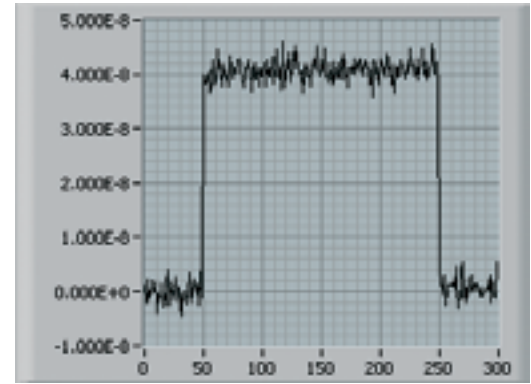


Fig. 4 Variation de la puissance d'un burst RF en fonction du temps – Mesure effectuée pour une application d'électronique médicale avec la sonde NRP-Z11 (application LabView sans appareil de base; indications en W et ms, pas de moyennage).

à savoir jusqu'à 1500 mesures/seconde (intervalle de mesure de 2 · 100 μ s en mode sauvegardé par mémoire tampon).

Etant donné que les sondes présentent un faible T.O.S., ne variant que très peu en fonction de la puissance mesurée, l'influence de la désadaptation de la source se trouve réduite au minimum techniquement possible (1,13 max. entre 30 MHz et 2,4 GHz). Toutefois si la source a un T.O.S. de 2, on aura encore une imprécision de $\pm 4\%$ (0,17 dB). Avec les sondes NRP, cette valeur, prépondérante au regard de toutes les autres causes d'erreur, peut être ramenée proche de zéro si le coefficient de réflexion complexe de la source est transmis à la sonde via l'interface USB. La sonde corrige alors l'erreur d'adaptation en tenant compte de sa propre désadaptation.

Le problème est similaire lorsque la sonde ne peut être raccordée directement à la source et qu'il est nécessaire d'utiliser un câble de raccordement ou de recourir à un atténuateur pour adapter le niveau. Dans ce cas, il convient de prendre en compte les interactions entre trois composants – un

La technologie « Smart Sensor »

Les sondes NRP-Z11 et -Z21 de Rohde&Schwarz répondent à un concept performant et inédit associant une architecture multi-voies, une technologie multi-diodes et un système de mesure échantillonnant simultanément plusieurs canaux.

L'architecture multi-voies consiste à combiner deux ou trois détecteurs à diodes afin d'obtenir une dynamique étendue pour les signaux modulés. A cet effet, chacun des détecteurs fonctionne exclusivement dans sa zone quadratique et seuls ceux utilisés à leur point de fonctionnement optimal interviennent dans la mesure.

La technologie multi-diodes consiste à intégrer sur une puce plusieurs diodes Schottky à polarisation nulle (zero bias) montées en série. Utilisés dans un détecteur RF, les circuits multi-diodes en étendent la zone quadratique du fait que la tension de mesure est répartie sur plusieurs diodes – chacune d'elles étant utilisée dans une partie beaucoup plus faible de sa plage dynamique – et que toutes les tensions redressées s'ajoutent les unes aux autres.

Les détecteurs multi-voies habituellement proposés sur le marché sont loin d'exploiter toutes les potentialités de cette technique, soit parce qu'ils ne disposent que de deux voies ou qu'ils sont basés sur une technologie mono-diode ou encore parce que les signaux délivrés en sortie sont traités séquentiellement par des convertisseurs A/N à intégration lente.

L'architecture multi-voies de Rohde&Schwarz, pour laquelle une demande de brevet a été déposée, se caractérise par les points suivants (fig. 6):

- ◆ Trois voies de mesure comportant chacune un circuit à trois diodes
- ◆ Zone de recouvrement de 6 dB, transitions sans discontinuité
- ◆ Echantillonnage et analyse simultanés
- ◆ Stabilisation par découpage des voies de mesure en présence de signaux répétitifs

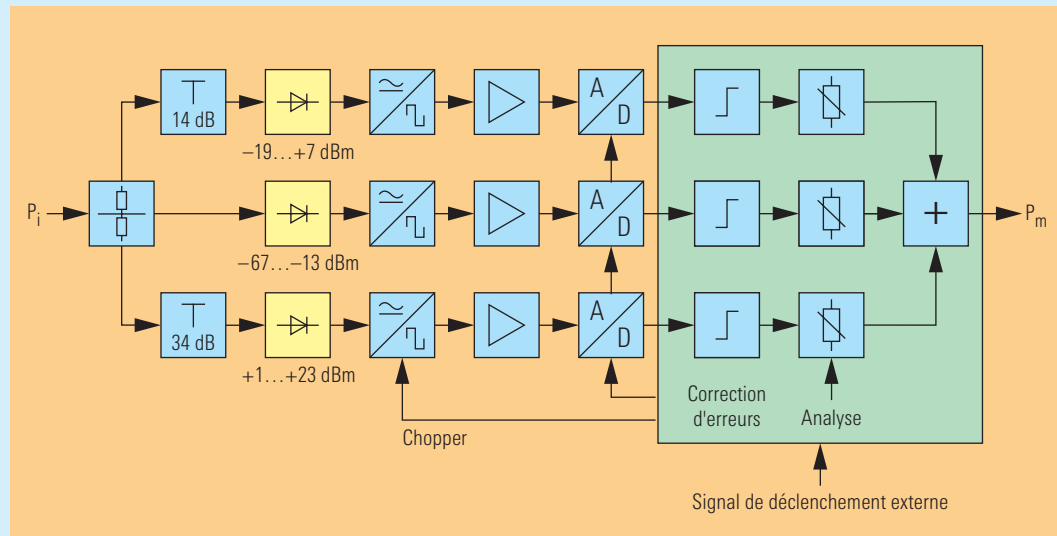
Les avantages par rapport à la technique conventionnelle sont évidents: rapport signal/bruit élevé sur la totalité de la gamme de fréquence, faible incidence de la modulation, retards et discontinuités négligeables lors du changement de voie de mesure et possibilité d'analyse temporelle du signal dans le cadre de la bande passante vidéo disponible.

Ces sondes ne se contentent pas d'adresser le domaine des wattmètres de crête, elles leur sont même supérieures sur deux points:

- ◆ Aucune restriction par rapport à la largeur bande de bande RF du signal à mesurer
- ◆ Dynamique plus importante (fig. 2)

Elles permettent d'ores et déjà l'analyse des signaux très large bande du type de ceux qui seront utilisés pour les réseaux W-LAN ou des signaux multiporteuses selon 3GPP.

Fig. 6
Architecture des sondes NRP-Z11 et NRP-Z21..



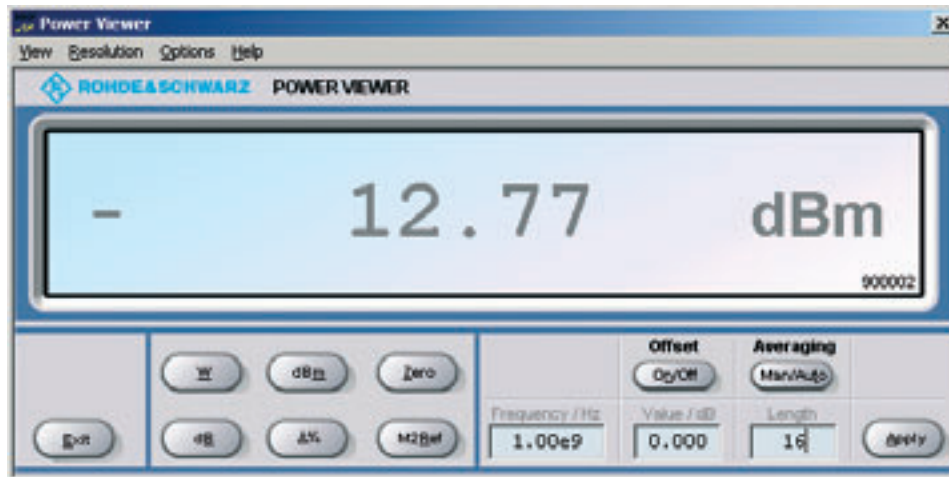


Fig. 7

Le « Power Viewer » peut transformer n'importe quel PC (sous Windows 98/2000/ME/XP) en wattmètre.

► bel exercice de mathématique à base de nombres complexes. Ici aussi, l'utilisateur se voit offrir une solution standardisable: un petit outil logiciel, exécutable sur n'importe quel PC, permet de charger dans la mémoire de la sonde le jeu complet des paramètres S du deux-ports connecté en amont afin qu'ils soient pris en compte pour la mesure. Le format s2p (Touchstone) utilisé est connu de tous les utilisateurs d'analyseurs de réseau vectoriels. Après transmission du coefficient de réflexion de la source, on obtient un résultat de mesure parfaitement corrigé, avec un niveau de précision maximum.

Des coûts réduits de moitié

Le prix d'un wattmètre conforme aux exigences des systèmes de communication modernes n'est pas négligeable et il impacte notablement le coût global d'un système de mesure RF, ce qui est souvent à l'origine d'économies malencontreuses conduisant à utiliser en remplacement des appareils de mesure plus ou moins précis ou à réduire le nombre de points de mesure. Les sondes NRP rendent superflus ce genre de compromis car elles peuvent fonctionner avec un PC, matériel dont la mise à disposition ne

pose en général aucun problème. L'utilisateur fait ainsi l'économie du wattmètre. La commande des sondes par PC nécessite l'un des deux adaptateurs USB (NRP-Z3 ou NRP-Z4) ainsi que le kit logiciel fourni en standard. Outre une librairie DLL (Dynamic Link Library) permettant d'utiliser l'ensemble des fonctionnalités des sondes sous Windows™, cet outil fournit le « Power Viewer », un wattmètre virtuel doté de fonctions de mesure de base pour exploitation sur PC (fig. 7).

Appareil de base universel

Pour les applications exigeant un wattmètre, le R&S NRP va bien au delà de tout ce que l'on est en droit d'attendre d'un wattmètre moderne. Il est plus petit, plus léger et plus robuste qu'aucun autre et, équipé de l'option batterie, il peut fonctionner plusieurs heures sans le secours du secteur. Opérationnel en quelques secondes, il offre des menus conviviaux et un écran graphique haute résolution. Selon les besoins, il peut être équipé d'une, deux ou quatre entrées de mesure. Le connecteur de bus IEEE est disponible en version standard. Pour une mesure individuelle, le temps s'écoulant entre le

déclenchement et la sortie du résultat peut descendre jusqu'à 4 ms, une seule période de modulation suffit pour mesurer des signaux modulés à basse fréquence.

L'évolution se poursuit

Cette nouvelle famille va continuer à évoluer: dans un premier temps, l'évolution concernera l'extension de la gamme de fréquence. Il sera également proposé des sondes dotées d'atténuateurs de puissance ainsi que des sondes thermiques à couplage en tension continue. Etant donné que l'appareil de base n'influe pas sur la mesure, ces sondes constitueront les références de puissance les plus précises du marché. L'appareil de base sera doté de fonctionnalités supplémentaires telles que la représentation de la puissance en fonction du temps et la commande à distance via l'interface USB ou Ethernet (en option).

Thomas Reichel

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