

Testeur *Bluetooth* RF de production R&S®CBT / R&S®CBT32

## Testeur Bluetooth RF rapide – compatible avec R&S®CMU200

Les coûts de fabrication des modules

*Bluetooth*®\* constituent un critère non négligeable dans l'achat d'équipements de test. Plus l'intégration est poussée, plus les prix de vente diminuent ainsi que le budget consacré aux tests. Rohde & Schwarz suit précisément cette tendance avec ses deux nouveaux testeurs *Bluetooth* RF économiques, R&S®CBT et R&S®CBT32, qui contiennent les mêmes modules de mesure rapides et d'excellente qualité tout en visant des applications différentes.



Fig. 1 Le testeur RF *Bluetooth* R&S®CBT pour une utilisation en laboratoire

### En laboratoire et en production

Le R&S®CBT, de 4 U de haut et  $\frac{7}{8}$  de 19" de large, vise en premier lieu le développement puis la production. Il se caractérise par un grand écran couleur et des éléments de commande (fig. 1).

Le R&S®CBT32 (fig. 2), de 2U de haut seulement pour un rack de 19" et d'un prix encore plus abordable, est conçu exclusivement pour les chaînes de production. Il peut bien entendu être raccordé à un moniteur externe, par exemple pour la mise au point des séquences de télécommande.

Ces deux testeurs de production (désignés ci-après R&S®CBT) prennent en charge toute la gamme de fréquence *Bluetooth* de 2402 MHz à 2495 MHz, avec un écart entre canaux de 1 MHz à des niveaux de -90 dBm à +0 dBm. Des tests de puissance, de modulation et de taux d'erreurs binaires sont possibles pour les différentes schémas de sauts de fréquence (Hopping) définies dans la norme *Bluetooth*. Les appareils disposent, outre d'un générateur, d'un wattmètre universel et d'un compteur de fréquence pour le réglage rapide des modules *Bluetooth* en présérie.

Autres informations et fiche technique sous [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com) (mot-clé CBT)

\* La marque et le logo Bluetooth sont la propriété de Bluetooth SIG, Inc., et leur utilisation est concédée sous licence à Rohde & Schwarz

Les interfaces GPIB (IEEE 488 / IEC 60625) et RS-232-C sont disponibles pour la télécommande. Rohde & Schwarz fournit également gratuitement le logiciel Windows™ R&S®CBTGo permettant de regrouper de façon simple des séquences de mesure complexes. Il est alors possible d'exécuter rapidement et confortablement une multitude de scénarios de test spécifiés dans la norme et de les analyser car les testeurs *Bluetooth* peuvent prendre en charge techniquement presque tous les tests d'émetteurs et de récepteurs prescrits dans la spécification *Bluetooth* 1.1 et 1.2.

## Le R&S®CBT toujours maître

Pour établir la communication, le R&S®CBT et l'objet sous test doivent tout d'abord « faire connaissance », soit via le protocole de requête, soit, plus rapidement, par un réglage manuel de l'adresse (adresse BD) de l'objet sous test, lorsque celle-ci est connue. En utilisant plusieurs R&S®CBT, on peut aussi entrer des adresses BD différentes pour les testeurs afin de pouvoir tester sans collision plusieurs objets proches les uns des autres, en cas de blindage léger par exemple.

Le R&S®CBT agit toujours en maître, ce qui permet d'établir la communication avec l'objet sous test, soit en mode ACL (Asynchronous Connection-less Link), soit en activant immédiatement le mode test, au choix. Les différents sous-modes Audio, Park, Hold ou Sniff sont ensuite activés.

Les adaptateurs de test spécifiques ne sont pas nécessaires, étant donné que les appareils *Bluetooth* peuvent établir une communication en mode ACL et que le R&S®CBT peut déterminer la puissance et la précision de fréquence pour ce type de communication.

Pour les objets sous test utilisant le protocole normalisé HCI (Host Controller Interface) via une interface série, Rohde & Schwarz propose le logiciel de commande R&S®DUTControl à télécharger. Il est alors possible de faire passer ces objets dans les différents sous-modes sans adaptateur de test spécifique. De nombreux objets nécessitent aussi plusieurs codecs audio différents mais ne permettent pas de les activer via l'interface RF ; le logiciel R&S®DUTControl s'en charge dans ce cas.

## Tests types

Plusieurs paramètres RF sont habituellement vérifiés et éventuellement corrigés (par exemple le réglage de la puissance d'émission) pendant la production des modules *Bluetooth*. Normalement, la puissance d'émission d'un objet est testée. Ensuite, une analyse de la modulation est effectuée et le spectre RF utilisé est déterminé.

La conception moderne du R&S®CBT permet de mesurer la puissance et en même temps d'analyser la modulation grâce à une application de mesure combinée. Les utilisateurs profitent donc

d'une durée de mesure typique de moins de trois secondes pour un test RF complet qui comprend la mesure de la puissance d'émission et des caractéristiques de modulation déterminantes avec chaque fois dix paquets DH5 sur trois canaux. Lorsqu'on doit également déterminer la qualité de réception (test Rx), quatre à cinq secondes supplémentaires sont nécessaires. Ces durées de mesure incluent également le temps nécessaire à l'établissement de la communication.

Pour déterminer la qualité de réception, le R&S®CBT propose de mesurer le taux d'erreurs binaires (BER : Bit Error Ratio), le taux d'erreurs sur paquets (PER : Packet Error Ratio) et une sous-routine BER automatisée permettant de déterminer simplement l'accroissement progressif typique des erreurs binaires à partir d'un certain niveau.

Le R&S®CBT mesure le spectre par le biais de deux applications : la mesure OBW (Occupied Bandwidth), connue également sous le nom de mesure  $-20$  dB, qui détermine la bande passante utilisée de l'objet sous test et la mesure ACP (Adjacent Channel Power) qui propose des mesures de puissance sur canaux adjacents. Ces vérifications sont considérées comme particulièrement



Fig. 2 Comparaison des dimensions du R&S®CBT et du R&S®CBT 32

► importantes pour la part de marché en hausse constante que représentent les appareils de la catégorie de puissance +20 dBm. A ces niveaux de puissance, les appareils à RF brouillée sont également des sources potentielles de perturbations importantes pour d'autres utilisateurs des mêmes fréquences dans leur entourage (fig. 3).

Grâce à l'application « Dirty Tx » intégrée dans le R&S®CBT, Rohde & Schwarz propose tout d'abord un mélange de perturbations de signal en accord avec la spécification *Bluetooth*. Dirty Tx définit plusieurs paramètres RF perturbant le signal d'émission du testeur de production, aussi bien de manière statique que dynamique. Ces paramètres sont les suivants :

- ◆ décalage de fréquence en début de paquet ( $\pm 250$  kHz),
- ◆ indice de modulation (0,20 à 0,44),
- ◆ erreur de temps symbole ( $\pm 20$  ppm),
- ◆ dérive en fréquence sinusoïdale sur l'ensemble du paquet Tx.

L'indice de modulation est calculé à partir du rapport entre l'excursion de fréquence du R&S®CBT et une excursion de 500 kHz. Par exemple, un indice

de modulation de 0,22 équivaut à une excursion de fréquence de 110 kHz pour le signal d'émission du testeur.

Le R&S®CBT propose deux tableaux Dirty-Tx, l'un non modifiable selon la spécification *Bluetooth*, l'autre dérivé du premier et modifiable par l'utilisateur. Outre ces tableaux dont les dix champs se superposent au signal d'émission dans la grille 20 ms, le R&S®CBT permet également de définir statiquement les trois paramètres à déterminer (fig. 4).

### Autres détails

Le R&S®CBT permet également de régler le type de paquet et la longueur de la charge utile (payload) d'un objet en mode test. Les types de paquets possibles sont DH1, DH3 et DH5 avec des données utiles longues de 0 à 339 octets. La configuration binaire en émission est réglée. Outre les modèles prédéfinis (« 1010 », « 0000 », ... , défini par l'utilisateur), l'appareil propose également deux séquences pseudo-aléatoires (statique et dynamique). La configuration binaire utilisée détermine ainsi le nombre de résultats valables donnés par l'appa-

reil. Dans la configuration binaire « 111 », aucune affirmation valable ne pourra être faite sur l'excursion de fréquence de l'objet sous test car l'excursion reste constante sur toute la longueur utile du burst de données. La fig. 5 montre les possibilités d'analyse en fonction des configurations binaires utilisées. Le préambule de quatre bits d'un paquet *Bluetooth* (contenu « 1010 ») d'une durée de 4  $\mu$ s seulement suffit au R&S®CBT pour déterminer la précision de fréquence initiale (fig. 6).

Pour tester des applications audio, le R&S®CBT peut établir une liaison SCO (Synchronous Connection Oriented) avec l'objet sous test, en plus d'une liaison ACL. La qualité du traitement audio dans l'objet sous test peut être vérifiée à l'aide de générateurs et d'analyseurs audio externes. Le R&S®CBT prend en charge en interne les trois codecs audio *Bluetooth* CVSD, A-law et  $\mu$ -law. Pour les tests audio, l'entrée et la sortie du signal BF sont disponibles sur deux prises BNC placées sur la face avant de l'appareil.

Le R&S®CBT fait passer l'objet sous test dans l'un des trois modes d'écono-

Fig. 3 Spectre OBW d'un objet sous test type *Bluetooth* avec des données PRBS

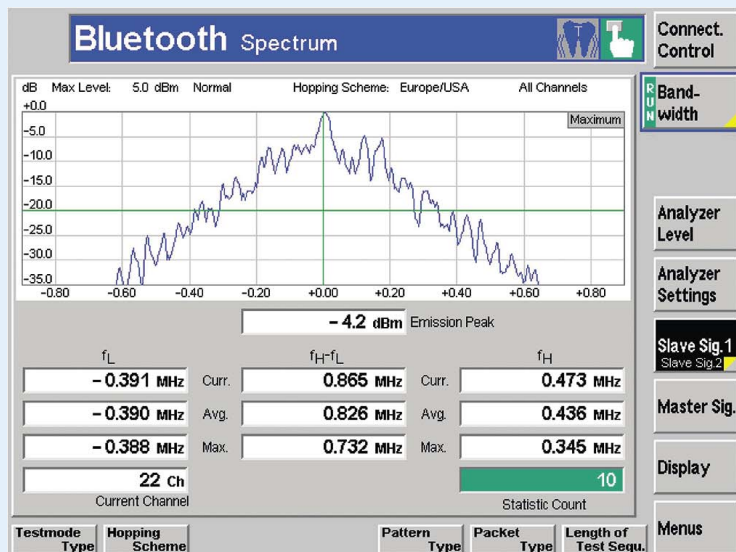
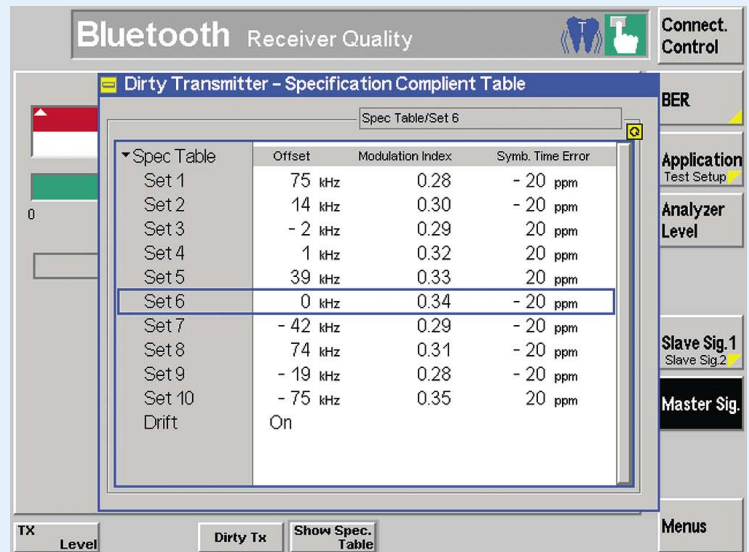


Fig. 4 Tableau Dirty-Tx selon la spécification *Bluetooth*



	Config. « 10101010 »	Config. « 11110000 »	PRBS et autres
Précision de fréquence	●	●	●
Dérive en fréquence	●	—	—
Dérive maxi.	●	—	—
Excursion de fréquence moyenne	●	●	—
Excursion de fréquence maxi.	●	●	—
Excursion de fréquence mini.	●	●	—

mie d'énergie Park, Hold ou Sniff, sur simple pression d'une touche ou instruction de commande à distance. La baisse de la consommation électrique, un des aspects critiques des appareils fonctionnant sur batterie, est indiquée par des appareils de mesure externes. Il est possible également d'envoyer des données définies par l'utilisateur à l'objet sous test, via la liaison ACL. Un fabricant peut ainsi transmettre n'importe quelle instruction à son appareil pour activer des fonctions spécifiques, par exemple commander une LED dans un casque ou ajuster les paramètres RF via le logiciel.

Le mode Power Control permet au R&S®CBT d'envoyer des commandes à l'objet sous test par LMP (Link Manager

Protocol) pour augmenter ou diminuer la puissance de sortie, selon la spécification. La différence obtenue s'affiche à chaque étape et une fenêtre de dialogue avertit en cas de saturation.

Toutes les mesures sont réalisées aussi bien dans la procédure normale de sauts de fréquence qu'avec une utilisation réduite des canaux :

- ◆ **All channels** : sauts sur tous les canaux définis dans le schéma correspondant.
- ◆ **Simultaneous** : sauts sur cinq canaux différents avec des sauts de fréquence réduits, définis dans la norme.
- ◆ **Single** : mesure d'un seul canal.

Fig. 5 Possibilités d'analyse en fonction de la configuration binaire utilisée

La qualité de l'objet sous test peut être vérifiée sur toute la gamme de fréquence *Bluetooth*, soit en arrêtant les mesures si les valeurs limites sont dépassées, soit en utilisant la méthode de mesure « All Channels ». Pour vérifier exactement les résultats, on peut évaluer l'analyse graphique dans les menus de modulation et de mesure de puissance de 1/16 à 5 intervalles de temps et agrandir les zones se trouvant entre ces limites. Les mesures Rx, comme les mesures Tx, s'effectuent en utilisant les canaux comme expliqué ci-dessus (fig. 7).

Pour récompenser les utilisateurs du R&S®CMU, son « grand frère », les développeurs ont doté le R&S®CBT d'une émulation complète du jeu d'instructions de télécommande de cette station de mesure de radiocommunications mobiles. On peut donc utiliser le même logiciel de commande dans les laboratoires et sur les chaînes de production où se trouvent des équipements mixtes. En revanche, cette émulation ne permet pas d'intégrer l'option *Bluetooth* du R&S®CBT dans le R&S®CMU (ex : Dirty Tx).

Robert Macketanz

Fig. 6 Précision de fréquence pour une liaison ACL dans le préambule de 4 µs

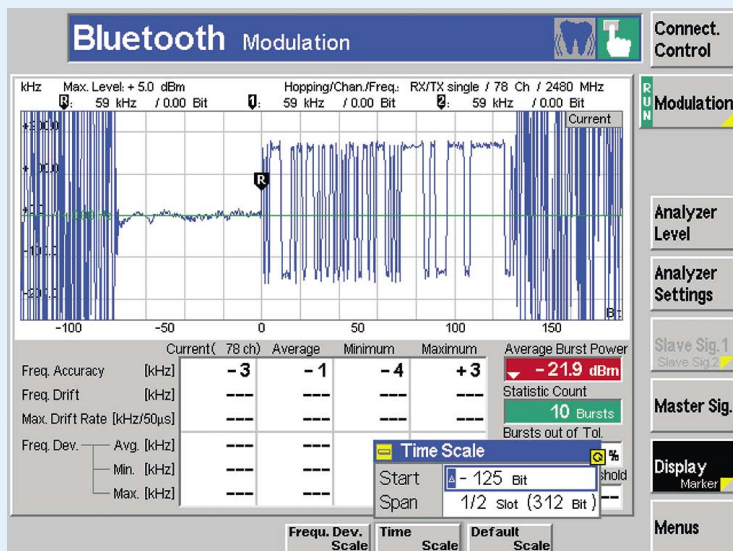


Fig. 7 Mesure de modulation, arrêtée si les limites sont dépassées

