

Bluetooth-HF-Produktionstester R&S® CBT / R&S® CBT 32

Schneller Bluetooth-HF-Tester mit Kompatibilität zum R&S® CMU 200

Die Herstellkosten von *Bluetooth*®*-Modulen spielen bei der Prüfmittelbeschaffung eines Herstellers eine gewichtige Rolle. Steigende Integration bedingt sinkende Preise im Verkauf, und damit ein immer schmäleres Budget für Tests. Mit den Produktionstestern R&S® CBT und R&S® CBT 32 stellt Rohde & Schwarz zwei günstige *Bluetooth*-HF-Tester vor, welche dieser Entwicklung Rechnung tragen. Beide Geräte beinhalten die gleiche hochwertige und schnelle Messtechnik, zielen aber auf unterschiedliche Anwendungen.

Weitere Informationen und Datenblatt unter www.rohde-schwarz.com
(Suchbegriff: CBT)



BILD 1 Der *Bluetooth*-HF-Tester R&S® CBT für den Einsatz im Labor.

Für Labor und Fertigung

Der R&S® CBT ist – mit 4 HE und $\frac{7}{8}$ 19"-Breite – für primär für den Einsatz in der Entwicklung und sekundär für die Produktion vorgesehen. Seine Merkmale sind ein großes Farb-Display und Bedienelemente (BILD 1).

Der R&S® CBT32 (BILD 2) dagegen ist mit einer Höhe von nur 2 HE bei vollem 19"-Gestelleinbaumaß und günstigerem Preis ausschließlich für Produktionslinien ausgelegt. Selbstverständlich kann er z. B. für das Debugging der Fernsteuer-

abläufe an einen externen Monitor angeschlossen werden.

Beide Produktionstester (im Folgenden als R&S® CBT bezeichnet) unterstützen den ganzen *Bluetooth*-Frequenzbereich 2402 MHz bis 2495 MHz im Kanalaraster von 1 MHz bei Pegeln zwischen -90 dBm und +0 dBm. Es stehen Leistungs-, Modulations- und Bitfehlerraten-Tests bei den verschiedenen im *Bluetooth*-Standard vorgegebenen Frequenzsprung-Schemata (Hopping) zur Verfügung. Für den schnellen Abgleich von *Bluetooth*-Modulen in der Vorproduktion

* Die Bluetooth-Wortmarke und -Logos sind Eigentum von Bluetooth SIG, Inc., und ihre Verwendung ist für Rohde & Schwarz lizenziert.

enthalten die Geräte außer einem Generator auch einen universellen Leistungsmesser und einen Frequenzzähler.

Für die Fernsteuerung stehen die Schnittstellen GPIB (IEEE 488 / IEC 60625) und RS-232-C zur Verfügung. Unterstützend bietet Rohde&Schwarz kostenfrei die Windows™-Software R&S®CBTGo an, mit der sich komplexe Messabläufe einfach zusammenstellen lassen. Damit ist es möglich, eine Vielzahl der im Standard geforderten Testscenarien schnell und bequem durchzuführen und auszuwerten, da die *Bluetooth*-Tester fast alle von der *Bluetooth*-Spezifikation 1.1 und 1.2 vorgeschriebenen Empfänger- und Sendertests messtechnisch unterstützen.

Der R&S®CBT ist immer Master

Für den Verbindungsaufbau müssen der R&S®CBT und das Prüfobjekt einander „bekannt gemacht“ werden. Das geschieht entweder über das Inquiry-Protokoll, oder man kann auch zeitsparender – so bekannt – die Geräteadresse (BD-Adresse) des Prüfobjekts manuell einstellen. Beim Einsatz mehrerer R&S®CBT lassen sich auch unterschiedliche BD-Adressen für die Tester einstellen, um etwa bei schwacher Abschirmung mehrere Prüfobjekte nebeneinander kollisionsfrei testen zu können.

Der R&S®CBT agiert immer als Master einer Verbindung und erlaubt den Verbindungsaufbau mit dem Prüfobjekt wahlweise im ACL-Modus (Asynchronous Connection-less Link) oder mit sofortiger Aktivierung des Testmodus. Anschließend können die verschiedenen Sub-Modi Audio, Park, Hold oder Sniff aktiviert werden.

Da jedes *Bluetooth*-Gerät eine Verbindung im ACL-Modus unterstützt und der R&S®CBT auch bei diesem Verbindungstyp Leistung und Frequenzgenau-

igkeit ermitteln kann, ist es möglich, auf spezielle Testadapter zu verzichten.

Für den Einsatz mit Prüfobjekten, die das genormte HCI-Protokoll (Host Controller Interface) über eine serielle Schnittstelle unterstützen, bietet Rohde&Schwarz die Steuer-Software R&S®DUTControl zum Download an. Damit ist es möglich, Prüfobjekte ohne herstellerspezifische Testadapter in die verschiedenen Submodi zu versetzen. Viele Prüfobjekte unterstützen auch mehrere verschiedene Audio-Codex, bieten aber keine Aktivierung über die HF-Schnittstelle an. R&S®DUTControl ermöglicht auch in diesen Fällen das Aktivieren des gewünschten Audio-Modus.

Typische Tests

In der Produktion von *Bluetooth*-Modulen werden üblicherweise einige HF-Parameter überprüft und eventuell Korrekturen vorgenommen (etwa der Abgleich der Sendeleistung). Normalerweise wird die Sendeleistung eines Prüfobjekts getestet und eine Modulationsanalyse durchgeführt. Zusätzlich lässt sich auch das verwendete HF-Spektrum ermitteln.

Das moderne Konzept des R&S®CBT ermöglicht es, mit einer kombinierten Messapplikation gleichzeitig die Leistung zu messen und eine Modulationsanalyse durchzuführen. Die Anwender profitieren davon durch die typische Messzeit von weniger als drei Sekunden für einen kompletten HF-Test. Ein solcher Test umfasst die Messung der Senderleistung und maßgeblicher Modulationscharakteristika mit jeweils zehn DH5-Paketen auf je drei Kanälen. Benötigt man zusätzlich auch eine Aussage über die Empfangsgüte (RX-Test), sind insgesamt vier bis fünf Sekunden zu veranschlagen. Diese Messzeiten beinhalten auch die Dauer des Verbindungsaufbaus.

Zur Ermittlung der Empfängergüte bietet der R&S®CBT die Messung des BER (Bit Error Ratio), des PER (Packet Error Ratio) und eine automatisierte BER-Suchroutine an, mit der das typische sprunghafte Ansteigen der Bitfehler ab einem bestimmten niedrigen Pegel einfach ermittelt werden kann.

Die Spektrumsmessung des R&S®CBT besteht aus zwei Applikationen: Die OBW-Messung (Occupied Bandwidth), auch als -20 -dB-Messung bekannt, ermittelt die benutzte Bandbreite des



BILD 2 R&S®CBT und R&S®CBT32 im Größenvergleich.

► Prüfbjektivs, die ACP-Messung (Adjacent Channel Power) bietet Nachbarkanal-Leistungsmessungen. Diese Überprüfungen werden als besonders wichtig für den sich stetig erhöhenden Marktanteil von Geräten mit der Leistungsklasse +20 dBm eingestuft. Bei diesen Leistungen produzieren Geräte mit unsauberer HF sonst ein hohes Störpotenzial für andere Benutzer derselben Frequenzen in der Umgebung (BILD 3).

Erstmals bietet Rohde&Schwarz mit der „Dirty TX“-Implementierung im R&S®CBT auch eine Beimischung von Signalunreinheiten gemäß der *Bluetooth*-Spezifikation an. Dirty TX definiert mehrere HF-Parameter, die sowohl statisch als auch dynamisch das Sendesignal des Produktionstesters gezielt verunreinigen. Im Einzelnen sind das

- ◆ Frequenzoffset zu Beginn eines Pakets (± 250 kHz)
- ◆ Modulationsindex (0,20 bis 0,44)
- ◆ Symbolzeitfehler (± 20 ppm)
- ◆ Sinusförmige Frequenzdrift über das gesamte TX-Paket

Der Modulationsindex errechnet sich aus dem Verhältnis von Frequenzhub

des R&S®CBT zu einem Hub von 500 kHz: ein Modulationsindex von 0,22 bedeutet einen Frequenzhub von 110 kHz für das Sendesignal des Testers.

Der R&S®CBT bietet zwei Dirty-TX-Tabellen an, eine unveränderbare gemäß der *Bluetooth*-Spezifikation und eine davon abgeleitete, die der Anwender bearbeiten kann. Alternativ zu diesen Tabellen, deren zehn Felder dem Sendesignal im 20-ms-Raster überlagert werden, erlaubt der R&S®CBT auch, die drei bestimmenden Parameter statisch festzulegen (BILD 4).

Weitere Details

Bei einem Prüfbjektiv im Testmodus kann man über den R&S®CBT den Pakettyp und die jeweilige Länge der Nutzlast (Payload) einstellen. Mögliche Pakettypen sind DH1, DH3, DH5 mit der jeweiligen Nutzdatenlänge von 0 Byte bis 339 Byte. Das gesendete Datenmuster lässt sich ebenfalls einstellen, hierbei bietet das Gerät neben vorgegebenen Mustern („1010“, „0000“, ..., anwenderdefiniert) auch zwei pseudozufällige Folgen an (statisch und dynamisch).

Das verwendete Datenmuster bestimmt dabei die Menge der gültigen Ergebnisse, die das Gerät ermittelt: Bei Datenmuster „1111“ etwa könnte keine gültige Aussage über den Frequenzhub des Prüfbjektivs getroffen werden, da der Hub über die gesamte Nutzlänge des Datenbursts konstant bleibt. BILD 5 zeigt die Auswertungsmöglichkeiten in Abhängigkeit vom verwendeten Datenmuster. Für die Ermittlung der anfänglichen Frequenzgenauigkeit genügt dem R&S®CBT die vier Bit lange Präambel eines *Bluetooth*-Paketes (Inhalt „1010“) mit einer Dauer von nur 4 μ s (BILD 6).

Für den Test von Audio-Anwendungen kann der R&S®CBT mit dem Prüfbjektiv neben der ACL-Verbindung eine SCO-Verbindung herstellen (Synchronous Connection Oriented). Die Güte der Audio-Verarbeitung im Prüfbjektiv kann mit Hilfe externer Generatoren und Audio-Analysatoren überprüft werden, der R&S®CBT unterstützt intern die drei *Bluetooth*-Audio-Codecs CVSD, A-law und μ -law. Das NF-Signal wird für Audio-Tests über zwei BNC-Buchsen an der Frontseite des Gerätes ein- und ausgekoppelt.

BILD 3 OBW-Spektrum eines typischen *Bluetooth*-Prüfbjektivs bei PRBS-Daten.

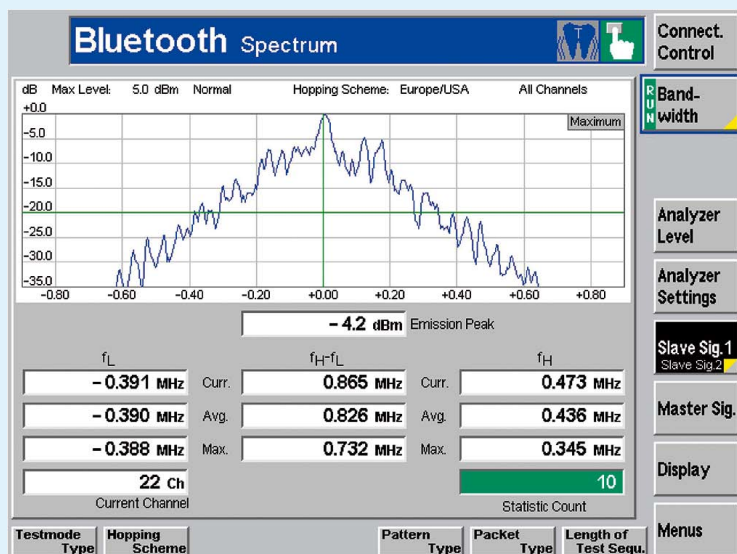


BILD 4 Dirty-TX-Tabelle gemäß *Bluetooth*-Spezifikation.

The screenshot shows the 'Dirty Transmitter - Specification Compliant Table' window. It contains a table with the following data:

Spec Table	Offset	Modulation Index	Symb. Time Error
Set 1	75 kHz	0.28	- 20 ppm
Set 2	14 kHz	0.30	- 20 ppm
Set 3	- 2 kHz	0.29	20 ppm
Set 4	1 kHz	0.32	20 ppm
Set 5	39 kHz	0.33	20 ppm
Set 6	0 kHz	0.34	- 20 ppm
Set 7	- 42 kHz	0.29	- 20 ppm
Set 8	74 kHz	0.31	- 20 ppm
Set 9	- 19 kHz	0.28	- 20 ppm
Set 10	- 75 kHz	0.35	20 ppm
Drift	On		

	Daten „10101010“	Daten „11110000“	PRBS und andere
Frequenzgenauigkeit	●	●	●
Frequenzdrift	●	—	—
Maximale Drift	●	—	—
Durchschnittlicher Frequenzhub	●	●	—
Maximaler Frequenzhub	●	●	—
Minimaler Frequenzhub	●	●	—

Mit einem Knopfdruck oder per Fernsteuerbefehl schaltet der R&S®CBT ein Prüfobjekt in jeweils einen der drei Stromsparmodi Park, Hold oder Sniff. Damit lässt sich die Absenkung des Stromverbrauchs, eine der kritischen Komponenten bei batteriebetriebenen Geräten, über externe Messgeräte ermitteln. Es ist ebenfalls möglich, anwenderdefinierte Daten über die ACL-Verbindung an das Prüfobjekt zu senden. Damit kann ein Hersteller beliebig Kommandos an sein Gerät übertragen, um spezielle Funktionen zu aktivieren, z. B. eine LED eines Headsets anzusteuern oder die HF-Parameter über Software abzugleichen.

Im Power-Control-Modus sendet der R&S®CBT per LMP (Link Manager Protocol) Kommandos an das Prüfobjekt, um

die Ausgangsleistung gemäß Spezifikation zu erhöhen oder herunterzufahren. Bei jedem Schritt wird die erreichte Differenz angezeigt und im Falle der Sättigung über ein Dialogfenster mitgeteilt.

Alle Messungen lassen sich sowohl im normalen Frequenzsprungverfahren als auch mit reduzierter Kanalbenutzung durchführen:

- ◆ **All channels:** Sprünge über alle in dem jeweiligen Schema vorgegebenen Kanäle
- ◆ **Simultaneous:** Sprünge über fünf verschiedene Kanäle über das im Standard definierte reduzierte Hopping
- ◆ **Single:** Messung eines einzelnen Kanals

BILD 5
Auswertemöglichkeiten in Abhängigkeit vom verwendeten Datenmuster.

Mit der Möglichkeit, die Messungen bei Grenzwertverletzungen anzuhalten sowie mit der „All Channels“-Messmethode kann die Güte des Prüfobjekts über den gesamten Bluetooth-Frequenzbereich geprüft werden. Für eine genaue Überprüfung der Resultate kann man die grafische Auswertung in den Modulations- und Leistungsmessmenüs von 1/16 Zeitschlitz bis fünf Zeitschlitz betrachten und zwischen diesen Grenzen zoomen. Die RX-Messungen lassen sich, wie auch die TX-Messungen, mit der oben erläuterten Kanalbenutzung durchführen (BILD 7).

Als Bonbon für Anwender des „großen Bruders“ R&S®CMU 200 haben die Entwickler dem R&S®CBT eine vollständige Emulation des Fernsteuerbefehlsatzes dieses Mobilfunkmessplatzes spendiert. So lässt sich in Labors und Fertigungsstraßen mit gemischter Ausstattung dieselbe Ansteuerungs-Software verwenden. Natürlich können die erweiterten Fähigkeiten des R&S®CBT gegenüber der Bluetooth-Option im R&S®CMU (z. B. Dirty TX) bei dieser Emulation nicht berücksichtigt werden.

Robert Macketanz

BILD 6 Frequenzgenauigkeit bei ACL-Verbindung innerhalb der 4-µs-Präambel.

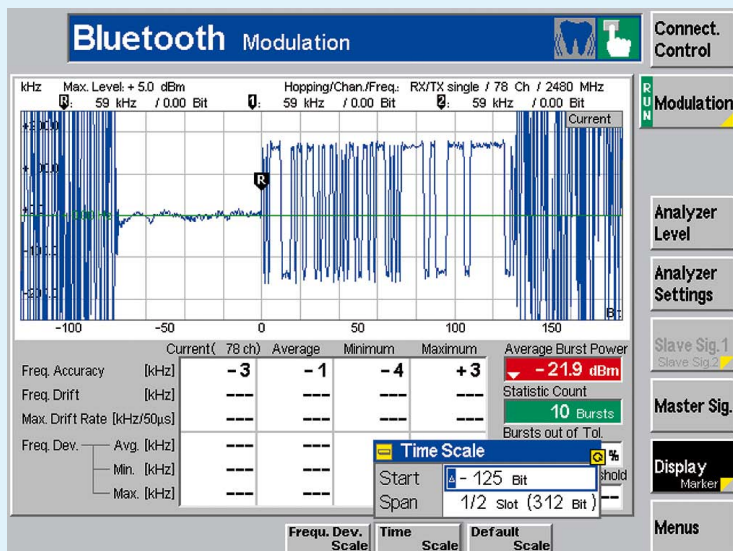


BILD 7 Modulationsmessung, bei Limit-Verletzung angehalten.

