

Test von Bluetooth®-Stereo-Kopfhörern in Entwicklung und Produktion

Im Labor und in der Fertigung können die Bluetooth®-Tester R&S®CBT und R&S®CBT32 umfangreiche HF-Messungen durchführen. Dank neuer Audio-Optionen sind sie jetzt auch für einfache und schnelle Audio-Tests von Bluetooth-Stereo-Kopfhörern einsetzbar.

Alles Wichtige für den Test analoger Audio-Komponenten

Moderne Mobiltelefone mit eingebauter Bluetooth®-Funkchnittstelle unterstützen meist das entsprechende A2DP-Stereo-Profil zur drahtlosen Verbindung mit Stereo-Kopfhörern. Diese Kopfhörer haben in der Regel ein integriertes Mikrofon für Telefongespräche, der Anwender kann also Stereo-Musik aus dem MP3-Player des Mobiltelefons hören und auch telefonieren, ohne den Kopfhörer abnehmen zu müssen.

Da das A2DP-Stereo-Profil die Audio-Signale nur in einer Richtung übertragen kann, ist es für Telefongespräche nicht geeignet. Deshalb sind die Kopfhörer zusätzlich mit dem Headset- oder auch dem Handsfree-Profil ausgestattet. Beide Profile wurden für Verbindungen in Sprachqualität zu Bluetooth®-Headsets und -Freisprechanlagen in Autos entwickelt und sind für hochqualitative Musikübertragung nicht geeignet.

Beim Abspielen von MP3-Musikdateien mit einem Mobiltelefon und Aussendung über die Bluetooth®-Schnittstelle sind in der Regel keine analogen Audio-Komponenten beteiligt. Die gesamte Signalverarbeitung innerhalb des Mobiltelefons

bis hin zum Bluetooth®-SBC-Stereo-Codec erfolgt rein digital, die entsprechenden Audio-Parameter sind deshalb per Rechnersimulation genau berechenbar. Anders ist das bei Bluetooth®-Stereo-Kopfhörern: Hier stehen am Ende der Signalübertragungskette D/A-Umsetzer, Filter, Verstärker und Schallwandler. Alle diese analogen Komponenten beeinflussen die Audio-Qualität des Kopfhörers erheblich und müssen deshalb im Entwicklungsprozess optimiert werden. Bei hochwertigen Produkten sind auch in der Fertigung entsprechende Audio-Tests zur Verifikation empfehlenswert.

Die Audio-Optionen für die Bluetooth®-Tester R&S®CBT (BILD 1) und R&S®CBT32 stellen alle Messfunktionen für die erforderlichen Audio-Tests an Bluetooth®-Stereo-Kopfhörern bereit:

- Zwei Mehrfrequenz-Audio-Generatoren und -Analytoren (Option R&S®CBT-B41) zum Erzeugen von Audio-Testsignalen und zum Messen der Audio-Parameter
- Das A2DP-Profil mit SBC-Codec (Option R&S®CBT-K52) zum Aktivieren und zum Testen der Stereo-Funktionalität von Kopfhörern
- Headset- und Handsfree-Profile (Option R&S®CBT-K54) zum Aktivieren und Testen eingebauter Mikrofone



BILD 1 Ein starker Helfer sowohl im Labor als auch in der Fertigung: Der Bluetooth®-Tester R&S®CBT führt umfangreiche Messungen der HF-Eigenschaften durch, kann aber auch Audio-Parameter überprüfen.

BILD 2 Für Tests am Mikrofon und an den analogen Komponenten erzeugt der Audio-Generator 1 ein Testsignal für den Lautsprecher eines Kunstkopfes oder einen Referenzlautsprecher. Der Prüfling sendet das aufgenommene Signal zur Analyse an den Tester zurück.

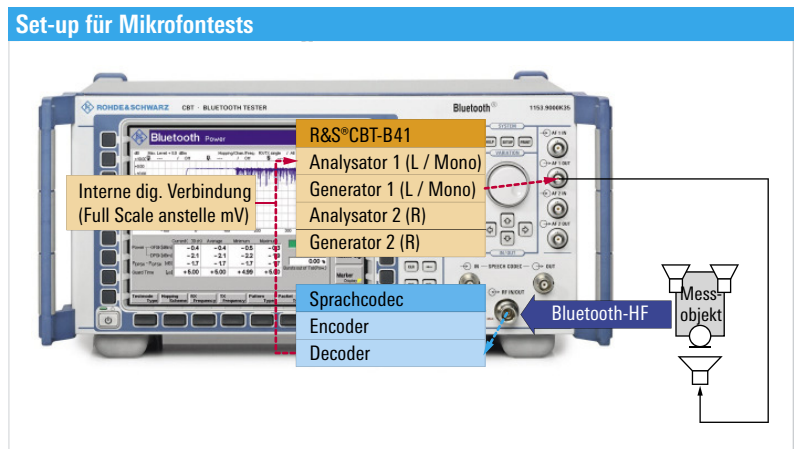
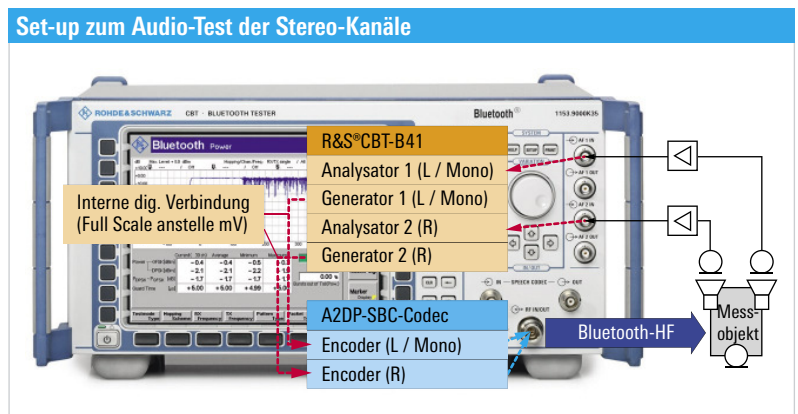


BILD 3 Die beiden Audio-Generatoren 1 und 2 erzeugen unabhängig voneinander Testsignale für den linken und den rechten Kanal des Stereo-Signals. Damit werden die beiden Schallwandler im Stereo-Kopfhörer einschließlich der vorgeschalteten analogen Komponenten getestet.



Test der Mikrofon-Eigenschaften

Zum Test der Audio-Eigenschaften des eingebauten Mikrofons und der zugehörigen analogen Komponenten erzeugt der Audio-Generator 1 ein Testsignal, das der R&S®CBT über eine BNC-Buchse an der Frontplatte ausgibt (BILD 2). Dieses Signal speist beispielsweise den Lautsprecher eines Kunstkopfes oder einen Referenzlautsprecher, und das Mikrofon des Prüflings nimmt es auf. Der R&S®CBT baut zum Prüfling eine Audio-Verbindung unter Verwendung des Headset- oder Handsfree-Profiles auf, worauf der Prüfling das codierte Audio-Signal über die Bluetooth®-Verbindung an den Tester sendet. Dieser dekodiert es im R&S®CBT-Sprachdecoder und führt das dekodierte Audiosignal dem integrierten Audioanalysator 1 zu, der dann verschiedene Audio-Messungen durchführt.

Den Frequenzgang misst der R&S®CBT sehr schnell mit Hilfe eines Mehrton-Signals (BILD 4). Die verwendeten Einzelfrequenzen und Grenzwerte sind frei definierbar. Im Einzelton-Modus prüft der Bluetooth®-Tester außer den Spitzen- und RMS-Pegeln auch verschiedene Verzerrungswerte. Alle absoluten Pegelwerte stellt er in Bezug auf den maximalen digitalen Signalpegel mit der Einheit *Full Scale* (FS) dar.

Test der Musikwiedergabe-Eigenschaften

Zum Test der beiden Schallwandler im Stereo-Kopfhörer einschließlich der vorgeschalteten analogen Komponenten erzeugen die beiden Audio-Generatoren 1 und 2 unabhängig voneinander Testsignale für den linken und den rechten Kanal des Stereo-Signals (BILD 3). Die absoluten Audio-Pegel

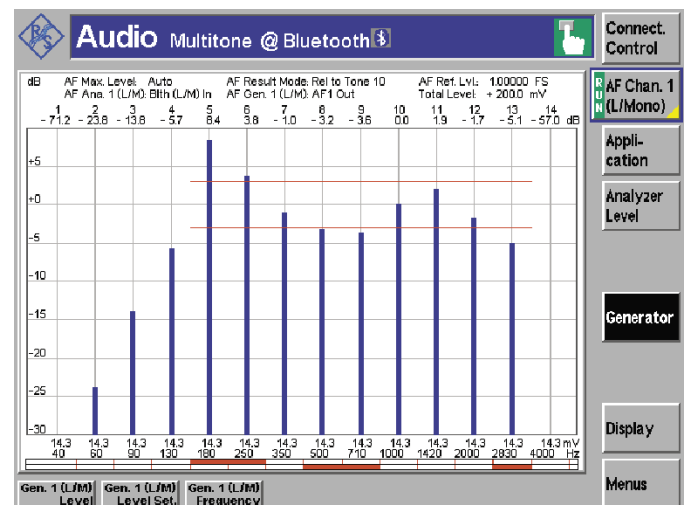


BILD 4 Frequenzgangmessung an einem eingebauten Mikrofon.

werden auch hier in Full-Scale-Einheiten definiert, um sicherzustellen, dass der volle digitale Signalpegelbereich für die Messungen genutzt wird. Der R&S®CBT baut nun unter Verwendung des A2DP-Profiles eine Audio-Verbindung zum Prüfling auf und führt die beiden Audio-Testsignale dem internen Bluetooth®-SBC-Stereo-Codec zu. Über die Bluetooth®-Verbindung gelangt das Testsignal zum Decoder des Stereo-Kopfhörers. Die dekodierten hörbaren Tonsignale werden dann von einem Kunstkopf oder von zwei Referenzmikrofonen aufgenommen und über zwei Messverstärker den beiden Audio-Analysatoren im R&S®CBT über zwei BNC-Buchsen zugeführt.

Im Stereo-Modus misst der Audio-Analysator im R&S®CBT beide Kanäle gleichzeitig, wobei er die Messergebnisse in zwei Fenstern übereinander darstellt (BILD 5 am Beispiel der Messung *Total Harmonic Distortion*).

Für knifflige Probleme: Einsatz eines externen Audio-Analysators

Die Audio-Option R&S®CBT-B41 stellt bereits die wichtigsten Audio-Messfunktionen für die schnelle Verifikation des Prüflings zur Verfügung. Zum Lösen spezieller Messprobleme kann jedoch die Verwendung eines externen Audio-Analysators hilfreich sein. Sind beispielsweise die Verzerrungswerte unerwartet hoch, so kann man per FFT-Signalanalyse mit einem Audio-Analysator die Ursache lokalisieren. Dafür ist z. B. der Audio-Analysator R&S®UPV bestens geeignet (BILD 6). Die Generatorsignale aus dem R&S®UPV gelangen

über die digitale Audio-Schnittstelle (Option R&S®CBT-B42) zum R&S®CBT. Die Analyse der beiden Audio-Signale des Prüflings erfolgt in diesem Beispiel ohne Berücksichtigung der Schallwandler direkt mit dem Audio-Analysator R&S®UPV. Dieser stellt das Spektrum der Audio-Signale per FFT dar und ermöglicht Rückschlüsse auf mögliche interne Störquellen im Prüfling.

Dieter Mahnken

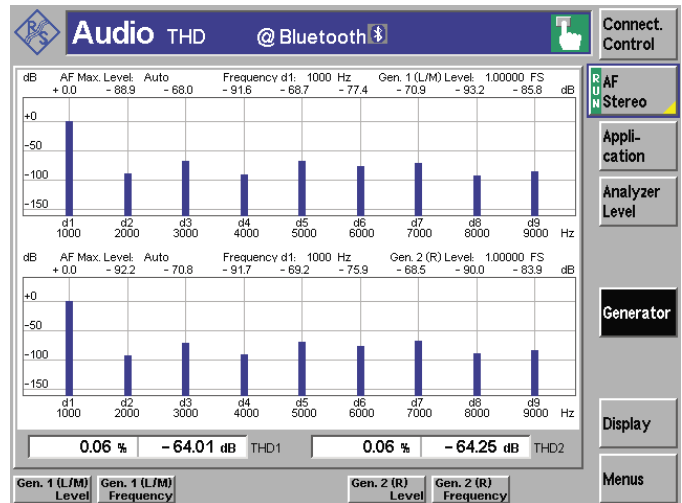


BILD 5 THD-Messung der beiden Stereo-Kanäle.

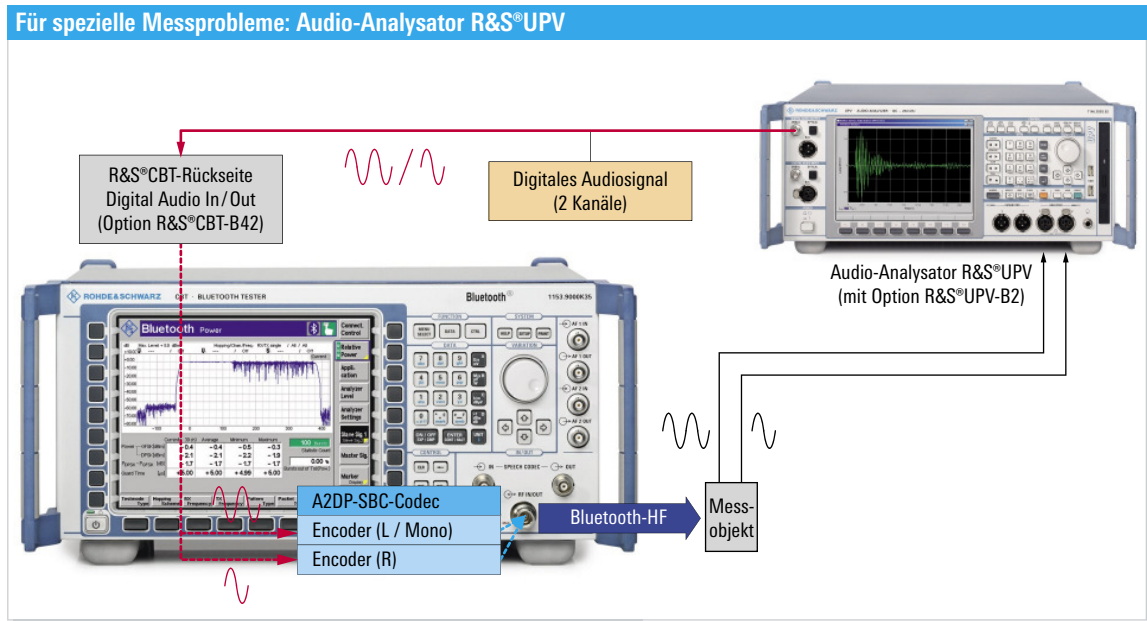


BILD 6 Zur Lösung spezieller Messprobleme kann die Verwendung eines externen Audio-Analysators hilfreich sein. Hier ein Beispiel für die Ankopplung eines Audio-Analysators über die digitale Audio-Schnittstelle an den R&S®CBT32.