

■ Modenverwirbelungskammern:

Die Absorberräum-Alternative

Bisher waren Messungen im freien Feld oder in Absorberkammern die gängigen Methoden, um Antennen und HF-Komponenten zu vermessen. Modenverwirbelungskammern bieten sich seit kurzem als Alternative an.

Für Untersuchungen der Abstrahleigenschaften von Antennen und Baugruppen mit integrierten Antennen wurden in der Vergangenheit vor allem Messungen im freien Feld (Open Area Test Site, OATS) und in Absorberräumen (Anechoic Chamber) durchgeführt. Ideal wäre im Freifeld ein Ort, der völlig frei von Störungen ist – das ist praktisch aber nicht zu erreichen. Hinzu kommt der Einfluss des wechselnden Wetters. Darum wurden Absorberräume entwickelt, die OATS im Labor nachbilden können. Die Grundidee: Eine Abschirmung (Faradaykäfig) sorgt dafür, dass keine Signale von außen die Messungen stören. Und ein absorbierendes Material auf der Innenseite der Kammer schluckt die Energie der elektromagnetischen Felder, damit es nicht zu Reflexionen und Mehrwegeausbreitung kommt.

Die Alternative zu Absorberräumen

Seit kurzem gibt es eine Alternative zu OATS: Modenverwirbelungskammern (MVK, im Englischen: Reverberation Chambers, oft auch „Mode Stirred Chambers“ genannt). Dabei handelt es sich um einen Faradaykäfig, der wie eine EMV-Kammer ohne absorbierendes Material an seinen Wänden auskommt. Vom Prinzip her ähnelt eine Reverberation Chamber einem Mikrowellenofen: Mit wenig eingespeister HF-Leistung lässt sich aufgrund der stehenden Wellen eine hohe Feldstärke erzeugen. Das ist in EMV-Kammern wichtig, um sicherheitskritische Komponenten in Autos oder Flugzeugen mit mehreren 100 V/m auf ihre Unempfindlichkeit zu testen. Diese stehenden Wellen (Moden) sorgen aber auch dafür, dass das Feld im Inneren der Kammer stark inhomogen ist. Um diesen unerwünschten Effekt zu vermeiden, bauen die Hersteller „Modenrührer“ aus Metall (Mode Stirrer) ein, die sich mit variabler Ge-

schwindigkeit drehen und dadurch die Wellenberge und -täler so verschieben, dass im zeitlichen Mittel ein nahezu homogenes Feld entsteht.

Die schwedische Firma Bluetest (www.bluetest.se, Vertrieb: www.gigacom.de) gestaltet ihre MVKs so, dass drei der Seitenwände als orthogonale Antennen dienen, zwischen denen periodisch umgeschaltet wird. Die Messobjekte selbst werden auf einem Drehtisch kontinuierlich bewegt. Zusätzlich werden die Moden durch das Einbringen geschickt platzierter Absorber in die Kammer definiert zum Abklingen gebracht. Diese Maßnahmen verbessern die zeitlich gemittelte, frequenzabhängige Gleichförmigkeit der Modenanregung und damit Reproduzierbarkeit und Messgenauigkeit, die typischerweise 0,5 dB beträgt. Somit ist sie sogar besser als mit manchen Absorberkammern bei bis zu zehnfach kürzerer Messzeit. Zudem sind die MVKs auch kleiner und kostengünstiger herzustellen, weil die voluminösen Absorber entfallen. So ist die RC870 (55 000 Euro) des genannten Herstellers beispielsweise so schmal, dass sie durch eine 80-cm-Tür transportiert werden kann.

Die Impulsantwort in der MVK entspricht dem in vielen Funk-Standards definierten Rayleigh-Fading (Reflexionen aufgrund von Mehrwege-Empfang). Für Geräte mit mehreren Antennen (MIMO) stellen MVKs deshalb neben Funk-Kanalemulatoren die einzige Möglichkeit dar, den Diversitätsgewinn und die Kapazität der MIMO-Konfiguration zu testen.

Bei vielen Geräten ist der Strahlungswirkungsgrad der eingebauten Antenne der wichtigste Parameter für die Effizienz des Hochfrequenzteils. Er hängt ab von Reflexionen aufgrund schlechter Impedanz-Anpassung, Absorption der Energie im Antennenmaterial sowie der Absorption in der Umgebung (etwa im Körper des Nutzers).

Die abgestrahlte Gesamtleistung (TRP, Total Radiated Power) – wichtig für Konformitätsmessungen – lässt sich ebenso mit der MVK bestimmen, auch in Anwesenheit absorbierender Materialien, z.B. für am Körper getragene, versteckte Antennen. Besonders anspruchsvoll sind Messungen an Geräten mit MIMO-Antennen. Die genannten MVKs eignen sich für Tests an kleinen Antennen und Mobiltelefonen, die in Mehrwege-Empfangsumgebungen mit Rayleigh-Fading eingesetzt werden sollen. Geeignet sind die Kammern nicht zuletzt für Messungen an Mobiltelefonen, die in einer simulierten Gesprächssituation mit einem künstlichen Kopf untersucht werden müssen, um für diesen Fall TRP und die spezifische Absorptionsrate (SAR, Specific Absorption Rate) zu bestimmen.



Verfügbar sind zwei unterschiedliche Systeme: die kompakte Standard-Kammer „Bluetest RC“, deren Frequenzbereich zwischen 870 MHz und 6 GHz (79 cm Breite) bzw. zwischen 650 MHz und 6 GHz (1,50 m Breite) liegt; die HF-Abschirmung nach außen beträgt 45 dB. Die andere Version, „Bluetest HP“, schwächt Signale um 100 dB ab. Zudem kann die Größe der Kammer an die zu messende Frequenz und die Platzverhältnisse im Labor angepasst werden. Es gibt sie in verschiedenen Größen und für Frequenzbereiche zwischen 380 MHz und 11 GHz. Ausgeliefert werden die Kammern mit einem Steuerprogramm, das die Modenrührer und die Messinstrumente steuert (über GPIB/IEEE 488.2). *ha*

■ Eine Modenverwirbelungskammer mit Modenrührer, Drehtisch, Phantomkopf und angeschlossenen Messgeräten. (Foto: Bluetest/Gigacom)