

Test mit Nachhall

Wireless-Testsysteme und Antennen für Hochgeschwindigkeitskommunikation lassen sich mittels Simulation optimieren.

Rachel Keatley



Bluetest, ein Pionier für Wireless-Testlösungen, entwirft Nachhallsysteme, die zur Messung der Leistung von Wireless-Geräten und Breitbandantennen dienen. HF-Simulationen helfen, den Entwicklungszyklus vom Design über Fertigung und Prüfung bis zur Validierung zu optimieren und letztlich die drahtlose Hochgeschwindigkeitskommunikation zu verbessern.

Jahr für Jahr kommen neue Generationen von Smartphones und Wireless-Geräten auf den Markt und beeindrucken mit immer neuen Features. Diese Geräte durchlaufen zuvor einen umfangreichen Design- und Testprozess. Antennen sind ein wichtiger Bestandteil aller Wireless-Geräte. Sie werden ständig weiterentwickelt, um mit der fortschreitenden Technologie, wie 5G und das „Internet der Dinge“,

mitzuhalten. Sie müssen eine immer größere Bandbreite abdecken, Sicherheitsvorschriften erfüllen und klein genug sein, um in Mikrodesigns zu passen.

Um die Entwicklungsingenieure von Wireless-Geräten zu unterstützen, hat das in Göteborg ansässige Unternehmen Bluetest einfach zu bedienende Nachhallprüfsysteme (Reverberation Test Systems, RTS) entwickelt, welche die Leistung von Wireless-Geräten und Antennen messen. Heute ist Bluetest einer der Marktführer für Tests von Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO) über die Luft. Hierbei stellen Simulationen sicher, dass die Komponenten der RTS-Designs optimale Performance liefern.

Vom Startup zum Marktführer

Seit Anfang der 1940er-Jahre ist es üblich, die Antennenleistung in Absorberkammern, also mikrowellen-

Abb. 1 Bluetest hat derzeit fünf verschiedene Nachhallprüfsysteme auf dem Markt, die alle sehr handlich sind. Hier ist ein Beispiel gezeigt.

absorbierenden Räumen, zu testen. In einem solchen Raum wird eine Antenne gedreht und ihre Strahlungsintensität in verschiedenen Richtungen gemessen. Die hierbei gewonnenen Daten sind relativ einfach zu interpretieren, doch Absorberkammern sind meist teuer und aufgrund ihrer Größe unhandlich. In den 1960er-Jahren wurde die Modenverwirbelungs- bzw. Nachhallkammer entwickelt (Reverberation Chamber), die ursprünglich zur Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit diente. Im Gegensatz zur Absorberkammer reflektieren Nachhallkammern elektromagnetische Wellen (oder Schall für das akustische Äquivalent), anstatt sie zu absorbieren. Zudem lassen sich in dieser Kammer sehr

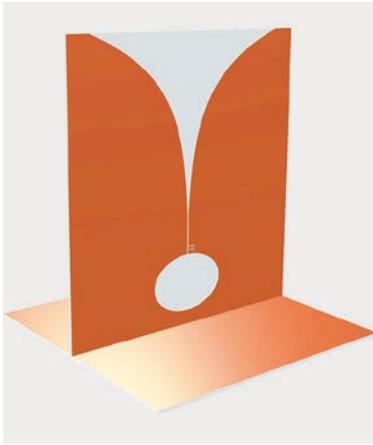
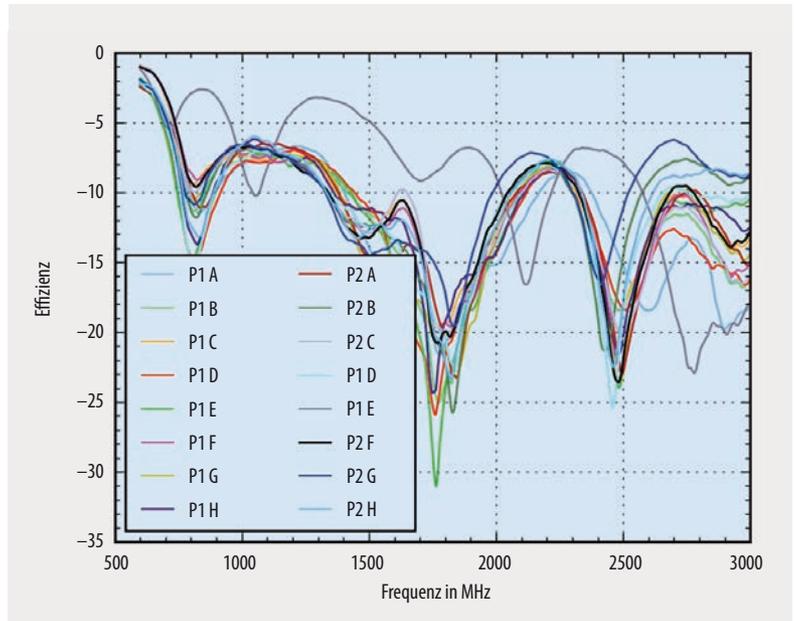


Abb. 2 Der erste Prototyp einer Vivaldi-Antenne von Bluetest (oben) wurde in COMSOL Multiphysics® simuliert. Das S-Parameter-Diagramm (rechts) zeigt die Impedanzanpassungscharakteristik bis zu einer Frequenz von 3 GHz.



hohe Feldintensitäten erzeugen, was nützlich ist, um die Immunität und Empfindlichkeit eines Geräts in elektromagnetischen Feldern hoher Leistung zu testen.

Seit den späten 1990er-Jahren ist bekannt, dass sich Nachhallkammern auch eignen, um bestimmte Antennenparameter zu testen. Die wichtigste Eigenschaft einer kleinen Antenne ist ihr Wirkungsgrad, also der Quotient aus der Leistung, die in eine Antenne gesteckt wird, und der tatsächlich abgestrahlten Leistung. Typischerweise wird der Wirkungsgrad in dB gemessen. Nachhallkammern erlauben es, diesen Parameter zu messen, was für eine kleine Antenne sehr schnell und genau geht.

Als Nachhallprüfsysteme populär wurden, baute Per-Simon Kildal, Professor für Antennensysteme an der Chalmers University of Technology in Schweden, ein Forschungsprojekt über Nachhallräume und ihre Fähigkeit zur Analyse von Antennen auf. Auf Basis seiner Forschungsergebnisse gründete er die Firma Bluetest. Das anfangs kleine Startup-Unternehmen wuchs nach 2010 erheblich. Etwa zu dieser Zeit wurde mit 4G die vierte Generation

mobiler Systeme (LTE) zusammen mit MIMO eingeführt. Diese Entwicklung warf einige komplizierte Fragen auf wie die nach dem Leistungstest dieser Systeme.

Zum Glück für Bluetest erwiesen sich Nachhallkammern für 4G- und MIMO-Tests als sehr effizient, schnell, kostengünstig und genau. Heute verwenden im Wesentlichen alle Mobiltelefonhersteller weltweit Bluetest-Equipment, um ihre Antennen- und Funkleistung zu testen.

Messung der Antennenleistung

Die Nachhallsysteme von Bluetest führen passive und aktive Tests durch, um festzustellen, wie gut ein Gerät funktioniert (**Abb. 1**). Bei passiven Tests wird vorwiegend der Antennenwirkungsgrad gemessen, bei aktiven Tests die gesamte abgestrahlte Leistung sowie die gesamte isotrope Empfindlichkeit im Sender bzw. Empfänger des Prüflings (device under test). Bei aktiven Tests sind Sender und Empfänger eingeschaltet. Aktive Messungen geben einen Überblick über die Leistung des Prüflings als Ganzes. Beide Tests können sicherstellen, dass das Gerät, etwa ein Mobiltele-

fon, den Vorschriften und Kundenanforderungen entspricht.

Alle Nachhall-Testsysteme und Produkte von Bluetest werden in der Hauptniederlassung in Göteborg entwickelt und hergestellt. Das RTS enthält zahlreiche Komponenten wie Wände aus reflektierendem Material, eine Referenzantenne, vier bis sechzehn Messantennen mit unterschiedlichen Polarisationen, Modenrührer oder HF-Schnittstellen. Nach der Produktion wird das recht kompakte System in einer großen Holzkiste verpackt und an Kunden in der ganzen Welt verschickt.

Vom Design zur Validierung

Bluetest entwickelt derzeit eine neue Technologie, die in Nachhallprüfsystemen für Millimeterwellen-Anwendungen (mmWave) zum Einsatz kommen soll – einschließlich des 5G-mmWave-Bandes, bei dem die Mittenfrequenz um eine Größenordnung höher liegt als bei herkömmlichen Mikrowellen-Anwendungen. Die Hochgeschwindigkeitskommunikation stützt sich auf eine große Bandbreite, die aus der hohen Trägerfrequenz resultiert.

Eines der beliebtesten Antennendesigns für Breitbandanwendungen ist eine sich verjüngende Schlitzantenne, die Vivaldi-Antenne. Bei Antennen ist es erforderlich, von niedrigen zellularen Bändern um 650 MHz bis zu über 40 GHz alles testen zu können.

Die Wellenlänge in Millimeterwellen-Bauelementdesign ist viel kleiner als die Mikrowellenlänge. Daher würde jede geringfügige physikalische Veränderung aufgrund von thermisch-strukturellen Effekten oder Fertigungstoleranzen die Leistung beeinträchtigen. So gilt es, die Leistung solcher Bauelemente durch Simulation zu validieren. Bluetest verwendete die Software COMSOL Multiphysics® und das RF Module Add-On, um ihre Antennen- und Schaltungsentwürfe, einschließlich der Vivaldi-Antenne, zu optimieren.

Der erste Prototyp des Vivaldi-Antennendesigns wurde in einem 1,6 Millimeter dicken Verbundmaterial aus Glasfasergewebe und Epoxidharz (FR4-Substrat) modelliert. Die Simulation und die erste Iteration dieser Antenne zeigten einige Probleme in Bezug auf Montage, Größe, Stabilität und

Wirkungsgrad bei niedrigen Frequenzen auf. Diese Erkenntnisse ermöglichten es, eine verbesserte Vivaldi-Antenne durch Einführung von Bézier-Kurven für die Modellgeometrie zu simulieren (Abb. 2).

Bluetest simulierte, konstruierte und testete auch die Effizienz einer Breitband-Monopolantenne für den Ultrabreitbandbetrieb von 6 bis 67 GHz. Dieser Antennentyp kommt in den Nachhall-Testsystemen für 5G-Messungen zum Einsatz. Er hilft auch, das System vielseitiger zu machen, da er für die Messung keinen Austausch der Standard-Testantenne benötigt.

Die Simulation ist aber nicht auf Antennendesigns beschränkt. Um die Leistung der Nachhallkammer zu verbessern, untersuchte Bluetest nicht nur die resonante Eigenmode eines kundenspezifischen Hohlraums, sondern entwickelte mithilfe des RF Module auch Übergänge von elektrischen Schaltkreisen zu Wellenleitern.

Fortschritte in der Technologie

Simulationen und Messtechnik ergänzen sich vollständig: In den Anfangsphasen der Konstruktion

eines Designs sind Simulationen erforderlich. Messungen bestätigen später, dass das physikalische Gerät richtig funktioniert. Die Systeme von Bluetest werden ständig aktualisiert, um mit dem Fortschritt der Wireless-Technologie Schritt zu halten, insbesondere im Mobilfunk. Durch 5G hat sich der Arbeitsbereich mobiler Systeme von etwa 2,6 GHz auf 40 GHz erweitert. Um mit dieser Entwicklung Schritt zu halten, hat Bluetest daran gearbeitet, so viele Frequenzbänder wie möglich zu unterstützen. Die Simulation hilft, sich darauf zu konzentrieren, die RTS-Testzeit und die Messgenauigkeit zu verbessern und gleichzeitig die Testkomplexität auf einem hohen Niveau zu halten.

Auch in der Zukunft der Wireless-Technologie möchte Bluetest eine wichtige Rolle spielen und mitwirken, den Internetzugang in den Teilen der Welt zu ermöglichen, in denen er noch fehlt.

Die Autorin

Rachel Keatley (Content Writer bei COMSOL)
COMSOL Multiphysics ist ein eingetragenes Warenzeichen von COMSOL AB, www.comsol.com.

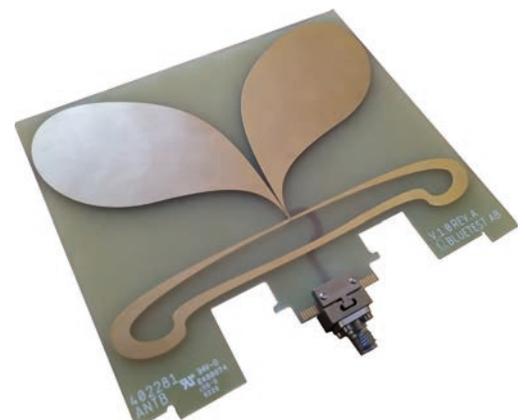
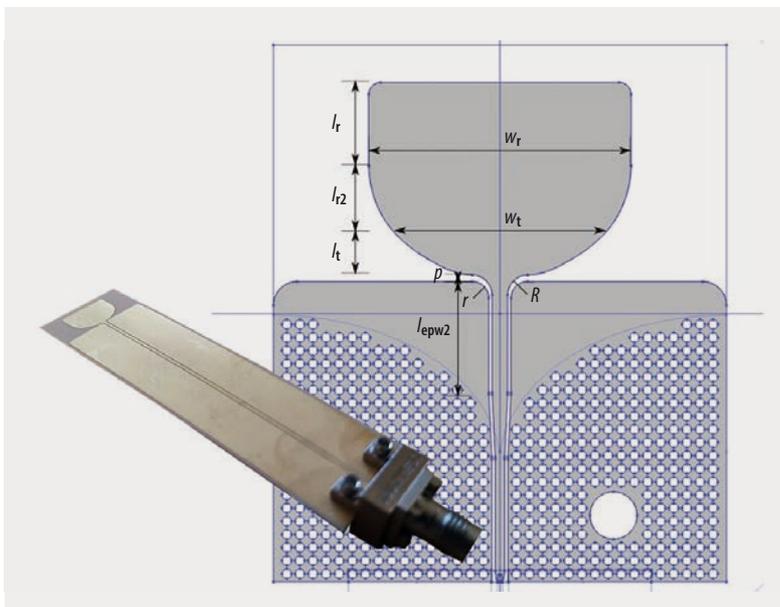


Abb. 3 Diese Antennen wurden mithilfe von COMSOL Multiphysics® entworfen.