

Antennen für kleine LTE-Basisstationen angepasst für maximale Effizienz

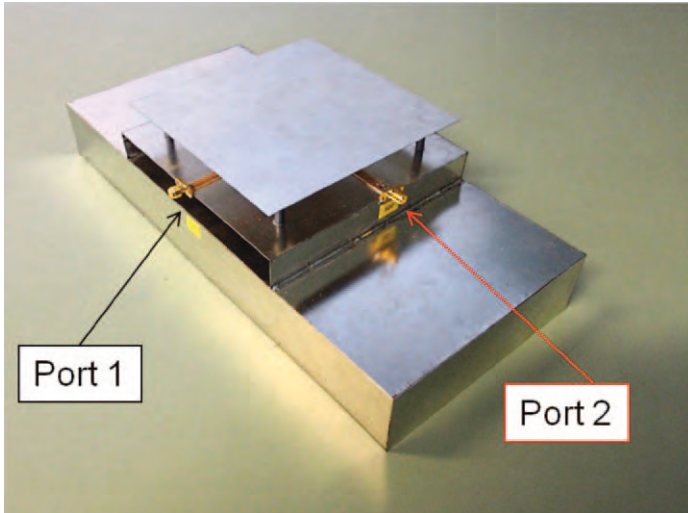


Bild 1: Der ursprüngliche Prototyp wurde von Pulse gebaut und getestet, um Ausgangsdaten vor Simulationsbeginn zu sammeln.

Pulse Electronics entwickelte ein einzigartiges, softwarebasiertes und hocheffizientes Verfahren zur Entwicklungsoptimierung von Antennen

Beim Entwerfen von Antennen für Basisstationen und Mobilfunkgeräte ist es während des Entwicklungsprozesses unerlässlich, dass das Mitschwingen der Antenne bei den korrekten Betriebsfrequenzen sichergestellt wird. Dieser Artikel veranschaulicht, wie Pulse Electronics (Pulse) ein einzigartiges, softwarebasiertes Verfahren entwickelt hat, um seine Antennensysteme mittels einer Kombination aus der Systemdesignsoftware Microwave Office® von AWR und der Software Optenni Lab™ von Optenni zur Entwicklung von Anpassungsschaltungen und Analyse von Antennen zu entwerfen, abzustimmen und zu optimieren. Das Endergebnis dieses firmenübergreifenden Entwicklungsprozesses führte zu einem leistungsfähigeren Produkt, einem kostengünstigeren

Design sowie einer kürzeren Markteinführungszeit.

Obwohl die Idee eines Anpassungsschaltungsdesigns unkompliziert und sehr ansprechend klingt, gibt es ein paar Richtlinien, die befolgt werden müssen. Erstens ist es wichtig, aus

Gründen der Effizienz zu optimieren und nicht aufgrund der bestmöglichen Impedanzanpassung. Zweitens sollten realistische Bauteilmodelle von Induktoren und Kondensatoren beim Anpassungsschaltungsdesign verwendet werden, da die Unterschiede zwischen einer idealen und einer realen Komponente häufig maßgeblich sind. Drittens sollte die Sensibilität der Anpassungsschaltung hinsichtlich der Bauteiltoleranzen gut dokumentiert und verifiziert sein.

Neuartiges Antennendesign

Das in diesem Artikel vorgestellte Antennendesign basiert auf der Arbeit von Pulse an Antennen für kleine Basisstationen. Verwendet wurden hierbei gerichtete Patchantennen mit zwei Signaleingängen, die vertikale und horizontale Polarisierungen aufweisen. Die Betriebsfrequenz des Antennensystems liegt bei 880-960 MHz im Frequenzband 8 für LTE.

Prototyp der Antenne

Eine der ersten Herausforderungen für Pulse bestand darin, die Signaleingangsstruktur in den beschränkten Platz zu integrieren. Zu Beginn wurde eine Aperturkopplungsstruktur gewählt, da diese traditionell aufgrund der orthogonalen Modi gute Eigenschaften bei der Port-to-Port-Isolierung aufweist. Aufgrund der niedrigen Betriebsfrequenz von 880-960 MHz galt die physikalische Größe der Eingangsapertur als zu groß (Überschreitung des beschränkten Platzes), wenn diese symmetrisch ist. Daher entstand eine asymmetrische Konfiguration: Die Eingangsapertur von Anschluss 1 hatte eine optimale Länge, die Eingangsapertur von Anschluss 2 war kurz, stellte sich jedoch durch Ausbreiten der Arme am Ende der Öffnung auf die Frequenz ein. Abbildung 1 zeigt den Prototyp der Antenne.

Anstatt die traditionelle Trial-and-Error-Methode zu benutzen, setzte Pulse auf die virtuelle Erstellung von Prototypen,

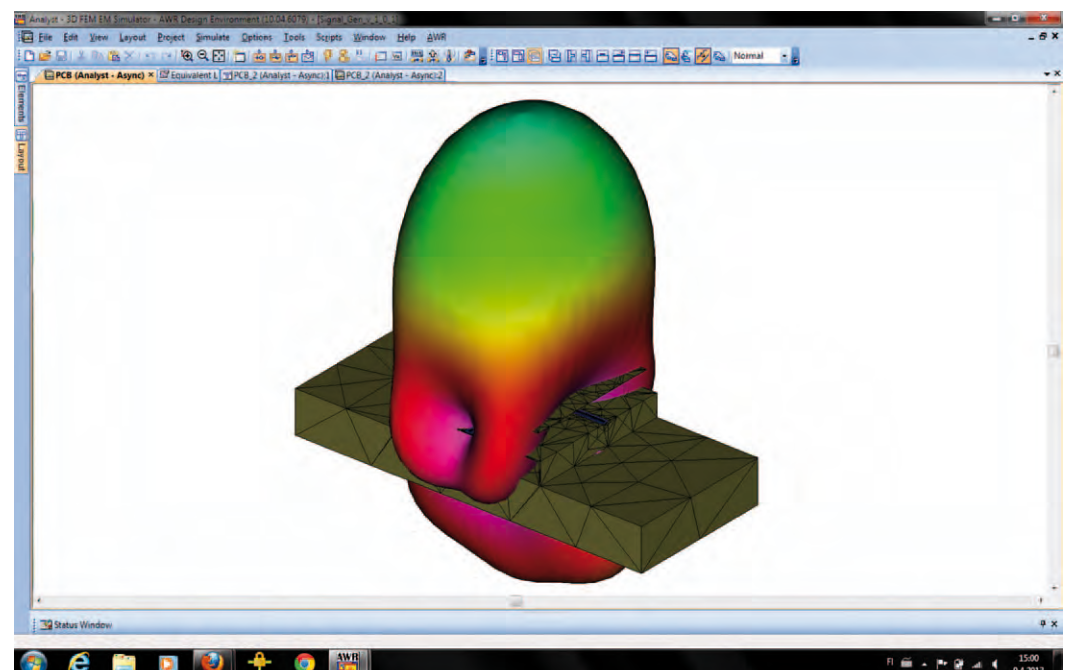


Bild 2 zeigt das Layout der Software Analyst™ und die Strahlungscharakteristik von Anschluss 1.

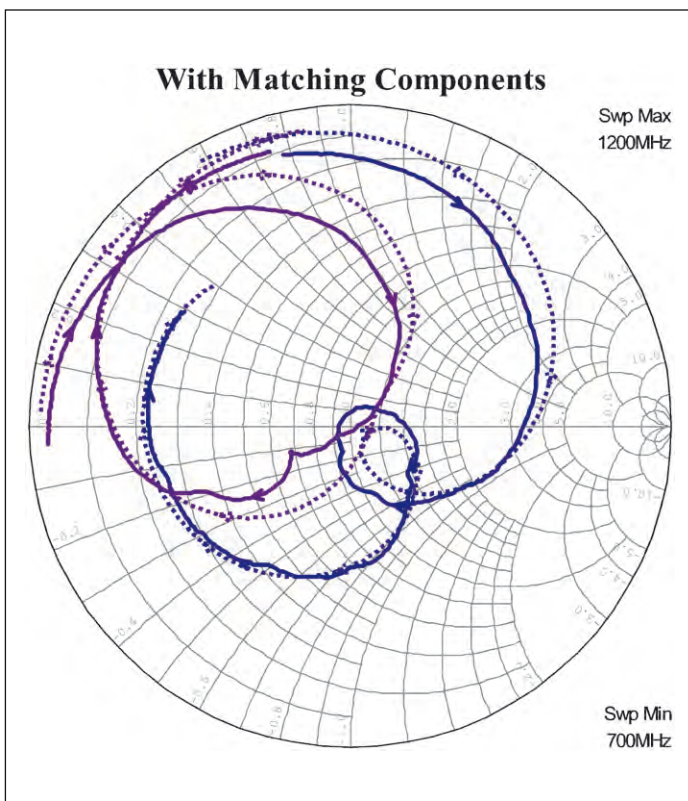


Bild 3: Simulierte (gestrichelte Linie) und gemessene (durchgezogene Linie) Port-Impedanzen mit der Anpassungsschaltung.

spricht den Gebrauch von Simulationssoftware (Synthese und Analyse). Durch die Simulation wurde die Anpassung von Anschluss 2 schlicht durch das Hinzufügen einer LC-Anpassungsschaltung erreicht. Die Originalantenne sowie der Aufbau des Speiseelements wurden dabei weder beeinflusst noch verändert. Dies führte zu einer erheblich verkürzten Entwicklungszeit.

Antennensimulation

Die Antenne selbst wurde mit einer Zielbandbreite von 880-960 MHz unter Verwendung der Software Analyst™ von AWR simuliert, die innerhalb von Microwave Office® eine dreidimensionale EM-Simulation ermöglicht. Bei diesem Entwurf war ein vollständiger 3D-EM-Simulator notwendig, da die Eingangsleitungen von einem engen Leiterplattensubstrat mit so begrenzten Dielektrika unterstützt wurden, dass

Kantenkopplungen berücksichtigt werden mussten.

Die ersten Messergebnisse zeigten, dass Anschluss 1 grundsätzlich gut abgestimmt war, Anschluss 2 jedoch eine Anpassungsschaltung zum Abstimmen der Resonanz benötigte. Die Isolierung zwischen den Anschlüssen war sehr gut und lag in einem Bereich von -40 dB. Bild 2 zeigt das Layout der Software Analyst™ und die Strahlungscharakteristik von Anschluss 1.

Angepasstes Schaltungsdesign

Der nächste Schritt war der Einsatz der Software Optenni Lab™ für das Anpassungsschaltungsdesign von Anschluss 2. Die Impedanzdaten der Antenne wurden von einer Touchstone-Datei gelesen, die Betriebsfrequenzbereiche wurden eingegeben und die gewünschte Anzahl an Komponenten sowie die gewünschte Komponentenbaureihe ausgewählt. Innerhalb von Sekunden bot Optenni

Lab™ mehrfache, optimierte Anpassungsschaltungstopologien. Die resultierende Anpassungsschaltung wurde im Hinblick auf maximale Effizienz im Frequenzband synthetisiert. Die verbliebenen Schritte zur Feinabstimmung umfassten Layout-Details zum Platzieren einzelner Komponenten.

Das parallele Layout in Serie nahe Anschluss 2 wurde geerdet, indem ein Streifen um die Leiterplattenkante gefaltet und anschließend auf die Grundplatte gelötet wurde. Das wiederum änderte die Anpassung, da die Erdung des Shuntkondensators ebenfalls Induktivität beinhaltet, und es gab eine Verzögerung von ein paar Grad zwischen dem ersten und dem letzten Element.

Während sich die Differenz zwischen idealer und realer Anbindung als sehr klein herausstellte, fiel die zur Antenne gelieferte Leistung um 0,2 dB im Frequenzband. Weitere Feinabstimmungen mit dem Entwurf zeigten eine geeignetere und zweckmäßigere Komponentenauswahl, was den Leistungsverlust auf 0,1 dB reduzierte. Nach der Feinabstimmung wurden die angepassten Komponentenwerte als in Serie platzierter 5,6-nH-Induktor, 2,2-pF-Parallalkondensator und in Serie platzierter 2,7-pF-Kondensator derselben Baureihe von Murata wie bisher ermittelt.

Messungen

Schließlich wurde der angefertigte Antennenprototyp bei Pulse mit den Anpassungsschaltungskomponenten gemessen. Das Smith-Diagramm (Bild 3) zeigt die simulierten und gemessenen Port-Impedanzen mit der Anpassungsschaltung. Die Übereinstimmung zwischen den Simulationen und den Messungen insgesamt war gut.

Fazit

Die Methodik des virtuellen Softwaredesigns, die in diesem Anwenderbericht beschrieben wird, bietet einen „First-Time-Right“-Entwicklungsprozess

für Anpassungsschaltungen, der effizienter und kostengünstiger ist als traditionelle Methoden. Er liefert den Entwicklern von Antennen quantitative Richtlinien für die Frequenzabstimmung von Antennen, was für ein qualitativ höherwertiges Produkt sorgt. Sie war besonders aufschlussreich in Bezug auf die Entwicklung der neuartigen aperturgekoppelten Patchantenne mit dualen Eingängen und Einzelstrahler für LTE-Antennen für kleine Basisstationen.

Über die Autoren:

Kimmo Honkanen

RF Engineer
Pulse Electronics
www.pulseelectronics.com/

Kimmo Honkanen erwarb im Jahr 2006 seinen Abschluss in Informationstechnologie im Rahmen des Kajaani Polytechnic Communications and Transport Degree Programme. Er arbeitet seit fünf Jahren als HF-Ingenieur bei Pulse Electronics Kempele, Finnland.

Jussi Rahola

Managing Director
Optenni Ltd
www.optenni.com

Jussi Rahola machte seinen Abschluss als Doctor of Science (Tech.) in numerischer Mathematik an der Aalto University, Finnland im Jahr 1996. Er hat bereits für das CSC-IT Center of Science, Finnland und für das Nokia Research Center, Finnland gearbeitet. Seit 2009 ist er Managing Director bei Optenni Ltd. und auf die Entwicklung der Optimierungssoftware Optenni Lab® für Anpassungsschaltungen spezialisiert.

Dr. Jaakko Juntunen

Head of EM Applications
AWR Europe
www.awrcorp.com/

Jaakko Juntunen erhielt im Jahr 1995 seinen MSc in Mathematik und angewandter Physik von der Helsinki University of Technology und schloss seine Doktorarbeit 2001 mit einer Diplomarbeit zum Thema „Finite-Differenzen-Methode im Zeitbereich“ ab.