

Abstract

Kühnke, Lutz:

Realisierung und Kalibrierung aktiver Antennensysteme mit digitaler Strahlformung

Aktive phasen- und amplitudengesteuerte Gruppenantennen sind hochkomplexe elektronische Systeme, die eine Vielzahl von unterschiedlichsten Fehlereffekten aufweisen. Diese können die erzielbaren Leistungsdaten bei Strahlformung und hochauflösender Richtungsschätzung in der praktischen Anwendung stark beeinträchtigen. Nach einer Darstellung der klassischen Theorie von Gruppenantennen und Verfahren zur Array - Signalverarbeitung werden Fehlereffekte in aktiven Antennensystemen und deren Konsequenzen beschrieben, wobei insbesondere die gegenseitige Verkopplung zwischen den Antennenelementen berücksichtigt ist.

Um den optimalen Betrieb des Antennensystems wieder herzustellen, können geeignete Kalibrierungsverfahren eingesetzt werden. Daher wird eine ausführliche Übersicht über existierende Verfahren zur Fehlerkorrektur und Verkopplungskompensation geliefert. Besonders interessante Methoden werden aufgegriffen und anhand numerischer Simulationen am Beispiel einer linearen und einer planaren Antennengruppe in Streifenleitungstechnologie im Detail analysiert und bewertet. Dies erfolgt auf der Basis einer Vollwellenanalyse beider Antennenanordnungen, die mit der Momenten - Methode durchgeführt wurde. Obwohl die untersuchten Verfahren prinzipiell zum jeweils gewünschten Ergebnis führen, weisen alle deutliche Limitierungen in ihrer Anwendungsflexibilität und ihrem Implementierungsaufwand auf. Daher wird eine neue, universelle und gleichzeitig vergleichsweise einfache Methode zur Lösung des Kalibrierungsproblem vorgestellt, die ein sehr gutes Leistungsvermögen besitzt.

Der praktische Nachweis des Verfahrens erfolgt anhand eines vollständig realisierten, linearen Antennensystems mit digitaler Strahlformung für 8 Elemente für das niedrige Ku-Band bei 12.7 GHz. Es zeichnet sich insbesondere durch die mit einer aktiven Vielkanal - Vorstufe integrierte Antennengruppe auf einem Multilayer - Substrat aus. Ferner wird die Leistungsfähigkeit bei Anwendung auf ein planares Antennensystem mit digitaler Strahlformung für 25 Elemente im L-Band demonstriert. Mit beiden Antennensystemen werden mit Hilfe des Kalibrierungsverfahrens Strahlformung, Störerunterdrückung und Richtungsschätzung mit Erfolg vorgeführt.

Schlagwörter: Kalibrierung, Digitale Strahlformung, Verkopplung