

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE DE RENNES 1

ECOLE DOCTORALE N° 601
*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*
Spécialité : *Électronique*

Par

Nicolas MÉZIÈRES

Contributions to Fast and Accurate Antenna Characterization

Soutenance à Rennes, le 25/08/2021
Unité de recherche : IETR UMR CNRS 6164

Rapporteurs avant soutenance :

Geneviève Mazé-Merceur Directrice de recherche, CEA CESTA, Le Barp, France
Olav Breinbjerg Professeur, DTU, Lyngby, Danemark

Composition du Jury :

Examineurs : Geneviève Mazé-Merceur Directrice de recherche, CEA CESTA, Le Barp, France
Olav Breinbjerg Professeur, DTU, Lyngby, Danemark
Thomas Eibert Professeur, TUM, Munich, Allemagne
Gwenn Le Fur Ingénieur-chercheur, CNES, Toulouse, France
Jean-Marie Lerat Responsable département, LNE, Trappes, France
Dir. de thèse : Benjamin Fuchs Chargé de recherche CNRS, IETR, Rennes, France

Invité(s)

Laurent Le Coq Ingénieur de recherche, IETR, Rennes, France (encadrant de thèse)
Michael Mattes Professeur associé, DTU, Lyngby, Danemark
Alexandre Chabory Professeur associé, ENAC, Toulouse, France
Lars Jacob Foged Directeur scientifique de MVG, Pomezia, Italie

Titre : Contributions à la Caractérisation Rapide et Précise d'Antennes

Mots clés : Électromagnétisme, métrologie, antennes, reconstruction parcimonieuse, éléments finis.

Résumé : Cette thèse traite de la caractérisation du diagramme de rayonnement des antennes afin d'améliorer l'utilisation des systèmes de mesure existants.

Deux approches sont proposées en vue d'accélérer la mesure du diagramme de rayonnement des antennes en diminuant le nombre d'échantillons requis.

La première exploite la décomposition parcimonieuse du champ rayonné par les antennes dans la base des ondes sphériques et nécessite seulement la connaissance de la dimension électrique maximale de l'antenne.

La seconde approche utilise les dimensions externes de l'antenne et la surface de mesure afin de construire numériquement une base adaptée au problème de mesure d'antenne.

Pour ces deux techniques, le nombre minimal d'échantillons du champ requis et une estimation du gain en temps de mesure à l'IETR sont donnés, montrant ainsi leur intérêt.

En complément, une stratégie permettant d'optimiser le positionnement de l'antenne en post-traitement au sein de la base de mesure a été proposée afin d'améliorer la qualité du diagramme de rayonnement reconstruit.

Toutes les procédures de mesure et traitements associés ont été validés sur des données numériques et expérimentales provenant d'antennes de types variés, opérant dans diverses bandes de fréquence et mesurées dans plusieurs chambres anéchoïdes, démontrant ainsi leur caractère général.

Title: Contributions to Fast and Accurate Antenna Characterization

Keywords: Electromagnetism, metrology, antennas, sparse recovery, finite elements.

Abstract: This thesis deals with the characterization of antenna radiation patterns to improve the use of existing measurement systems.

Two approaches are proposed in order to speed up the measurement of these radiation patterns, which is achieved by reducing the required number of field samples.

The first one exploits the sparse spherical wave expansion of the field radiated by antennas. It only requires to know the maximum electrical dimension of the antenna.

The second approach exploits the antenna external geometry and the measurement surface shape in order to build numerically an expansion basis tailored to the characterization problem.

For both techniques, the minimal number of required field samples and an estimation of the field acquisition time at the IETR facilities are given, showing their potentialities to speed up the antenna measurements.

Besides, an optimization strategy of the antenna positioning in post-processing is proposed. This procedure improves the quality of the reconstructed antenna radiation pattern from a given measurement.

All the proposed methods have been validated using numerical and experimental datasets from various antenna types, different operating frequency bands and measured in several facilities, demonstrating thereby their versatility and generality.