



THÈSE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1
sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne

pour le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1
Mention : Traitement du Signal et Télécommunications

Ecole doctorale Matisse

présentée par

Samsul Haimi DAHLAN

Préparée à l'unité de recherche (UMR CNRS 6164, IETR)
Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes Université
de Rennes 1

**Contribution to the body of
revolution finite-difference
time domain (BoR-FDTD)
method – Implementations
of hybrid and multi-
resolution approaches for
fast simulation of
electrically large axis-
symmetrical antenna
structures.**

**Thèse soutenue à Université de
Rennes 1 le 13 Janvier 2012**

devant le jury composé de :

Mme Elodie RICHALOT

Professeur des Universités de Université de Paris-
Est / *rapporteur*

M. Michel NEY

Professeur, Télécom Bretagne / *rapporteur*

M. Alain REINEIX

Directeur de Recherche au CNRS, Université de
Limoges / *examineur*

M. Renaud LOISON

Professeur des Universités, INSA de Rennes, /
examineur

M. Anthony ROLLAND

Docteur de l'Université de Rennes 1, / *examineur*

M. Ronan SAULEAU

Professeur des Universités, Université de Rennes 1
/ *directeur de thèse*

Résumé

L'objectif de cette thèse est de contribuer au développement de nouveaux schémas numériques pour la modélisation électromagnétique d'antennes à symétrie de révolution. Les outils sont développés à l'aide des différences finies dans le domaine temporel exprimées en système de coordonnées cylindriques (méthode BoR FDTD).

Plus précisément, deux schémas spécifiques ont été incorporés dans le simulateur déjà existant au laboratoire, avec comme domaine d'application privilégié la modélisation rapide de grandes antennes axisymétriques. Le premier schéma repose sur l'utilisation de transformées champ proche – champ proche, et le second sur la méthode 'double grille'. Dans les deux cas, les algorithmes développés sont validés numériquement par l'analyse des performances d'antennes à simple ou double réflecteur(s). Les résultats obtenus (précision, temps de calcul) démontrent l'intérêt de ces formulations.

Sur le plan applicatif, nous avons également étudié les potentialités de sources compactes du type cornet SCRIMP. Celles-ci sont particulièrement intéressantes pour les applications spatiales en bandes C, S ou L. Le profil de plusieurs cornets a été optimisé par algorithme génétique (couplé au simulateur BoR-FDTD).

Abstract

This thesis focuses on the development of advanced numerical schemes for the electromagnetic modeling of antenna with rotational symmetry structures. The scheme is based on the body of revolution finite difference time domain (BoR-FDTD) expressed in cylindrical coordinate system.

In this work, two new numerical schemes have been developed and applied in the available BoR-FDTD software to help to accelerate the simulation of electrically large axis-symmetrical antenna structures (tens of wavelengths). The first scheme is based on the implementation of the near-field to near-field transformation technique, and the second scheme is based on the new multi-resolution approach called the "dual-grid" scheme. In both cases, the developed algorithms are validated with single or double reflector antenna systems, illuminated by axis-symmetrical horn antenna. The results are very good and help to highlight the advantage of using the same technique for the fast simulation of other similar problems.

In term of the application we have explored and analyzed new compact primary sources (referred as SCRIMP horn in the literature). These sources are particularly interesting for space applications in the C, S or L-band. The designs have been optimized using the existing optimization tool based on the combination between the BoR-FDTD method and the genetic algorithm. Several antenna designs were proposed and excellent results were also obtained.