

N° d'Ordre : 3911

THÈSE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Mention : Traitement du Signal et Télécommunication

PAR

Thai-Hung VU

Équipe d'accueil : IETR, Groupe Antennes et Hyperfréquences UMR
CNRS 6164, Campus de Beaulieu

École Doctorale : Matisse

Composante universitaire : Structure et propriété de la matière

**ANTENNE A BANDE INTERDITE ELECTROMAGNETIQUE (B.I.E) DIRECTIVE :
CONTRIBUTION A L'ELARGISSEMENT DE LA BANDE PASSANTE ET A
L'EVALUATION DE L'IMPEDANCE**

Version provisoire

Soutenance prévue le 12 Mai 2009 devant la Commission d'examen

COMPOSITION DU JURY :

A. De LUSTRAC	Professeur Université de Paris Sud, IEF	Rapporteur
Th. MONEDIÈRE	Professeur Université de Limoges, XLIM	Rapporteur
P. BRACHAT	HDR, Co-directeur du CREMANT France Telecom R&D	Examineur
A. YAKOLEV	Associate Professor University of Mississippi, USA	Examineur
Mme. A.C. TAROT	Maître de conférences Université de Rennes 1, IETR	Co-encadrant
S. COLLARDEY	Maître de conférences Université de Rennes 1, IETR	Co-encadrant
K. MAHDJOUBI	Professeur Université de Rennes 1, IETR	Directeur de thèse

Résumé

Ce travail de thèse porte sur les antennes directives à Bande Interdite Electromagnétique (BIE) ou à cavité Fabry Pérot (FP) et tente de résoudre leur deux problématiques majeures : i) difficulté d'évaluation et donc d'adaptation d'impédance et ii) faible bande passante en diagramme (de rayonnement) et en directivité.

Après un bref état de l'art, dans le chapitre I, sur les matériaux à BIE ainsi que sur leurs applications en micro-ondes et aux antennes, le chapitre II traite en détail des règles de conception des antennes BIE. Le chapitre III montre une étude théorique originale sur l'évaluation de leur impédance d'entrée. Pour ce faire, une méthode d'images dite « modifiée » est proposée. L'application de cette méthode nous a permis de réduire le problème de l'évaluation de l'impédance d'entrée d'une antenne à cavité, à un problème de réseau d'antennes ou plutôt de réseau de sources primaires judicieusement pondérées. La matrice de couplage mutuelle permet alors d'obtenir l'impédance d'entrée de l'antenne d'origine. Un processus d'adaptation de l'antenne à cavité excitée par une source simple, telle qu'un dipôle, est ensuite proposé. Le chapitre IV est consacré à l'étude des SSRs (Surface Semi Réfléchissante) combinées, composées de deux ou plusieurs SSRs simples. Leur propriété est de présenter une allure de phase non conventionnelle, dite inversée, qui permet d'élargir la bande passante des antennes à cavité. Le chapitre V détaille l'optimisation de la SSR combinée pour obtenir un maximum d'élargissement de la bande de fonctionnement de l'antenne BIE. Enfin, un exemple de réalisation est présenté pour confirmer les différents résultats théoriques obtenus, ainsi que les différentes étapes de la méthodologie de conception d'antenne que nous avons élaborée.

Mots clés : Antenne BIE, antennes directives, cavité Fabry Pérot (FP), SSR combinée, élargissement de la bande passante, impédance d'entrée, méthode d'images, analyse du couplage.

Summary

This thesis focuses on the directive EBG (Electromagnetic Band Gap) and FP (Fabry-Pérot) antennas and tries to solve their two major problems: i) the difficulty of the evaluation and matching of their impedance, and ii) their narrow directivity bandwidth.

After a brief state of the art in chapter I on the EBG structures as well as on their applications in microwave devices and antennas, chapter II presents the design aspects of the FP and EBG antennas. Chapter III proposes an original theoretical method to enable the evaluation of the input impedance of these antennas. To this end, a “modified image method” is proposed which transforms this subject to that of an antenna array composed of appropriately weighted primary sources. This model allows the evaluation of the input impedance by using the mutual coupling matrix. The resulting method is then used to match the input impedance of an FP cavity antenna excited by a simple dipole source. Chapter IV is devoted to the study of a combined PRS (Partially Reflecting Surface) composed of two or several single PRSs. This new structure shows a non conventional property: the phase of its reflection coefficient is an increasing function versus frequency. Chapter V uses this unusual property of the combined PRS to enlarge the bandwidth of the EBG antennas. An optimization process based on the Genetic Algorithm is set up to maximise the directivity bandwidth of FP antenna associated with a combined. Finally, an example of realization is presented to confirm the theoretical results and the design procedure.

Key words: EBG Antennas, directional Antennas, Fabry-Perot cavity (FP), combined PRS, bandwidth enlargement, input impedance, image method, mutual coupling analysis.