

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université de Batna  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Electrique

THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

**Doctorat en Sciences en Electronique**

Option

**Micro-ondes pour Télécommunications**

Par

**Fouad CHEBBARA**

Maître Assistant classe B à l'Université de Ouargla

Thème

**Etude des caractéristiques de résonance et de rayonnement des antennes microbandes réalisées avec des matériaux ayant une anisotropie de type électrique et magnétique**

Devant le jury

|                            |                       |           |                   |
|----------------------------|-----------------------|-----------|-------------------|
| <b><u>Président :</u></b>  | Mr. Djamel BENATIA    | Prof.     | Univ. Batna       |
| <b><u>Rapporteur :</u></b> | Mr. Tarek FORTAKI     | Prof.     | Univ. Batna       |
| <b><u>Examineurs :</u></b> | Mr. Abdelhafid CHAABI | Prof.     | Univ. Constantine |
|                            | Mr. Ramdane MAHAMDI   | Prof.     | Univ. Batna       |
|                            | Mr. Abderraouf MESSAI | M. C. (A) | Univ. Constantine |
|                            | Mr. Hachemi BOURIDAH  | M. C. (A) | Univ. Jijel       |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Introduction générale..... | 1 |
|----------------------------|---|

## Chapitre 1

### Méthodes d'analyse et techniques d'excitation des patches microbandes

|  |    |
|--|----|
| I. Introduction.....                               | 11 |
| II. Techniques d'excitation.....                   | 12 |
| III. Méthodes d'analyse.....                       | 14 |
| <i>III.1. Méthodes approximatives.....</i>         | 16 |
| <i>III.1. Méthodes Full-wave.....</i>              | 18 |
| IV. Références bibliographiques du chapitre 1..... | 21 |

## Chapitre 2

### Analyse par une approche spectrale d'un résonateur microbande réalisé sur un substrat ayant une permittivité et une perméabilité de forme tensorielle

|   |    |
|---|----|
| I. Introduction.....  | 26 |
| II. Théorie.....  | 28 |
| <i>II.1. Tenseur de Green pour un milieu multicouche ayant des substrats uniaxiaux caractérisés à la fois par une permittivité et une perméabilité tensorielle.....</i>         | 28 |
| <i>II.2. Application de la méthode des moments.....</i>   | 36 |
| III. Choix des fonctions de base.....   | 39 |
| IV. Convergence et comparaison des résultats numériques avec ceux de la littérature.....  | 40 |
| <i>IV.1. Convergence numérique.....</i>   | 40 |
| <i>IV.2. Comparaison des résultats numériques avec ceux de la littérature.....</i>  | 45 |
| V. Influence des deux paramètres de la permittivité et des deux paramètres de la perméabilité.....  | 48 |
| <i>V.1. Influence des deux paramètres de la permittivité.....</i>   | 48 |
| <i>V.2. Influence des deux paramètres de la perméabilité.....</i>   | 53 |
| VI. Interprétation physique des résultats obtenus.....  | 58 |
| <i>VI.1. Formule approximative de la fréquence de résonance d'un substrat uniaxial caractérisé à la fois par une permittivité et une perméabilité de forme tensorielle.....</i> | 58 |
| <i>VI.2. Explication physique des résultats obtenus.....</i>  | 59 |
| VI. Conclusion du chapitre 2.....   | 61 |
| VIII. Références bibliographiques du chapitre 2.....  | 63 |

## Chapitre 3

### Etude des caractéristiques de résonance des résonateurs microbandes empilés impliquant multimétallisations

|   |    |
|---|----|
| I. Introduction.....  | 72 |
| II. Théorie.....  | 74 |
| III. Approximation des densités de courant sur les disques circulaires..... | 78 |
| IV. Résultats numériques et discussion.....                                 | 79 |

|  |    |
|--|----|
| <i>IV.1. Résonateur microbande conventionnel circulaire</i> .....                  | 80 |
| <i>IV.2. Résonateur formé par un empilement de deux disques circulaires</i> .....  | 84 |
| <i>IV.3. Résonateur formé par un empilement de trois disques circulaires</i> ..... | 87 |
| V. Conclusion du chapitre 3.....   | 89 |
| VI. Références bibliographiques du chapitre 3.....                                 | 92 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>Conclusion générale</b> ..... | 100 |
|----------------------------------|-----|

|                      |     |
|----------------------|-----|
| <b>Annexes</b> ..... | 107 |
|----------------------|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <b>Annexe A</b>  |     |
| <b><i>Expressions analytiques spectrales des modes TM de la cavité à murs latéraux magnétiques</i></b> ..... | 108 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Annexe B</b>  |     |
| <b><i>Expressions analytiques spectrales des modes TM de la cavité à murs latéraux magnétiques avec singularités de bord</i></b> ..... | 110 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Annexe C</b>   |     |
| <b><i>Publications internationales dans le cadre de cette thèse</i></b> ..... | 112 |