

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

**Université de Batna  
Faculté Des Sciences de l'Ingénieur  
Département d'Electronique**

**Mémoire**

*Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Electronique*

**OPTION**

*Micro-ondes pour Télécommunication*

**PAR**

**Mounir AMIR**

**THEME**

---

***Analyse d'une antenne microruban à  
patch supraconducteur***

---

**Devant le jury :**

<b><u>Président :</u></b>	<i>Mr. Abdelmadjid BENGHALIA</i>	<i>Prof</i>	<i>U. Constantine</i>
<b><u>Rapporteur :</u></b>	<i>Mr. Tarek FORTAKI</i>	<i>M. C.</i>	<i>U. Batna</i>
<b><u>Examineurs :</u></b>	<i>Mr. Djamel BENATIA</i>	<i>Prof</i>	<i>U. Batna</i>
	<i>Mr. Nabil BENOUDJIT</i>	<i>M. C.</i>	<i>U. Batna</i>

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION -----	1
--------------------	---

### Chapitre I : LES MATERIAUX SUPRACONDUCTEURS

I.1. Introduction -----	6
I.2. Historique des supraconducteurs-----	6
I.3. Comportement magnétique des supraconducteurs -----	10
I.3.1. Lévitacion-----	10
I.3.2. Effet Meissner-----	11
I.3.3. Effets de Cohérence-----	12
I.4. Définition des matériaux supraconducteurs -----	12
I.4.1. Supraconducteurs de type I -----	13
I.4.2. Supraconducteurs de type II -----	14
I.5. Les théories sur les supraconducteurs -----	15
I.5.1. Théorie électromagnétique de London -----	15
I.5.2. La théorie BCS -----	21
I.6. Impédance de surface et Conductivité complexe -----	23
I.6.1. Résistance et réactance de surface-----	24
I.7. Applications -----	25
Applications liées à la résistance nulle-----	25
Applications liées à l'effet Meissner -----	25
Applications liées au phénomène de lévitation -----	26
Applications liées aux effets de cohérence -----	26
I.8. Conclusion-----	26

### CAPITRE II : MISE EN EQUATION DU PROBLEME

II.1. Introduction -----	28
II.2. Formulation théorique du problème de la fonction de Green -----	29
II.3. Détermination du tenseur de Green pour la structure étudiée -----	37
II.4. formulation des paramètres caractéristiques de l'antenne -----	43
II.4.1 Equation intégrale du champ électrique -----	43
II.4.2. Résolution de l'équation intégrale par la procédure de Galerkin-----	44

II.4.3. Calcul de la fréquence de résonance et la bande passante -----	46
II.4.4. Choix des fonctions de base-----	46
II.5. Conclusion-----	48

### **CAPITRE III : Résolution Numérique**

III.1. Introduction -----	50
III.2. Convergence et comparaison des résultats numériques-----	50
III.3. L'effet de l'épaisseur du substrat sur les caractéristiques de l'antenne -----	53
III.4. L'effet de l'épaisseur du patch sur les caractéristiques de l'antenne -----	56
III.5. L'effet de la température sur les caractéristiques de l'antenne-----	59
III.6. Conclusion-----	62

### **CONCLUSION GENERALE**

Conclusion générale -----	64
---------------------------	----

### **BIBLIOGRAPHIES**

Bibliographies -----	68
----------------------	----

### **ANNEXES**

Annexes -----	73
---------------	----

*Annexe A : Déterminer les composantes transversales en fonction des composantes  $E_z$  et  $H_z$*

*Annexe B : Démonstration de  $\bar{\mathbf{A}}$ ,  $\bar{\mathbf{B}}$  et  $\bar{\mathbf{g}}$ .*

*Annexe C : Détermination de la transformée de Fourier des fonctions de base issues du modèle de la cavité.*

***Résumé:***

Dans ces dernières années un grand intérêt a été observé dans le développement et l'utilisation de nouveaux matériaux dans la technologie micro-ondes. Particulièrement un intérêt spécial a été observé dans l'utilisation des matériaux supraconducteurs dans les circuits intégrés micro-ondes. Ceci est dû à leurs principales caractéristiques. Dans ce travail, le problème de la fréquence complexe d'un patch supraconducteur est formulé en terme d'une équation intégrale dont le noyau est la fonction dyadique de Green. La procédure de Galerkin est utilisée dans la résolution de l'équation intégrale du champ électrique. Des résultats numériques concernant l'effet d'un patch supraconducteur sur les caractéristiques de l'antenne sont présentées.

\*\*\*\*\*

***Abstract:***

In recent years, a great interest has been observed in the development and use of new materials in microwave technology. Particularly, a special interest has been observed in the use of superconducting materials in microwave integrated circuits. This is due to their main characteristics. In this work, the complex resonant frequency problem of a superconductor patch is formulated in terms of an integral equation which is the kernel of a dyadic Green's function. Galerkin procedure is used in the resolution of the electric field integral equation. Numerical results concerning the effect of a superconductor patch on the characteristics of the antenna are presented.