



N° d'ordre : 01/2015

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Mr : Ali EL ALAMI

Discipline : **Electronique**

Spécialité : **Télécommunications et Compatibilité électromagnétique**

Sujet de la thèse : « **Contribution à l'amélioration des performances d'antennes patch pour l'identification par radio fréquence (RFID)** »

Thèse présentée et soutenue le 10/01/2015 devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
EL BEKKALI Moulhime	PES	Ecole Supérieure de Technologie - Fès	Président
EL AMRANI EL IDRISSEI Najiba	PES	Faculté des Sciences et Techniques - Fès	Rapporteuse
RIFI Mounir	PES	Ecole Supérieure de Technologie - Casablanca	Rapporteur
RAHMOUN Mohammed	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées - Oujda	Rapporteur
BENBASSOU Ali	PES	Ecole Supérieure de Technologie - Fès	Examineur
BELKADID Jamal	PH	Ecole Supérieure de Technologie - Fès	Examineur
BENNANI DOSSE Saad	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées - Fès	Directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Laboratoire de Transmission et de Traitement de l'Information (L.T.T.I)



Etablissement : Ecole Supérieure de Technologie de Fès





Résumé de la thèse

Les travaux présentés dans cette thèse s'inscrivent dans la thématique d'Identification par Radio Fréquence (RFID) qui est une technologie émergente promettant d'être omniprésente dans un futur proche. Cette technique permet l'identification d'objets en échangeant des données à travers des signaux radio fréquence.

Cette thèse se divise en deux grandes parties, l'une est dédiée à une étude théorique et à une caractérisation d'une antenne patch circulaire par l'approche du modèle de la cavité résonante et l'autre est consacrée à une modélisation et à une optimisation des performances de trois antennes patch de forme rectangulaire. Ces deux types d'antennes seront destinés pour des applications RFID.

Dans la première partie, nous avons mis l'accent sur l'étude et la caractérisation d'une antenne patch circulaire excitée en modes transverses magnétiques d'ordres supérieurs (TM_{21} , TM_{31} , TM_{41} , TM_{51} et TM_{61}). Nous avons évalué les performances des caractéristiques de rayonnement de ce type d'antenne en termes de conductance totale d'entrée, d'impédance d'entrée et de directivité pour différents types de substrats diélectriques (Duroid-5880, Silicon, Indium Phosphide et Gallium Arsenide).

Dans la seconde partie, nous avons modélisé trois antennes patch de forme rectangulaire à polarisation linéaire. Nous avons ainsi contribué à l'amélioration des performances de ces antennes d'un point de vue adaptation, gain et bande passante autour d'une fréquence de résonance de 2.4 GHz. Ces performances ont été comparées avec d'autres publications.

Mots clés : RFID, modèle de la cavité résonante, antenne circulaire, antenne rectangulaire, modes d'ordres supérieurs, adaptation, gain, bande passante, directivité, impédance d'entrée, conductance totale d'entrée.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Généralités sur la technologie RFID	4
I. Introduction	5
II. Présentation générale de la technologie RFID	5
II.1. Historique de la RFID.....	5
II.2. Différents types d'identification	7
II.2.1. L'identification avec contact	7
II.2.2. L'identification sans contact.....	8
II.3. Applications et marché de la RFID.....	8
II.4. Avantages et inconvénients de la RFID.....	10
II.4.1. Avantages de la RFID.....	10
II.4.2. Inconvénients de la RFID	11
II.5. Les composants d'un système RFID	11
II.5.1. Les tags RFID	12
II.5.2. Le lecteur RFID	14
II.5.3. Système informatique ou système hôte	15
II.6. Constitution d'un tag RFID	16
II.6.1. Le circuit électronique	16
II.6.2. L'antenne du tag	19
II.6.3. Le packaging.....	20
II.7. Différents types d'étiquettes	20
II.7.1. Les étiquettes à lecture seule	20
II.7.2. Les étiquettes à écriture unique et lecture multiple	21
II.7.3. Les étiquettes à écriture et lecture multiple	21
II.8. Technologie du transpondeur	21
II.8.1. Dispositifs sans circuit intégré (chipless)	21
II.8.2. Dispositifs à semi-conducteurs (hors circuit intégré)	23
II.8.3. Dispositifs à circuit intégré.....	23
II.9. Principe de fonctionnement de la RFID	24
II.9.1. Schéma de principe.....	24
II.9.2. Couplage magnétique	24

II.9.3. Couplage électrique	25
II.10. Fourniture de l'énergie au tag.....	26
III. Bandes de fréquences et distances d'utilisation.....	28
III.1. Bandes de fréquences	28
III.1.1. Bande de fréquences entre 9 – 135 kHz	28
III.1.2. Bande de fréquences à 13.56 MHz.....	28
III.1.3. Bandes de fréquence à 869 MHz et à 915 MHz.....	29
III.1.4. Bande de fréquences à 2.45 GHz	29
III.1.5. Bande de fréquences à 5.8 GHz	29
III.2. Distances d'utilisation	29
IV. Régulations et normes RFID	30
IV.1. Les régulations des systèmes RFID	30
IV.2. La normalisation des systèmes RFID.....	32
IV.2.1. Standard ISO	32
IV.2.2. Standard EPCglobal	33
V. Conclusion.....	33
Chapitre 2 : Théorie des antennes microrubans	34
I. Introduction	35
II. Présentation générale sur les antennes microrubans.....	35
II.1. Description de l'antenne microruban.....	35
II.2. Avantages et inconvénients des antennes microrubans	36
II.3. Mécanismes de rayonnement de l'antenne patch	37
II.4. Amélioration des performances	38
II.5. Structures de base hyperfréquence	39
II.5.1. Ligne microruban.....	39
II.5.2. Ligne coaxiale.....	42
II.6. Techniques d'alimentation.....	43
II.6.1. Alimentation par contact.....	43
II.6.2. Alimentation sans contact.....	45
II.7. Caractéristiques de rayonnement	47
II.7.1. Les paramètres S	47
II.7.2. L'impédance d'entrée de l'antenne.....	48
II.7.3. Le rapport d'ondes stationnaires (ROS)	48
II.7.4. La directivité.....	49

II.7.5. Le gain	50
II.7.6. L'efficacité de l'antenne	50
II.7.7. La bande passante	51
II.7.8. Diagramme de rayonnement	51
II.7.9. Polarisation de l'antenne	52
III. Les méthodes d'analyse	53
III.1. Méthodes analytiques	53
III.1.1. Modèle de la ligne de transmission	53
III.1.2. Modèle de la cavité.....	56
III.2. Méthodes numériques.....	56
III.2.1. Méthode des éléments finis	57
III.2.2. Méthode des différences finies.....	57
III.2.3. Méthode des moments.....	57
III.2.4. Méthode d'intégration finie.....	58
III.3. Méthodes d'optimisation	58
III.3.1. Algorithmes génétiques.....	58
III.3.2. Réseaux de neurones artificiels	59
IV. Conclusion.....	59
Chapitre 3 : Etude et caractérisation d'antenne patch circulaire par l'approche de modèle de la cavité résonante.....	60
I. Introduction	61
II. Modèle de la cavité.....	61
II.1. Les champs rayonnés par l'antenne patch circulaire	62
II.2. Fréquences de résonance	65
II.3. Puissance de rayonnement.....	65
II.4. Conductances.....	66
II.4.1. Conductance de rayonnement.....	66
II.4.2. Conductance du diélectrique.....	66
II.4.3. Conductance de conduction	66
II.4.4. Conductance totale d'entrée.....	67
II.5. Directivité	67
II.6. Impédance d'entrée.....	67
III. Simulation.....	67
III.1. Point de démarrage.....	67

III.2. Résultats de simulation.....	68
III.2.1. Modes TM_{11} et TM_{21}	68
III.2.2. Modes TM_{31} , TM_{41} , TM_{51} et TM_{61}	73
IV. Conclusion.....	76
Chapitre 4 : Optimisation des performances des antennes patch rectangulaires	78
I. Introduction	79
II. Conception d'antennes patch rectangulaires	79
II.1. Choix de l'outil de simulation	79
II.2. La méthodologie de conception.....	79
II.3. Antenne patch rectangulaire excitée par un câble coaxial	80
II.3.1. Géométrie de base de l'antenne	80
II.3.2. Résultats de simulation	82
II.4. Antenne patch de forme « 2 » excitée par une ligne microruban	88
II.4.1. Géométrie de base de l'antenne	88
II.4.2. Résultats de simulation	89
II.4.3. Effet de la hauteur du substrat	90
II.4.4. Distribution des champs E et H	93
II.5. Antenne patch rectangulaire excitée par deux lignes identiques	94
II.5.1. Géométrie de base de l'antenne	94
II.5.2. Etude paramétrique	95
II.5.3. Résultats de simulation optimisés.....	97
III. Conclusion.....	101
Conclusion générale et perspectives	102
Annexes.....	104
Annexe A.....	105
Annexe B.....	106
Annexe C.....	108
Liste des publications	112
Liste des communications.....	113
Bibliographie	114