



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur MOHAMED EL HAMMOUMI

Discipline : Sciences de l'Ingénieur
Spécialité : Electronique et Télécommunication

Sujet de la thèse

Circularly polarized planar antennas & AMC Metasurfaces for 5G-IoT applications

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et informatique "

Thèse présentée et soutenue **le lundi 15 juillet 2024 à 10h** au Centre des Conférences de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ÉTABLISSEMENT	
Mohcine ZOUAK	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Zouhair GUENOUN	PES	Ecole Mohammedia des Ingénieurs de Rabat	Rapporteur
Mohammed BENBRAHIM	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Rapporteur
Aicha ALAMI HASSANI	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Faisel TUBBAL	PH	Faculty of Engineering & Information Sciences Australia	Examineur
Kamal ZARED	PH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
Najiba EL AMRANI EL IDRISSI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Signaux, Systèmes et Composants
Établissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Résumé de la thèse

La connectivité omniprésente du monde au moyen de la technologie sans fil 5G et au-delà est un projet très intéressant et universel qui encourage une multitude de chercheurs à travers le monde à travailler en synergie sur sa réalisation avec des performances élevées. Dans ce contexte, une méga-constellation de CubeSat en orbite terrestre basse (LEO) joue un rôle central pour soutenir le réseau terrestre et conduit donc à une couverture mondiale, en particulier dans les zones reculées. En effet, des antennes plus compactes avec des performances élevées comme une large bande, un gain élevé, une directivité élevée ainsi qu'un rapport avant/arrière (FBR) élevé sont des caractéristiques très exigeantes pour les antennes du CubeSat. Afin de répondre aux exigences de débit de données élevé et d'ultra-fiabilité pour une telle liaison de communication point à point à telle fréquence de fonctionnement, les performances susmentionnées sont essentielles mais insuffisantes pour surmonter le problème des pertes de signal dues par exemple à des évanouissements par trajets multiples ou à un mauvais alignement des antennes de réception et d'émission. Cela entraînera une perte de données ou des points morts du côté du récepteur. Contrairement à l'antenne à polarisation linéaire, l'antenne à polarisation circulaire (CP) est robuste pour éviter le problème susmentionné de perte de données et une communication de données interrompue à grande vitesse peut être obtenue. Malgré leur largeur de bande intrinsèquement étroite et leur caractéristique de polarisation linéaire, les antennes planes sont parmi les meilleures candidates qui peuvent être correctement conçues afin d'obtenir les meilleures performances, y compris l'obtention de la polarisation circulaire du rayonnement. Dans cette thèse, premièrement, deux antennes patch micro-ruban (MPAs) sont conçues pour obtenir des résultats intéressants et compétitifs. La première est polarisée linéairement et offre un gain élevé et une large bande à la fréquence de résonance de 28 GHz. Cependant, la seconde est plus importante car elle fournit une double bande ultra-large avec une double polarisation circulaire. De plus, un gain élevé est obtenu simultanément dans la bande inférieure (la bande X à 10 GHz) et dans la bande supérieure (la bande K à 25,6 GHz). Deuxièmement, trois configurations différentes d'antenne monopole imprimée alimentée (PMA) par un guide d'onde coplanaire (CPW) chargée d'une métasurface AMC comméréflecteur, sont conçues et étudiées. La première, est une antenne polarisée linéairement et fournit un gain élevé avec une ultra-large bande d'impédance qui atteint 193,1% à la fréquence opérationnelle de 5,8 GHz. Cependant, les deux autres fournissent un rayonnement de polarisation circulaire avec des



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

performances compétitives en termes de gain, de la largeur de bande de gain à -3dB, de la largeur de bande du rapport axial à 3dB et de la largeur d'impédance à -10dB. Elles fonctionnent respectivement à 8,5 et 8 GHz. La dernière configuration présente un très haut niveau de défi qui permet d'obtenir, à notre connaissance, un résultat sans précédent de largeur de bande du rapport axiale d'environ 98,75 % avec une structure simple (très peu de complexité). Il convient de noter qu'une autre caractéristique importante de l'utilisation de la métasurface du conducteur magnétique artificiel (AMC) comme réflecteur, est sa capacité à protéger les composants électroniques à l'intérieur du corps du CubeSat contre les ondes électromagnétiques puisqu'elle réfléchit le lobe arrière du radiateur vers l'avant dans la direction de l'axe de visée de l'antenne. Enfin, tout résultat de simulation des paramètres de nos antennes conçues et fabriquées est validé avec celui de la mesure à l'intérieur d'une chambre anéchoïque située au laboratoire de l'École d'ingénierie électrique, informatique et des télécommunications, université de Wollongong, Nouvelle-Galles du Sud, Australie.

Mots clés : 5G; CubeSat; Mega-constellation; LEO; CP; CPW; PMA; MPAs, AMC.