RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Conception et démonstration d'antennes de type réseau transmetteurs compacts, multifaisceaux et bi-bande à balayage électronique pour les applications télécom à haut débit.

Référence : **PHY-DEMR-2024-10**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2024	**Date limite de candidature : :** Mai 2024

Mots clés

Transmit-array, Discrete-array, télécommunications à haut débit, bande Ka, éléments actifs, unit-cell, diodes PIN, Beam-Forming/Steering.

Profil et compétences recherchées

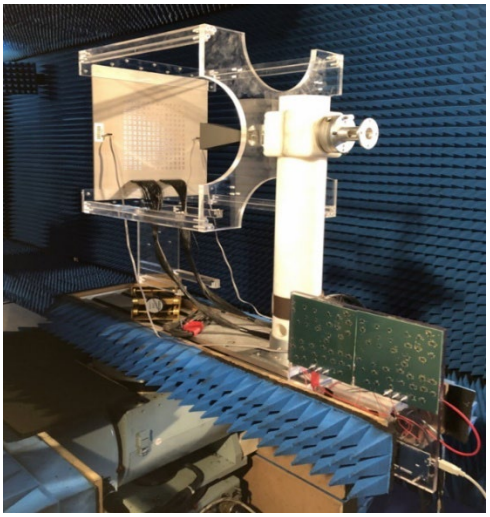
Ecole d'Ingénieur / Master

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Plusieurs applications imposent l'utilisation d'antennes directives à reconfiguration de faisceau(x) (dépointage/formation de faisceau, antennes multifaisceaux, etc.). Actuellement, ces applications concernent davantage le secteur spatial (bandes L, S, C, X, Ku et Ka) et les systèmes de communications à courte portée et haut débit en bandes V et W (Projet Européen MiWavesS pour la 5G [ref : http://www.miwaves.eu/]). A plus long terme, des applications sont envisagées dans les domaines de l'imagerie ou la télédétection dans les bandes millimétriques élevées ou submillimétriques.
Pour répondre à ces besoins, une topologie antennaire intéressante repose sur l'utilisation de réseaux planaires en transmission (transmit-array, discrete lens antennas).
Les antennes satellites à fort gain en bande Ka (et bande X) permettent d'assurer des transmissions de données à haut débit (HTS) et sont requises pour l'installation sur des plates-formes à haute altitude (HAP) ou pour des stations de réception sol. Des approches traditionnelles pour assurer l'agilité du balayage de faisceau sont basées soit sur du balayage électronique, soit sur du balayage mécanique.
Des travaux récents réalisés par l'ONERA et le laboratoire INP/LAPLACE de l'Université de Toulouse (thèse de Jeanne Pagés-Mounic 2021) ont montré l'intérêt d'une lentille mono-bande (10 GHz) assurant un dépointage mécanique à la fois en azimut et en élévation. Ces travaux ont porté sur le développement de cellules à changement de polarisation (linéaire-circulaire) en bande X et ont été validés expérimentalement sur un démonstrateur à 400 cellules. Une lentille plate de conception appropriée est translatée horizontalement au-dessus d'une source primaire fixe permettant ainsi un dépointage en élévation relativement large. Cette conception d'antenne passive permet de concilier un gain élevé, un balayage de faisceau en élévation relativement large (0 à 50 °) avec des pertes inférieures à 3 dB sur le faisceau principal, mais une compacité perfectible de l'antenne ($1 < F / D \leq 2$).
Les travaux de thèse d'Alessandro De Oliveira Cabral (2021-2024) ont eu comme objectif d'étendre les résultats obtenus dans la thèse de J. Pagés-Mounic dans la bande X, à la bande Ka prometteuse pour les communications à haut débit. Une nouvelle cellule innovante permettant de dépolariser directement le signal (conversion linéaire vers circulaire) a fait l'objet d'un dépôt de brevet (demande de brevet INPI FR 23.07788, 20/07/2023) et dans un premier temps deux prototypes passifs en bande X (400 cellules) et en bande Ka (490 cellules ont été fabriqués et validés expérimentalement). Le prototype bande Ka a permis de démonter une excellente corrélation entre simulations et mesures à la fois pour le niveau de gain (40 dB) et le découplage de polarisation circulaire (40 dB).

Des versions actives des nouvelles cellules proposées durant la thèse de A. De Oliveira Cabral ont alors été optimisées en intégrant des composants actifs (diodes PIN) commandés par des lignes de transmission et un miro-contrôleur Arduino.
Le contrôle de ces cellules actives permet alors d'optimiser le gain et diminuer le niveau des lobes secondaires SLL lors du dépointage de faisceau grâce au contrôle électronique en temps réel de la loi de phase au niveau du réseau selon l'ange de dépointage (direction visée).

L'objectif des travaux de thèse est de développer une antenne transmitarray aux ondes millimétriques (bande FR2 24,25 GHz – 29,50 GHz) pour les applications télécom dans un contexte satellitaire nécessitant un fort gain (haut débit). Le principe de dépointage électronique du faisceau avec des composant actifs (diodes PIN) sera à nouveau privilégié afin d'assurer une formation de faisceau la plus large possible (0 à +/- 60°). Il sera étudié par ailleurs une méthodologie permettant d'optimiser la formation de plusieurs faisceaux (par exemple 2 lobes pour le suivi de deux satellites) ainsi que pour assurer un service dans deux bandes (Rx et Tx) soit par la conception d'une nouvelle cellule bi-bande, soit en intégrant deux cellules différentes dans le réseau du Transmitarray. Une nouvelle topologie de la source primaire sera étudiée afin de minimiser les pertes par débordement. Celle-là permettra d'améliorer le rendement en puissance et de réduire l'impact sur l'électronique autour de l'antenne et facilitera l'intégration de ce type d'antenne sur les Cub-sats.



Crédit : Thèse en cours Alessandro De Oliveira Cabral

Collaborations envisagées

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	**Directeur de thèse**
Département : Electromagnétisme et Radar	Nom : BARKA André & KAOUACH Hamza
Lieu (centre ONERA) : TOULOUSE	Laboratoire : INP/ENSEEIHT - LAPLACE
Contact : André BARKA	Tél. : 0534322406
Tél. : 0562252709 Email : andre.barka@onera.fr	Email: andre.barka@onera.fr , hamza.kaouach@laplace.univ-tlse.fr

Pour plus d'informations : https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche