

Métasurfaces actives pour applications large-bande

Soutenance de thèse de Christophe Fisné

23 octobre 2020 à 10h

Auditorium de l'ONERA
2 Avenue Édouard Belin
31000 Toulouse

Jury

M. Tân-Phu Vuong (rapporteur)
M. Shah Nawaz Burokur (rapporteur)
Mme. Nathalie Raveu (directeur de thèse)
M. Cédric Martel (co-directeur de thèse)
Mme. Anne-Laure Franc (encadrant de thèse)

Résumé

Les métasurfaces offrent des propriétés électromagnétiques particulières permettant de générer des indices de réfraction inhabituels, produire des bandes électromagnétiques interdites, ou encore créer des surfaces à haute-impédance. Ces dernières, aussi nommées « Artificial Magnetic Conductor (AMC) » sont particulièrement intéressantes dans le domaine antennaire. En effet elles permettent de réduire les couplages de divers éléments rayonnants, mais aussi de miniaturiser les antennes comportant un plan réflecteur. Cependant, leur bande de fonctionnement inférieure à 10%, les rend souvent incompatibles avec des applications large bande. Pour pallier cette limitation en bande passante, l'intégration de circuits actifs de type « non-Foster » ouvre une voie permettant d'élargir la bande passante des surfaces à haute-impédance.

Dans ce contexte, l'objectif de la thèse est de concevoir un réflecteur haute-impédance large-bande grâce à l'intégration de circuits actifs de type « non-Foster ». La bande passante visée est [0,5GHz ; 1,5GHz] soit 100% de bande passante relative.

Dans cette thèse, une méthodologie de synthèse d'AMC large bande est proposée : un réflecteur AMC sous incidence normale est conçu à partir d'une métasurface connectée à un circuit non-Foster qui est lui-même chargé par une impédance optimisée. Les relations analytiques permettant d'exprimer le coefficient de réflexion de la métasurface en fonction du circuit non-Foster et de sa charge sont explicitées.

Dans un premier temps, une métasurface fonctionnant en polarisation rectiligne permettant le report d'un circuit non Foster est proposée. Cette topologie permet de protéger le circuit électronique des ondes électromagnétiques incidentes. Ensuite, un circuit Non-Foster de type « Negative Impedance Converter (NIC) » est conçu. La topologie du circuit est choisie dans un souci de simplification technologique. La réalisation de ce circuit a été faite en utilisant des composants standards et l'utilisation de potentiomètres permet un contrôle de l'impédance en entrée du circuit.

Enfin, la charge de ce circuit NIC est déterminée afin de permettre le comportement AMC large bande en prenant en compte le comportement réel du circuit non Foster. De plus, une étude permettant d'étendre le fonctionnement de la métasurface en polarisation circulaire est amorcée.

Mots-clés : métamatériaux actifs, conducteur magnétique artificiel (AMC), circuits non-Foster, large-bande