

Avis de Soutenance

Madame Jingwen ZHANG

Optique et Radiofréquences

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Système antennaire millimétrique actif bas coût basé sur la technologie guide d'onde intégré au substrat creux pour application de télécommunication satellite

dirigés par Monsieur Tan Phu VUONG et Monsieur Yvan DUROC

Soutenance prévue le **vendredi 12 janvier 2024** à 10h00
Lieu : 3 Parvis Louis Néel, CS 50257, 38016 Grenoble Cedex 1
Salle : M256

Composition du jury proposé

| | | |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| M. Tan Phu VUONG | Grenoble INP | Directeur de thèse |
| M. Yvan DUROC | Université Claude Bernard Lyon 1 | Co-directeur de thèse |
| M. Ke WU | Ecole Polytechnique de Montréal | Co-directeur de thèse |
| Mme Anne VILCOT | Grenoble INP | Examinatrice |
| M. Anthony GHIOTTO | Bordeaux INP | Examineur |
| M. Alexandru TAKACS | Université de Toulouse | Examineur |
| Mme Habiba OUSLIMANI | UNIVERSITE PARIS 10 - NANTERRE | Rapporteuse |
| M. Philippe LE-THUC | Université Côte d'Azur | Rapporteur |
| M. Alejandro NIEMBRO | Schneider Electric | Invité |

Mots-clés : Ondes Millimétrique, guide d'onde intégré au substrat creux, bas coût,

Résumé :

La technologie des guides d'ondes et celle des circuits imprimés (PCB en anglais) constituent deux jalons dans l'histoire de l'ingénierie des micro-ondes. Les guides d'ondes sont à l'origine de différents types de dispositifs passifs tels que les antennes ou les filtres alors que la technologie des PCB a permis d'intégrer les composants actifs tels que les amplificateurs ou les mélangeurs sur de petits volumes. Les composants passifs basés sur les guides d'ondes présentent des avantages tels que de faibles pertes d'insertion, une capacité de tenue en puissance élevée et un blindage intrinsèque. La technologie des guides d'ondes intégrés au substrat (SIW en anglais) proposée dans les années 2000 a réduit la taille des guides d'ondes volumiques en combinant deux technologies : les guides d'ondes métalliques et les PCBs. Elle permet d'obtenir des pertes d'insertion relativement faibles, un blindage intrinsèque et de faibles dimensions. Le SIW simplifie l'intégration des dispositifs passifs basés sur des guides d'ondes avec les dispositifs actifs sur PCB. Afin d'optimiser ses performances, la technologie SIW a évolué avec l'introduction du guide d'ondes intégré au substrat rempli d'air (AFSIW en anglais). La cavité d'air à l'intérieur de l'AFSIW permet de réduire considérablement les pertes diélectriques. L'AFSIW a alors été appliquée à la conception de dispositifs passifs tels que des filtres, antennes ou

déphaseurs. Ces dispositifs sont conçus sur un plan unique et leurs interconnexions pour concevoir un système, tel qu'un émetteur ou récepteur radiofréquence (RF) nécessitant l'association de composants, se fait également sur le même plan. Toutefois, la structure multicouche de l'AFSIW offre de nouvelles possibilités de conceptions en utilisant ses couches inférieure et supérieure. Les composants peuvent être empilés et connectés par des transitions verticales. Le travail de cette thèse exploite la structure multicouche de l'AFSIW pour « verticaliser » un système. L'exploitation des couches inférieure et supérieure est étudiée d'une part pour la connexion de composants et d'autre part pour leur conception individuelle. Pour la connexion de composants, la plupart des transitions entre SIW, AFSIW et lignes micro ruban sont réalisées sur le même plan mais cela augmente considérablement la longueur des circuits. Au contraire, la transition entre la cavité de l'AFSIW et la ligne micro ruban proposée dans cette thèse peut être utilisée pour superposer des composants passifs et actifs sur le plan vertical en utilisant le substrat de la couche supérieure de l'AFSIW pour réduire le volume occupé. Pour la conception de composants, les couches inférieure et supérieure de l'AFSIW sont utiles pour réaliser des composants multi-cavités comme des filtres d'ordre élevé. Le couplage inter cavité d'un filtre se faisant classiquement sur le même plan, l'ordre du filtre augmentant, sa longueur augmente aussi. La transition entre cavités empilées proposée dans cette thèse offre une autre possibilité pour la conception de tels composants quand l'espace horizontal alloué serait insuffisant. L'objectif global de cette thèse est de fournir une nouvelle possibilité pour l'organisation spatiale d'un émetteur-récepteur RF. Afin de fournir une preuve de concept, la conception d'une antenne est aussi proposée permettant d'aboutir à un système comprenant l'ensemble : antenne, filtre et amplificateur. Chaque composant et cavités résonantes du filtre sont situés sur des couches différentes. Comparés à l'état de l'art où les composants sont connectés sur un même plan horizontal, les résultats obtenus démontrent la possibilité de connecter verticalement des composants. Ces deux approches de connexion de composants (exploitant le plan horizontal et vertical) offrent plus de liberté pour une utilisation optimale de l'espace 3D, particulièrement critique pour les communications spatiales en raison des contraintes sur le volume occupé dans les satellites.