

Soutenance de thèse

Christian Daniel MUÑOZ ARCOS soutiendra sa thèse de doctorat en cotutelle internationale avec l'Universidad Nacional de Colombia - Colombie, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA OLIMPES et intitulée « *Génération optique de signaux hyperfréquences pour la transmission de données dans les réseaux optiques* »

Le 26 juin 2020 à 15h00
Salle des thèses de l'ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

Mme Angélique RISSONS	Professeure ISAE-SUPAERO	Directrice de thèse
M. Zeno TOFFANO	Professeur Supélec	Rapporteur
Mme Gloria Margarita VARON-DURAN	Professeure Universidad Nacional de Colombia	Co-directrice de thèse
M. Fabien DESTIC	Chargé de Recherche ISAE-SUPAERO	
Mme Catherine ALGANI	Professeure CNAM - Paris	Rapporteur
M. Gustavo Adolfo PUERTO-LEGUIZAMON	Professeur Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá	
M. Carlos Andrés PERILLA-ROZO	Professeur Universidad Nacional de Colombia	

Résumé : La croissance des services de télécommunications et l'augmentation du trafic de données à l'échelle mondiale favorise le développement et l'intégration de différents réseaux de transmission de données. Un exemple de ce développement est constitué par les réseaux de fibres optiques, qui sont actuellement chargés d'interconnecter les continents par des liaisons longues avec des taux de transfert importants. Les réseaux optiques, ainsi que les réseaux supportés par d'autres moyens de transmission, utilisent des signaux électriques à certaines fréquences pour la synchronisation des éléments du réseau. La qualité de ces signaux est un facteur décisif dans la performance globale du système, c'est pourquoi leur bruit de phase doit être aussi faible que possible. Ce document décrit la conception et la mise en œuvre d'un système optoélectronique pour la génération de signaux micro-ondes à l'aide de diodes laser à cavité verticale (VCSEL) et son intégration dans un système de transmission optique de données. Compte tenu du fait que le système proposé intègre un laser VCSEL directement modulé, une caractérisation théorique et expérimentale a été élaborée sur la base des équations d'évolution du laser, de mesures dynamiques et statiques, et d'un modèle électrique équivalent de la région active. Cette méthode a permis l'extraction de certains paramètres intrinsèques du VCSEL, ainsi que la validation et la simulation de ses performances dans différentes conditions de modulation. Le VCSEL utilisé émet en bande C et a été sélectionné en considérant que cette bande est couramment utilisée dans les liaisons à longue distance. Le système proposé est constitué d'une boucle fermée qui déclenche l'oscillation grâce aux sources de bruit des composants et module le VCSEL en fort signal pour générer des impulsions optiques (gain switching). Ces impulsions optiques, qui dans le domaine des fréquences correspondent à un peigne de fréquences optiques, sont détectées pour générer simultanément une fréquence fondamentale (déterminée par un filtre passe-bande) et plusieurs harmoniques. Le bruit de phase mesuré à 10 kHz de la porteuse à 1,25 GHz est de -127,8 dBc/Hz, et constitue la valeur la plus faible signalée dans la littérature pour cette fréquence et cette architecture. La gigue et la largeur d'impulsion optique ont été déterminées lorsque différentes cavités résonantes et différents courants de polarisation étaient utilisés. La durée d'impulsion la plus faible, 85 ps, a été obtenue lorsque la fréquence fondamentale du système était de 2,5 GHz. En ce qui concerne le peigne de fréquences optiques, il a été démontré que la forme du peigne dépend des conditions de modulation électrique et que les profils les plus plats sont obtenus lorsque la fréquence fondamentale est supérieure à la fréquence de relaxation du VCSEL. Les sorties électrique et optique du système ont été intégrées dans un émetteur optique. Le signal électrique permet la synchronisation de l'équipement responsable de la génération des données, tandis que les impulsions optiques sont utilisées comme porteuse optique. La transmission de

données à 155,52 Mb/s, 622,08 Mb/s et 1,25 Gb/s a été validée expérimentalement. Il a été démontré que la fréquence fondamentale et les harmoniques peuvent être extraits du signal de données optique transmis. Il a également été prouvé expérimentalement que l'émetteur de données pulsées à retour-à-zéro (RZ) à 1,25 Gb/s, permet d'obtenir des taux d'erreur binaire (BER) inférieurs à 10^{-9} lorsque la puissance optique reçue est supérieure à -33 dBm.

Mots-clés : Bruit de phase, Commutation de gain, Harmonique, Micro-ondes, Peigne de fréquence, VCSE