

Thèse sur l'étude de capteurs ultrasensibles à base de lasers ultra-cohérents

Source fonctionnant aux limites quantiques de Schawlow-Townes

Début de thèse : entre le 1er octobre 2022 et le 1er novembre 2022

Directeur de thèse : Pascal Besnard

Financement: acquis, bourse du ministère

Équipe : Systèmes Photoniques, Lannion, France

Mots clefs : Lasers Brillouin, bruit de fréquence, sources accordables, cohérence, capteurs

Contexte

Dans de nombreux systèmes photoniques, l'émetteur est une source laser, dont le bruit devient la principale limitation système, même s'il peut être considéré faible. L'étude de source cohérente est conduite dans de nombreux laboratoires pour adresser différents domaines d'applications : recherche fondamentale (quantique, ondes gravitationnelle...), défense, télécommunications, environnement...

Sujet

Une thématique de recherche de l'Institut Foton concerne les sources cohérentes. Une expertise a été acquise dans la réalisation de sources cohérentes. Les derniers travaux concernent l'étude de lasers Brillouin au meilleur état de l'art mondial. Ainsi nous avons réalisé de sources très cohérentes accordables sur la bande C. Nous ne savons pas caractériser ces sources en terme de cohérence car elles sont en dessous du bruit plancher de notre banc de caractérisation (sub-mHz de largeur intrinsèque et sub-kHz en bruit intégré). Ces travaux nous ont permis de révéler la physique de synchronisation par une source ultra-cohérente. Ce type de source permet des avancées notables d'un point de vue scientifique et industriel (étude fondamentale des processus de synchronisation, instrumentation, réalisation de capteurs,...)

Programme de recherche

Le sujet de thèse est d'explorer les limites de nos sources en atteignant les limites quantiques de fonctionnement d'un laser, dites de Schalow-Townes. Il est aussi d'utiliser ces sources pour la détection de flux continus extrêmement faibles (dans la gamme attoWatt-femtoWatt à température ambiante) ou la détection de très peu de photons (moins d'une centaine). Un modèle théorique original sera développé pour la simulation. Enfin, le doctorant développera des techniques de mesure de signaux très fins spectralement (sub mHz : nano-Hertz, μ Hz). Sur ce dernier point, l'utilisation de sources à blocage de modes très cohérentes sera mise en place dans l'attente de l'utilisation d'un signal métrologique (équipex REFIMEV ; <https://www.refimeve.fr/>). Un budget conséquent est consacré au projet (400 k€) en termes de nouveaux équipements mis en place durant la thèse.

Le potentiel pour une extension à d'autres domaine (visible,MIR) sera exploré.

M. Sahni, S. Trebaol, L. Brumerie, M. Joindot, S. Ó Dúill, S. Murdoch, L. Barry, and P. Besnard, "Frequency noise reduction performance of a feed-forward heterodyne technique: application to an actively mode-locked laser diode," Opt. Lett. 42, 4000-4003 (2017).

A. Sebastian, I. V. Balakireva, S. Fresnel, S. Trebaol, and P. Besnard, "Relative intensity noise in a multi-Stokes Brillouin laser," Opt. Express 26, 33700-33711 (2018).

A. Sebastian, S. Trebaol, P. Besnard, "Intracavity Brillouin gain characterization based on cavity ringdown spectroscopy," OSA Continuum, OSA Publishing, 2019, 2 (12), pp.3539-3545.

A. Karuvath, A. Sebastian, P. Besnard, "C-Band tunable Brillouin fiber-laser with sub-Hz intrinsic linewidth," oral presentation Paper 12142-56, Photonics Europe, Strasbourg 2022.

Profil du candidat

Le(a) candidat(e) doit avoir de bonnes connaissances dans les domaines de l'optique et de la physique des lasers. Une expérience préalable en physique des lasers serait très appréciée. Le profil idéal combinerait un intérêt pour le travail expérimental et pour les travaux de modélisation et de simulation. De bonnes compétences interpersonnelles et de communication en français ou en anglais sont requises. Le candidat doit être titulaire d'un diplôme de master reconnu au niveau international.

Partenariat

Un projet national français a initié ce projet à travers une collaboration avec différents partenaires (universitaires et industriels). Une partie du travail de doctorat consiste à préparer les outils expérimentaux et théoriques pour accueillir un signal optique de référence, qui nous permettra de passer à des mesures précises. Ce signal optique de référence provenant d'une horloge optique est distribué par le projet français equipex T-REFIMEVE. L'objectif de T-REFIMEVE est de fournir à la communauté scientifique et aux industriels un ensemble complet de signaux de synchronisation au meilleur niveau international que peuvent fournir les laboratoires de métrologie, en tirant parti de l'exceptionnelle précision des horloges atomiques et de la propagation guidée dans les fibres optiques.

L'Institut Foton (CNRS, UMR6082)

L'Institut Foton est une unité mixte de recherche associant le CNRS, l'Université de Rennes 1 (l'Enssat et l'IUT de Lannion), et l'INSA de Rennes.

L'unité est structurée en trois équipes, réparties sur deux sites : deux équipes à Rennes, Opto-électronique, Hétéro-épitaxie et Matériaux (OHM, (INSA-Rennes) et (DOP, UR1) ; une équipe Systèmes Photoniques à Lannion (Enssat-Lannion). Cette dernière équipe est impliquée dans l'étude de différents lasers (lasers à semi-conducteurs, lasers à fibre ...) pour des applications capteurs optiques ou/et Télécom.

La spécificité de Foton est de rassembler autour de programmes communs trois équipes et trois plates-formes couvrant des domaines ciblés de la photonique : la couche physique des télécommunications, des technologies liées aux applications industrielles et de défense (capteurs optiques, lasers, instrumentation pour la photonique) et le photovoltaïque. Les thématiques de Foton sont ancrées à celles de la technologie clef générique Photonique (KET : Key Enabling Technology), priorité européenne et de la région Bretagne.

Information complémentaire - Contact

Des informations complémentaires peuvent être obtenues en contactant :

pascal.besnard@institut-foton.eu

Institut Foton CNRS, ENSSAT, 6 rue de Kerampont, CS 80518, 22305 Lannion Cedex

Candidature

Toute candidature devra comporter les éléments suivants :

- Lettre de motivation
- CV détaillé
- Copie du diplôme de master ou équivalent
- Bulletins de notes
- Liste de publications s'il y a lieu
- Deux lettres de recommandation

