

Proposition de Sujet de Thèse pour Contrat Doctoral UCA

Adresse e-mail à utiliser pour toute correspondance :

Michel.Lintz@oca.eu

Titre de la thèse

La méthode du double asservissement laser et son application à la stabilisation de la fréquence optique d'un laser

Thesis Title

Applications of the laser double lock to laser frequency stabilisation

Directeur de Thèse (HDR ou assimilé)

Nom : LINTZ

Prénom : Michel

Téléphone : (33) 4 92 00 31 98

Courriel : Michel.Lintz@oca.eu

Laboratoire d'accueil

ARTEMIS

Co-directeur

Nom : KEFELIAN

Prénom : Fabien

HDR : Non

Unité de recherche : ARTEMIS

Téléphone : (33) 4 92 00 30 22

Courriel : Fabien.Kefelian@oca.eu

Domaine Scientifique

DS8 - Sciences pour l'Ingénieur

Description du sujet

Le laboratoire ARTEMIS (Observatoire de la Côte d'Azur, CNRS et Université de Nice) est membre du réseau d'excellence en temps-fréquence LABEX First-TF . Notre équipe s'intéresse aux possibilités offertes par les systèmes interférométriques à base de fibre optique et de composants photoniques intégrés, et plus particulièrement à la situation où deux lasers sont verrouillés sur un même interféromètre fibré. Deux applications sont à l'étude: la stabilisation absolue, et le transfert spectral de stabilité.

La dérive de température ambiante est connue pour être le principal obstacle à l'utilisation d'un interféromètre fibré pour la stabilisation long terme d'un laser. Dans le cas où la fibre est biréfringente (fibre à maintien de polarisation), stabiliser deux lasers sur deux modes de polarisations différentes fournit, en la fréquence de battement, une sonde particulièrement sensible de température du résonateur. La mise en oeuvre d'une telle double stabilisation et d'un contrôle rapide de température de la fibre donne la possibilité de remédier aux instabilités thermiques et de fournir un montage a priori embarquable pour les missions spatiales (notamment la gravimétrie post-GRACE ou la mission LISA) exigeant une source laser de haute stabilité sur plusieurs heures.

L'autre application est le transfert spectral de stabilité entre deux lasers à deux longueurs d'onde différentes, via un même interféromètre fibré. Le verrouillage d'un interféromètre à fibre sur un laser ultra-stable permet de stabiliser la longueur de cet interféromètre et donc l'intervalle entre ses fréquences de résonances. On peut ainsi transférer la stabilité de fréquence du laser ultra-stable à un (ou plusieurs) laser d'une autre longueur d'ondes par asservissement de ce dernier sur l'interféromètre. La méthode permet ainsi de s'affranchir de l'utilisation d'un laser à modes bloqués et conduit à un dispositif compact et robuste. Nous souhaitons démontrer un transfert de stabilité sur plus de 20 nm autour de 1550 nm et tester également la possibilité sur un intervalle spectrale de plusieurs centaines de nm.

L'étudiant devra disposer d'une base solide en optique, lasers et photonique. Propriétés des fibres optiques et des dispositifs intégrés; Contrôle et asservissement de lasers par modulation/démodulation; Caractérisation spectrale, électrique et optique; traitement du signal.

Description of the thesis

At the ARTEMIS laboratory (Observatoire de la côte d'Azur, CNRS and Université de Nice) some of the research activities are devoted to applications of all fiber optic interferometers and integrated photonic components, particularly to the configuration where two lasers are locked to the same interferometer. Two applications are under study: long term absolute stabilization, and spectral coherence transfer.

Ambient temperature drift is known to be the most important source of long term instability in long term frequency stabilization of a laser source. The choice of a birefringent medium (for example, a polarization preserving optical fiber) allows one to stabilize two lasers to the two perpendicular polarization modes. Then the frequency of

the beat note of the two lasers is a probe for the temperature of the fiber core, with enhanced sensitivity. Together with a fast control of the fiber temperature, this is expected to provide long term temperature stabilization of the interferometer, and hence, of the optical frequency. Targeted applications include space missions such as space gravimetry (GRACE Follow-On) or the measurement of mHz gravitational waves (LISA), both with critical demands for optical frequency stability over durations of several hours.

A second application is the spectral transfer between two lasers at different wavelengths, using a single fiber interferometer. Locking the length (and hence the spectrum of the modes) of the interferometer to an ultra-stable laser provides a reference for the locking of another laser, or several other lasers. This prevents one from implementing a mode locked frequency comb and provides a robust and compact optical frequency reference. In a first step, we wish to demonstrate the stability transfer over 20 nm, but our goal is to achieve the method over several hundred nanometers.

A strong base is required in optics, lasers, integrated photonics, signal processing, and Pound-Drever-Hall locking.

Informations complémentaires