

Opton Laser présente les peignes de fréquences optiques TOPTICA : systèmes compacts, robustes, faciles à utiliser et à hautes performances !

Les Ulis, mars 2023

L'avènement des peignes de fréquences au début des années 2000 a révolutionné la métrologie des fréquences optiques. Ces peignes qui sont basés sur des lasers à impulsions courtes (femtosecondes) sont un moyen efficace et fiable de réaliser des comparaisons de fréquences entre horloges optiques et des étalons dans le domaine des micro-ondes. Vincent Aubertin, directeur commercial d'Opton Laser International vous explique ici leurs fonctionnement et avantages.

Métrologie des fréquences

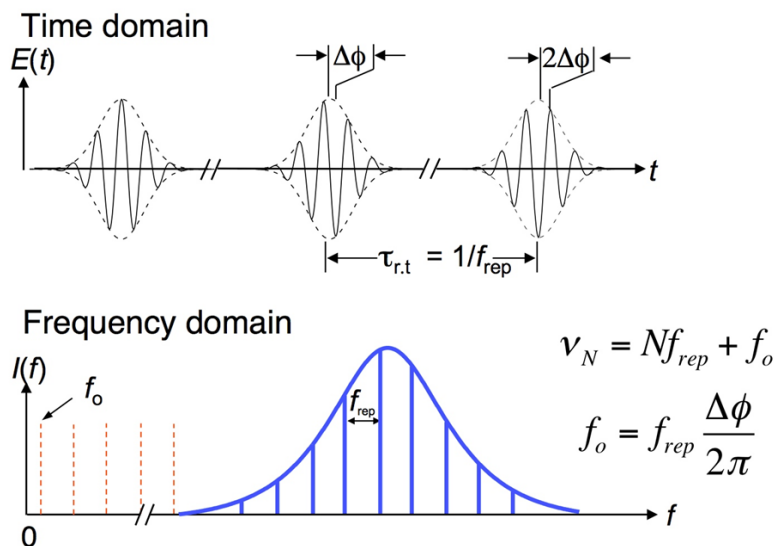
Les peignes de fréquences générés par lasers femtosecondes auto référencés permettent aujourd'hui de réaliser des mesures de fréquences avec un dispositif simple.

La lumière émise par un laser à mode bloqué se compose dans le domaine fréquentiel d'une série de modes régulièrement espacés en fréquence (taux de répétition du laser f_{rep}) et d'une composante continue f_{ceo} (offset ou fréquence de décalage entre l'enveloppe et la porteuse du champ électrique).

La fréquence optique de chaque mode suit la relation suivante : $\nu_n = f_{ceo} + n f_{rep}$.

N est un grand nombre entier (typ 10^6), f_{ceo} est l'offset et f_{rep} le taux de répétition du laser.

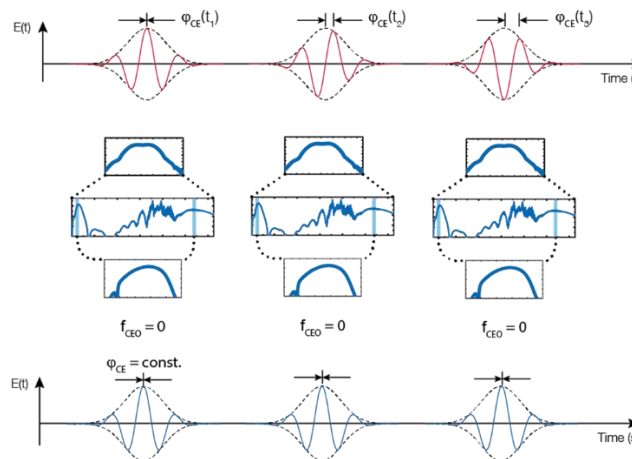
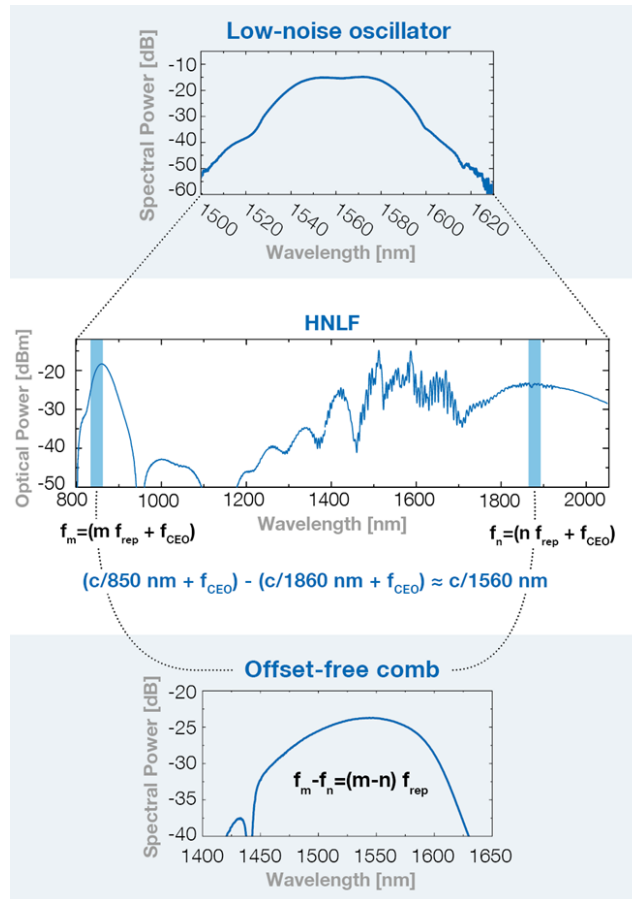
En connaissant f_{ceo} , f_{rep} et en mesurant N on peut mesurer ainsi la fréquence absolue du laser.



En pratique, deux paramètres du peigne de fréquence doivent être stabilisés afin d'avoir un outil stable en fréquence : f_{ceo} et f_{rep} .

La stabilisation de f_{ceo} peut se faire de manière électronique avec un interféromètre de type f-2f.

La solution choisie par TOPTICA est un autoréférencement par différence de fréquences :
 Après élargissement spectral des impulsions dans une fibre fortement non linéaire (supercontinuum), une différence de fréquences optiques est réalisée dans un cristal non linéaire entre la partie haute et la partie basse du supercontinuum qui possèdent la même composante continue. Ainsi, cet offset est supprimé optiquement de manière passive et est fixé à 0 (technologie zero offset).



L'équation des fréquences se résume ainsi à : $f_n = n \cdot \text{frep}$.

L'autre variable à stabiliser est le taux de fréquence du laser. Cela peut se faire en asservissant le laser f_s sur une référence de type GPS (signal RF) ou mieux sur une référence optique comme une cavité haute finesse.

Cavité de transfert

Le peigne de fréquence peut être utilisé comme une cavité de transfert permettant de transférer la stabilité d'un signal de référence (GPS, cavité haute finesse, horloge atomique) vers différents lasers dans le domaine d'émission du peigne. Avec des extensions optiques, la gamme spectrale couverte s'étend de 420nm à 2000 nm. Par exemple, dans une expérimentation de refroidissement d'atomes, tous les lasers nécessaires au schéma de pompage optique pourront être stabilisés sur ce peigne de fréquences grâce à un asservissement en phase sur une dent du peigne.

Les stabilités obtenues sont de l'ordre de $8 \cdot 10^{-18}$ (1s), $5 \cdot 10^{-20}$ (1000 s) avec stabilisation sur référence optique.



Opton Laser et TOPTICA propose ainsi des systèmes complets qui incluent le peigne et les différents lasers du visible à l'IR pouvant être stabilisés sur ce peigne.

Pour en savoir plus :

Vincent.Aubertin@optonlaser.com / +33 1 77 37 28 63 / +33 6 07 81 25 23 / www.optonlaser.com

<https://www.optonlaser.com/fr/carrousel/peignes-de-frequence>

