



HAL
open science

Oscillateur Optoélectronique à Base de Résonateur à Mode de Galerie à Très Fort Facteur de Qualité

Khaldoun Saleh, Souleymane Diallo, Rémi Henriet, Patrice Salzenstein, Guoping Lin, Romain Martinenghi, Laurent Larger, Yanne K Chembo

► **To cite this version:**

Khaldoun Saleh, Souleymane Diallo, Rémi Henriet, Patrice Salzenstein, Guoping Lin, et al.. Oscillateur Optoélectronique à Base de Résonateur à Mode de Galerie à Très Fort Facteur de Qualité. JCOM 2014, UMR FOTON, Jun 2014, Lannion, France. hal-01074738

HAL Id: hal-01074738

<https://hal.science/hal-01074738>

Submitted on 15 Oct 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Oscillateur Optoélectronique à Base de Résonateur à Mode de Galerie à Très Fort Facteur de Qualité

Khaldoun Saleh, Souleymane Diallo*, Rémi Henriet, Patrice Salzenstein, Guoping Lin, Romain Martinenghi, Laurent Larger, Yanne K. Chembo

CNRS FEMTO-ST Institute (UMR 6174), 16 Route de Gray, 25030 Besançon.

*souleymane.diallo@femto-st.fr

Résumé : Les sources de fréquences à haute pureté spectrale ont toujours fait l'objet d'intenses travaux de recherches compte tenu de leur importance dans plusieurs domaines d'applications. En effet, des telles sources sont largement utilisées dans les systèmes de communications, les radars, les satellites, la métrologie temps-fréquence et dans différentes autres applications où un signal électromagnétique est généré, reçu et traité. Une solution élégante utilisant l'optique pour stabiliser un oscillateur microonde a été démontrée il y a vingtaine d'années [1]. Cette solution, baptisée oscillateurs optoélectroniques (OEO), consiste en l'utilisation d'un élément de retard optique (ex. ligne à retard optique, résonateur optique, etc.) afin de monter en facteur de qualité dans le système de génération de fréquence. En utilisant cette architecture d'OEO avec une ligne à retard optique de 16km de longueur, un signal microonde à 10 GHz ayant un niveau de bruit de phase de -163 dBc/Hz à 7KHz de la porteuse a été démontré [2] [3]. Malgré ces résultats, l'OEO basé sur une ligne à retard optique reste volumineux et difficile à stabiliser thermiquement et mécaniquement. L'idée de remplacer la ligne à retard optique par un résonateur optique a permis de réduire considérablement la taille de l'OEO [2]. On peut notamment citer les mini-résonateurs optiques à mode de galerie (WGM) ayant des diamètres millimétriques et permettant d'atteindre des facteurs de qualité optiques (Q_{opt}) au-delà de 10^9 [3-6].

Actuellement, différentes études théoriques et expérimentales sont menées dans notre laboratoire afin d'améliorer les performances d'un OEO stabilisé sur des résonateurs WGM fabriqués dans notre laboratoire (voir Figure 1). Ces études nous ont permis jusqu'au à de démontrer des niveaux de bruit de phase de l'ordre de -93dBc/Hz et de -90dBc/Hz à une fréquence d'offset de 10kHz de deux porteuses microondes à 6.35 GHz et 12.7GHz respectivement [7]. Ces résultats sont très encourageants et nous visons actuellement d'atteindre des niveaux de bruit plus faibles. Nos études d'amélioration des performances de l'OEO sont aujourd'hui menées sur trois principaux axes: le processus de fabrication des résonateurs WGM avec divers matériaux optiques (CaF_2 , MgF_2 , BaF_2 , LiF etc.) pour la montée en facteur de qualité, le système de couplage de l'onde optique au résonateur et finalement le système de stabilisation type Pound-Drever-Hall de la longueur d'onde du laser sur un résonateur optique [9]. Ces études, une fois validées, devraient nous permettre de démontrer un OEO avec des performances à l'état de l'art.

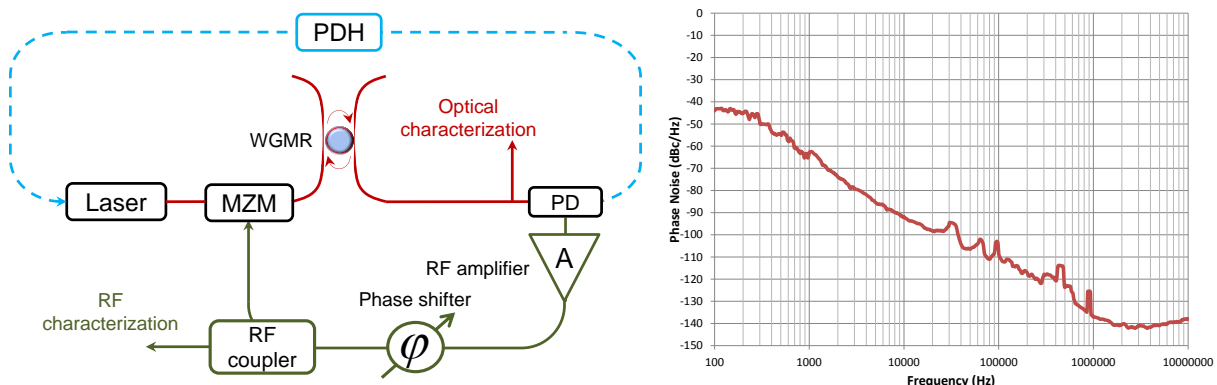


Figure 1. Schéma de l'oscillateur optoélectronique à base de résonateur à mode de galerie et résultat en bruit de phase obtenu pour une porteuse microonde à 6.35 GHz



**Journée du Club
UMR FOTON
Lannion
19 Juin 2014**



Références :

- [1] Yao, X.S., Maleki, L.,: *High frequency optical subcarrier generator* Electronics Letters, vol.30, no.18, pp.1525-1526 (1994).
- [2] Maleki, L., *The opto-electronic oscillator (OEO)*, Nature Photonics, 5, pp, 728-730 (2011).
- [3] Maleki, L., *The opto-electronic oscillator (OEO): Review and recent progress*, European Frequency and Time Forum (EFTF), 2012; vol., pp.497, 500, 23-27 (2012).
- [4] Volyanskiy, K., Salzenstein, P., Tavernier, H., Pogurmirskiy, M., Chembo, Y.K., Larger, L., *Compact optoelectronic microwave oscillators using ultra high Q Whispering Gallery Mode Disk Resonators and phase modulation* Opt. Express, vol. 18, No. 21, pp. 22358-22363 (2010).
- [5] Coillet, A., Henriët, R., Salzenstein, P., Phan Huy, K., Larger, L., Chembo, Y.K., *Time Domain Dynamics and Stability Analysis of Optoelectronic Oscillators Based on Whispering-Gallery Mode Resonators*, Selected Topics in Quantum electronics, IEEE Journal of, vol.19, no.5, pp.1-12 (2013).
- [6] Henriët, R., Coillet, A., Salzenstein, P., Saleh, K., Larger, L., Chembo, Y.K., *Experimental characterization of optoelectronic oscillators based on optical mini resonators* Proceedings of the International Frequency Control Symposium European Frequency and Time Forum (IFCS-EFTF), Prague (Czech Republic), 2013.
- [7] Saleh, K., Coillet, A., Henriët, R., Salzenstein, P., Chembo, Y.K., Larger, L., *On the Metrological performances of Optoelectronic Oscillators Based on Whispering Gallery Mode Resonators*
- [8] Drever, R.W.P., Hall, J.L., Kowalski, F.V., Hough, J., Ford, G.M., Munley, A.J., Ward, H., *Laser phase and frequency stabilization using an optical resonator* Appl. Phys. B, vol 31, pp 97-105 (1983).