

THALES

Génération RF par oscillateurs optoélectroniques

VINCENT CROZATIER, ORIANE LELIEVRE, GHAYA BAILI, LOIC MORVAN

THALES RESEARCH & TECHNOLOGY - PALAISEAU

WORKSHOP FIRST-TF – 29/30 JANVIER 2018

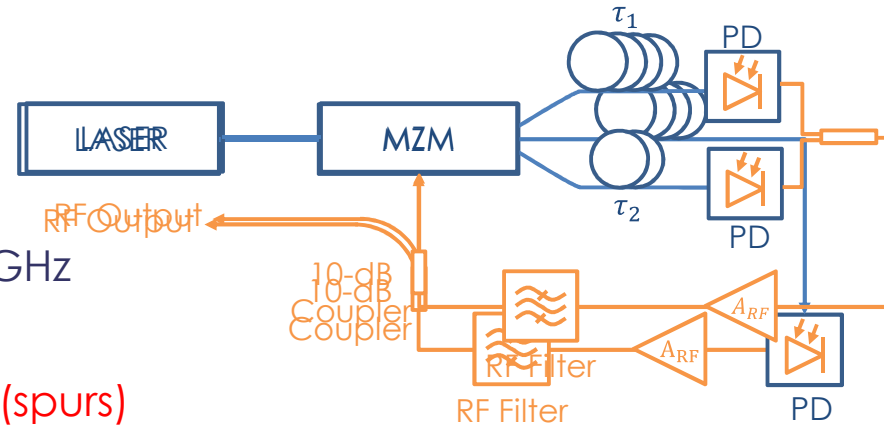
www.thalesgroup.com



Oscillateur optoélectronique (OEO)

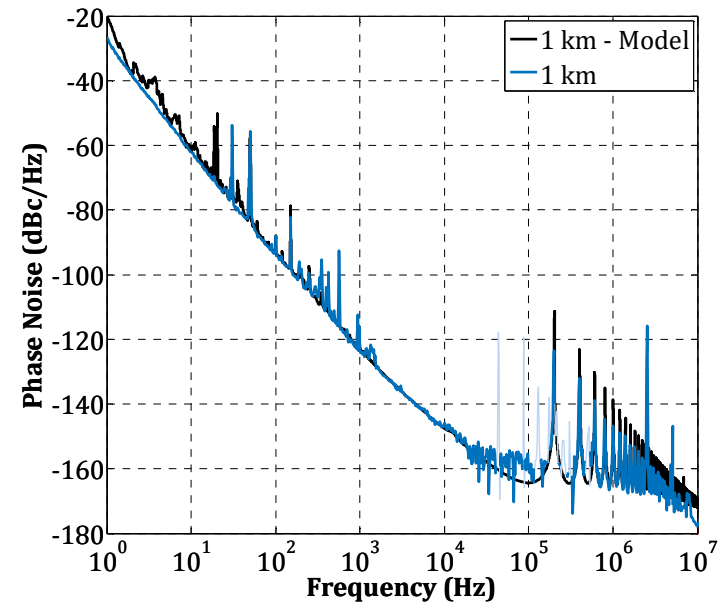
Description

- Oscillateur RF
- Fibre optique ~km
 - facteur de qualité RF $>10^5$ à 10 GHz
- Fréquence d'oscillation = filtre RF
- **Cavité longue = modes non oscillants (spurs)**



Performances

- Modèle de bruit de phase complet
 - Optimisation des performances
 - Architecture double boucle
 - Réduction les spurs
- Etat de l'art à 10 GHz**
- Niveau TRL5



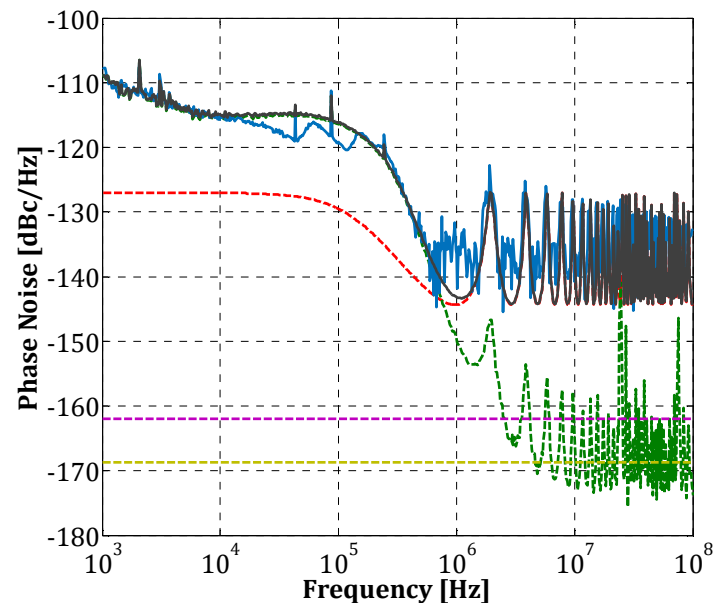
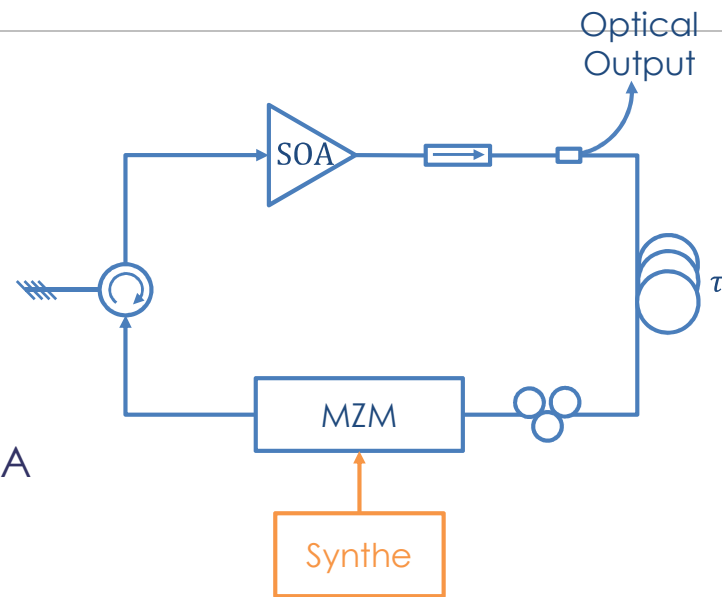
Laser à verrouillage de modes actif harmonique (LVMAH)

Description

- Source impulsionnelle (ps)
- Verrouillage actif (MZM + synthé RF)
- Verrouillage harmonique : $f_{MZM} = n \cdot ISL$
 - Accordabilité discrète
- SOA + Cavité longue : dynamique de classe A
- Cavité longue = modes non oscillants (spurs)
- Asservissements (biais MZM, cavité)

Performances

- Modèle de bruit de phase complet
 - Source RF / SOA / cavité
- Plusieurs architectures (800nm/1,5µm)
- Optimisation en cours
 - Filtrage des spurs
- Montée en TRL(5)



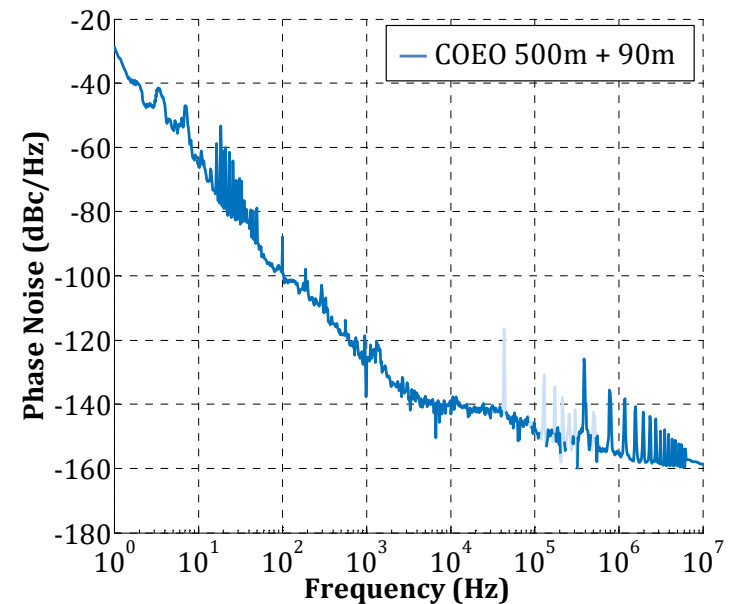
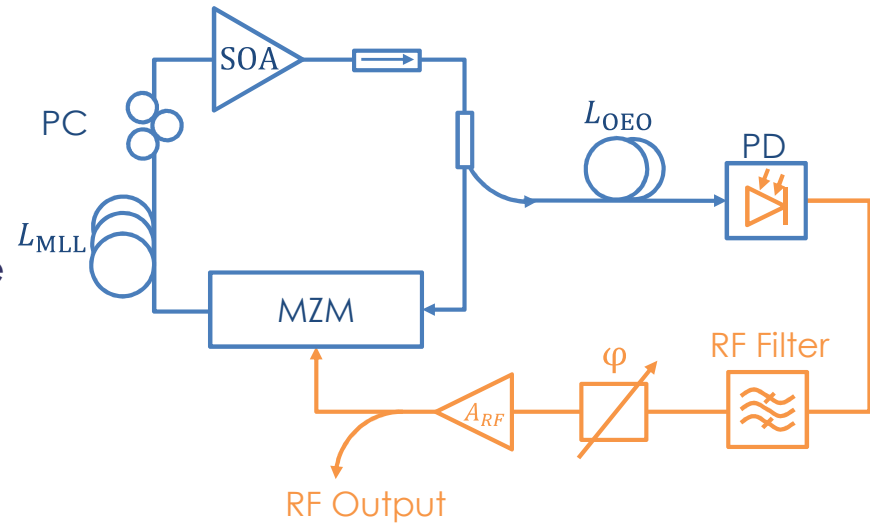
Oscillateur optoélectronique couplé (COEO)

Description

- OEO + LVMAH
- Résonateur optique actif
 - à Q_{RF} donné, fibre moins longue
- Deux boucles = réjection des spurs
- Gestion de dispersion
- Conversion AM/PM sur photodiode
- Modélisation

Performances

- Optimisation proche porteuse
 - Longueur de fibre
 - Dispersion
- Modélisation en cours
- Montée en TRL(4)



Résumé des performances

Performances

- Bruit de phase
- Montée en fréquence possible avec impact réduit sur bruit de phase
- En cours d'étude
 - Sensibilité vibration/thermique
 - Dérive long terme (asservissement)

Environnement

- Domaines d'application visés à environnement dur (RADAR/spatial)
- Maturité des composants télécom
- Niveau TRL
 - OEO: TRL 5 (acquis)
 - COEO: TRL 4 (en cours)
- Intégration
 - Mécanique → thermique/fibres optiques
 - RF → MMIC

Limitations

Limites technologiques

- Encombrement de fibre → résonateurs
 - Quelle technologie?
 - Asservissements
- Photodiodes
 - Faible conversion bruit intensité optique / bruit de phase RF
 - Forte puissance

Rupture technologique forte

- Synthèse
 - Nouvelles architectures
 - Développement de composants adaptés (diviseurs)
- Coût

Autres pistes

Laser bifréquence

- Synthèse large bande (10 GHz en bande Ka)
- Horloge CPT Cs

Peigne de fréquence

- Génération RF ultra-bas bruit de phase

Référence optiques pour stabilité long terme

- Cavité
- Raie d'absorption

Compacité: PLL sur DFB