

Système de communication haut débit par chaos en phase utilisant un composant dédié : un interféromètre à 3 ondes

Jérémy Oden, Roman Lavrov, & Laurent Larger

Département d'Optique, Institut FEMTO-ST, UMR CNRS 6174, Université de Franche-Comté, 25030 Besançon Cedex, France.

`laurent.larger@univ-fcomte.fr`

Depuis les premières démonstrations de synchronisation de systèmes chaotiques à retard [1] pour des applications à la sécurisation des communications optiques par chaos, les architectures physiques ont évolué de manière à proposer des performances compatibles avec les télécommunications optiques modernes. Les systèmes générant du chaos électro-optique en phase ont récemment fait leur apparition dans ce contexte [2] et ont permis d'obtenir des résultats expérimentaux très intéressants. En effet, plusieurs démonstrations de transmissions cryptées par chaos en phase à 10 Gb/s ont été réalisées sur des réseaux optiques installés, comme le réseau en anneau des frères "Lumière" de Besançon et le réseau métropolitain de la ville d'Athènes [3], surpassant ainsi le précédent état de l'art du domaine [4] qui semble limité par l'utilisation d'un chaos en intensité optique.

Bien que les résultats de ces démonstrations aient été plus que satisfaisants, la souplesse et la reconfigurabilité du montage sont des éléments importants qui permettent d'argumenter en faveur du potentiel de sécurité de cette approche cryptographique, grâce à la variété des clés physiques disponibles. Par exemple, la fonction non linéaire intervenant dans le dispositif peut être facilement modifiée. Dans le montage de base du chaos en phase [2], une fonction en \cos^2 est introduite par un démodulateur DPSK de type Mach-Zehnder. En vue d'accroître la complexité du chaos obtenu, des architectures possédant une non linéarité 2D [5] ont été proposées avec un chaos en intensité optique. C'est le cas du système à chaos en phase que nous présentons ici, dans lequel l'interféromètre à fibre de Mach-Zehnder a été remplacé par un interféromètre à trois ondes dont les différences de marches, les amplitudes et les phases relatives sont autant de paramètres indispensables à connaître lors de l'opération de décryptage [6].

Nos dernières études expérimentales ont permis de réaliser un système émetteur-récepteur de chaos en phase. Les méthodes mises au point pour les anciennes configurations permettent d'obtenir une synchronisation dont le rapport signal sur bruit est plus que satisfaisant. Nous exposons ici nos derniers résultats de transmission de données sans erreur ($\text{BER} < 10^{-12}$) à un débit de 3 Gb/s, ouvrant des perspectives de communications sécurisées à un débit de 10 Gb/s et démontrant ainsi la flexibilité recherchée de ce système à la dynamique chaotique très riche.

Références

1. G. VANWIGGEREN, R. ROY, Communicating with chaotic lasers, *Science* **279**, 1198–1200 (1998).
2. R. LAVROV, M. PEIL, M. JACQUOT, L. LARGER, V. UDALTSOV, AND J. DUDLEY, Electro-optic delay oscillator with nonlocal nonlinearity : Optical phase dynamics, chaos, and synchronization, *Phys. Rev. E* **80**, 026207 (2009).
3. R. LAVROV, M. PEIL, M. JACQUOT, "Nonlocal nonlinear electro-optic phase dynamics demonstrating 10 Gb/s chaos communications", *IEEE J. Quant. Electron.*, **46**, 1430–1435 (2010)
4. A. ARGYRIS, D. SYVRIDIS, L. LARGER, V. ANNOVAZZI-LODI, P. COLET, I. FISCHER, J. GARCIA-OJALVO, C. R. MIRASSO, L. PESQUERA, K. A. SHORE, Chaos-based communications at high bit rates using commercial fiber-optic links, *Nature*, **438**, 343–346 (2005).
5. M. NOURINE, M. PEIL, AND L. LARGER, Chaos généré par une non linéarité 2D et une dynamique à retard, *C.R. 12^e Rencontres du Non Linéaire*, 149–154, (2009).
6. Y.C. KOUOMOU, P. COLET, L. LARGER, N. GASTAUD, Mismatch-Induced Bit Error-Rate in Optical Chaos Communication Using Semiconductor Lasers with Electro-optical Feedback, *Phys. Rev. E*, **41**, 156–163 (2005).