

Classification des langues chaotiques d'un laser de fibre dopée erbium par analyse topologique

Javier Used & Juan Carlos Martín

Dpto. Física Aplicada - Universidad de Zaragoza - C/Pedro Cerbuna, 12 - E50009 Zaragoza, Espagne
jcmartin@unizar.es

Nous présentons une collection de mesures des différents attracteurs chaotiques qui décrivent l'émission d'un anneau laser de fibre dopée erbium avec pompage $P(t)$ modulé selon la fonction $P(t) = P_0 (1 + m \cos \omega t)$, pour diverses fréquences ω , taux de modulation, m , et puissances moyennes de pompage, P_0 . Les attracteurs ont été caractérisés par analyse topologique [1] [2] : à chaque condition de travail, une série temporelle a été enregistrée, des orbites périodiques instables ont été cherchées sur elle, les *linking numbers* entre chaque couple d'orbites aussi que les *self linking numbers* propres de chaque orbite ont été comptés et, lorsque possible, le gabarit correspondant a été obtenu.

Nous avons accompli plusieurs balayages soit en fonction de la fréquence, soit du taux de modulation, à deux puissances moyennes de pompage. Les balayages révèlent d'un côté des nombreuses régions ou "langues" chaotiques, séparées par régions où le comportement du laser est périodique, et d'autre côté la multistabilité du système : les langues chaotiques se trouvent sur des rangs différents selon le sens de balayage de la fréquence.

La grande quantité des séries temporelles mesurées a conseillé l'implémentation des méthodes automatiques d'analyse qui ont permis de déterminer le gabarit correspondant à assez des séries. La complexité des gabarits obtenus est variable : nous les trouvons à deux, trois et quatre branches.

Aussi, nous trouvons quelques cas où le procédé automatique d'analyse ne suffit pas pour déterminer le gabarit, soit parce que l'on ne trouve pas assez d'orbites périodiques instables, soit parce que l'on ne dispose pas d'assez de *linking numbers* sûrs (à cause du bruit, souvent il apparaît le doute de si comptabiliser ou pas certains croisements). Ces situations sont encore en procès d'analyse par des techniques plus difficiles à automatiser et, alors, plus laborieuses : elles impliquent d'un côté une révision des croisements entre orbites et d'un autre côté la représentation de diverses sections de l'attracteur pour essayer de visualiser les tours de leurs branches le long d'une période de modulation.

D'un autre côté, nous avons utilisé un modèle théorique [3] dont leurs paramètres peuvent se déterminer au laboratoire quand même approximativement. Le modèle proportionne des résultats en acceptable accord avec les mesures obtenues.

Références

1. R. GILMORE ET M. LEFRANC, *The Topology of Chaos* John Wiley and Sons, New York (2002)
2. R. GILMORE, Topological Analysis of Chaotic Dynamical Systems, *Rev. Mod. Phys.*, **70** (4), 1455-1529 (1998).
3. I.J.SOLA, J.C. MARTÍN, J.M. ÁLVAREZ, Nonlinear response of a unidirectional erbium-doped fiber ring laser to a sinusoidally modulated pump power, *Opt. Comm.*, **212** (4), 359-369 (2002).