



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Sincronización de osciladores acoplados inducida por el ruido

**Descripción general** (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo: La sincronización de osciladores acoplados es un fenómeno fundamental en física estadística, con implicaciones en diversas áreas del conocimiento como la neurociencia, donde los modelos de osciladores se utilizan para representar de forma abstracta la actividad cerebral. En aplicaciones los osciladores se encuentran comúnmente en ambientes ruidosos. A nivel matemático, la dinámica de estos osciladores ruidosos se describe por medio de un sistema con un gran número de ecuaciones diferenciales estocásticas acopladas. Cuando los osciladores vienen descritos por un ciclo límite, como es el caso del modelo de Stuart-Landau con amplias aplicaciones en neurociencia e ingeniería, el ruido puede tener importantes consecuencias en la estabilidad de los ciclos límite, afectando de forma determinante el comportamiento del sistema. El objetivo de este trabajo es considerar el efecto del ruido en la transición de sincronización del modelo de Stuart-Landau de osciladores acoplados bajo distintas condiciones (conectividad de la red, heterogeneidad entre osciladores, etc).

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

1. Fundamentos matemáticos de análisis estocástico y ecuaciones diferenciales estocásticas.
2. Derivación del límite de campo medio del modelo de Stuart-Landau de osciladores acoplados sobre la red totalmente conectada y bajo efectos de ruido aditivo. Estudio de los diferentes equilibrios del sistema.
3. Simulación numérica del modelo de Stuart-Landau de osciladores acoplados sobre una red arbitraria y bajo los efectos de ruido aditivo. Identificación de algoritmos óptimos de integración numérica del modelo.
4. Estudio de la transición de sincronización del sistema para distintas topologías de la red y/o parámetros de los osciladores (por ejemplo, red totalmente conectada vs. redes modulares, osciladores idénticos vs. heterogéneos, etc).

**Bibliografía básica:**

1. Matthews, Paul C., and Steven H. Strogatz. "Phase diagram for the collective behavior of limit-cycle oscillators." *Physical review letters* 65.14 (1990): 1701.
2. Cabral, Joana, et al. "Metastable oscillatory modes emerge from synchronization in the brain spacetime connectome." *Communications Physics* 5.1 (2022): 184.

3. Stam, C. J., et al. "Network hyperexcitability in early Alzheimer's disease: Is functional connectivity a potential biomarker?." Brain Topography 36.4 (2023): 595-612.
4. Teramae, Jun-nosuke, and Dan Tanaka. "Robustness of the Noise-Induced Phase Synchronization in a General Class of Limit Cycle Oscillators." Physical review letters 93.20 (2004): 204103.
5. A. S. Powanwe and A. Longtin. "Amplitude-phase description of stochastic neural oscillators across the Hopf bifurcation". Physical Review Research 3.3 (2021), p. 033040
6. Kloeden, Peter E., et al. Stochastic differential equations. Springer Berlin Heidelberg, 1992.
7. Oksendal, Bernt. Stochastic differential equations: an introduction with applications. Springer Science & Business Media, 2013.
8. L. C. Evans. An introduction to stochastic differential equations. UC Berkeley course notes. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=2783e8ddda07c256cb2160a8e58e9639b2>

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** ANA PAULA MILLAN VIDAL

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

**Correo electrónico:** apmillan@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:** JESÚS DAVID POYATO SÁNCHEZ

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** MATEMÁTICA APLICADA

**Correo electrónico:** davidpoyato@ugr.es

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:** MARIA ESTHER ANGULO RUIZ

**Correo electrónico:** mariesanru03@correo.ugr.es