



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Grandes desviaciones y procesos efectivos en dinámicas estocásticas: análisis teórico y simulación

Descripción general (resumen y metodología):

Resumen:

Este Trabajo de Fin de Grado se centrará en el estudio de fluctuaciones atípicas en sistemas estocásticos modelados por ecuaciones tipo Langevin, tanto en equilibrio como fuera de equilibrio. Estas fluctuaciones, cuantificadas mediante observables aditivos en el tiempo, se describen mediante funciones de grandes desviaciones, que se obtienen resolviendo problemas espectrales análogos a los de mecánica cuántica. A partir de estos resultados, se construirá el proceso efectivo o “driven”, que describe el comportamiento más probable del sistema condicionado a la ocurrencia de una fluctuación atípica. Se analizarán casos concretos como el proceso de Ornstein-Uhlenbeck y variantes del movimiento browniano condicionado a ocupar ciertas regiones del espacio durante un tiempo dado, lo que conecta con problemas clásicos como el meandro browniano. El trabajo combinará análisis teórico y simulaciones numéricas para ilustrar los conceptos clave y explorar aplicaciones en sistemas fuera del equilibrio, estados metastables y distribuciones cuasiestacionarias.

Metodología:

El enfoque del trabajo será teórico-computacional. En la parte analítica, se introducirá la teoría de grandes desviaciones y su formulación espectral en el contexto de procesos de Langevin. Se explicará la conexión con problemas de valores propios en mecánica cuántica y se derivará la estructura del proceso efectivo condicionado a observables de tipo ocupación o corrientes. En la parte práctica, se implementarán simulaciones de trayectorias estocásticas mediante métodos numéricos de integración de ecuaciones diferenciales estocásticas, y se estimarán funciones de grandes desviaciones mediante técnicas como el reponderado de trayectorias o simulaciones con muestreo de importancia. Se prestará atención a cómo estas herramientas permiten representar fluctuaciones raras y a su interpretación física.

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

Objetivos planteados:

1. Introducir los fundamentos de la teoría de grandes desviaciones aplicados a procesos estocásticos tipo Langevin.
2. Estudiar el problema espectral asociado a la generación de funciones de grandes desviaciones de observables aditivos.
3. Construir el proceso efectivo asociado a condicionamientos en medidas de ocupación o corrientes.
4. Aplicar estos conceptos al proceso de Ornstein-Uhlenbeck y a variantes del movimiento browniano condicionado.
5. Desarrollar simulaciones numéricas que ilustren la aparición de trayectorias atípicas y la validez de las predicciones teóricas.

Bibliografía básica:

1. Touchette, H. (2009). *The large deviation approach to statistical mechanics*. Physics Reports, 478(1-3), 1-69.

2. Chetrite, R., & Touchette, H. (2015). *Nonequilibrium microcanonical and canonical ensembles and their equivalence*. Physical Review Letters, 111(12), 120601.
3. Derrida, B. (2007). *Non-equilibrium steady states: fluctuations and large deviations of the density and of the current*. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2007(07), P07023.
4. Angeletti, F., & Touchette, H. (2016). *Diffusions Conditioned on Occupation Measures. Journal of Mathematical Physics 57, 023303
5. Touchette, H. (2017). *Introduction to dynamical large deviations of Markov processes*, Lecture notes for the 2017 Summer School on Fundamental Problems in Statistical Physics XIV, 16-29 July 2017, Bruneck (Brunico), Italy.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: CARLOS PÉREZ ESPIGARES

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: carlosperez@ugr.es

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

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

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: MARTIN ITURRALDE JARA

Correo electrónico: mitujar1801@correo.ugr.es