



Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas (curso 2022-23)

Responsable de tutorización: Daniel Manzano Diosdado
Correo electrónico: dmanzano@ugr.es
Departamento: Electromagnetismo y Física de la Materia
Área de conocimiento: Física de la Materia

Responsable de cotutorización:
Correo electrónico:
Departamento:
Área de conocimiento:

(Rellenar solo en caso de que la propuesta sea de un estudiante):
Estudiante que propone el trabajo: Diego Romero Lorca

Título: Ecuaciones maestras cuánticas y *Quantum Jumps*.

Número de créditos: 6 ECTS 12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar las casillas que correspondan):

1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir de material disponible en los centros
3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

Los sistemas cuánticos abiertos son un tema de investigación de gran actualidad, con aplicaciones en campos tan diversos como la óptica cuántica, la física de la materia y la termodinámica cuántica. Dentro de este campo los sistemas markovianos, descritos por la Ecuación de Lindblad [1, 2] son de gran importancia. Esta ecuación describe los generadores del semigrupo de mapas CPT (completamente positivos y que preservan la traza) y muchas de sus propiedades son aún desconocidas. La existencia de múltiples puntos fijos en estos sistemas ha dado lugar a un nuevo campo de investigación [3].

Estas ecuaciones maestras nos dan información acerca del comportamiento de colectividades, pero no son útiles para el estudio de sistemas individuales. Para esto último se puede utilizar el método de los *quantum jumps* [4]. Mediante este método Montecarlo se pueden simular trayectorias individuales que se corresponden con los resultados de experimentos a realizar.

Actividades a desarrollar:

En este TFG el/la estudiante deberá realizar un análisis bibliográfico de la ecuación de Lindblad como generador del semigrupo de mapas CPT, así como del método de los *quantum jumps*. La relación entre estos dos métodos será formalmente demostrada por el alumno mediante el uso de técnicas estadísticas y de sistemas Markovianos.

Posteriormente, el alumno se centrará en el caso de sistemas de Lindblad degenerados. En este caso se ha observado que, si bien la ecuación maestra respeta las simetrías y sus cantidades conservadas, los *quantum jumps* rompen la simetría y producen un efecto denominado *dissipative freezing* [5, 6]. Este aparente efecto contradictorio de ambas aproximaciones será estudiado por el alumno tanto por medios computacionales como analíticos.

Objetivos planteados

Objetivo 1: Desarrollo de unas notas sobre la ecuación de Lindblad, degeneración y *quantum jumps*.

Objetivo 2: Simulación numérica de sistemas degenerados tanto mediante la Ec. de Lindblad como con simulaciones Montecarlo.

Objetivo 3: Demostración de la equivalencia entre ambos métodos.

Objetivo 4: Estudio del fenómeno de *dissipative freezing*.

Bibliografía

- [1] G. LINDBLAD, On the Generators of Quantum Dynamical Semigroups, *Commun. Math. Phys.*, **48** (1976) 119
- [2] D. MANZANO, A short introduction to the Lindblad master equation, *AIP Advances*, **10**, (2020), 025106.
- [3] J. THINGNA AND D. MANZANO, Degenerated Liouvillians and Steady-State Reduced Density Matrices, *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, **31**, (2021), 073114.
- [4] M. B. PLENIO, P. L. KNIGHT, The quantum-jump approach to dissipative dynamics in quantum optics, *Rev. Mod. Phys.*, **70**, (1998), 101.
- [5] D. MANZANO, M.A. MARTINEZ-GARCIA, P.I. HURTADO, Coupled activity-current fluctuations in open quantum systems under strong symmetries, *New J. Phys.*, **23**, (2021), 073044.
- [6] J. TINDALL, D. JAKSCH, C. SANCHEZ-MUNOZ, On the generality of symmetry breaking and dissipative freezing in quantum trajectories, *Preprint*, (2022), arXiv:2204.06585v1.

(Firmar solo en caso de trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del estudiante



Firma del responsable de tutorización



En Granada, a 14 de mayo de 2022.