



Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas (curso 2021-22)

Responsable de tutorización: Antonio Lasanta Becerra

Correo electrónico: alasanta@ugr.es

Departamento: Álgebra

Área de conocimiento: Álgebra

Responsable de cotutorización: Daniel Manzano Diosdado

Correo electrónico: dmanzano@ugr.es

Departamento: Electromagnetismo y Física de la Materia

Área de conocimiento: Física de la Materia

(Rellenar solo en caso de que la propuesta sea de un estudiante):

Estudiante que propone el trabajo:

Título: Puntos excepcionales en sistemas cuánticos markovianos. Aplicaciones en Termodinámica cuántica.

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].

Una de las preguntas que permanecen abiertas es la existencia de puntos fijos “excepcionales”. Estos son estados estacionarios, con distintas propiedades, que pueden coexistir. Recientemente, se han descubierto puntos excepcionales transitorios, con importantes implicaciones en el campo de la termodinámica cuántica [4]. Hasta el momento no se han encontrado puntos excepcionales estacionarios y tampoco se ha demostrado su no-existencia.

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, con especial énfasis en el problema de la degeneración. También deberá estudiar el problema específico de los puntos excepcionales. Para afianzar este conocimiento se realizarán análisis espectrales de diferentes sistemas cuánticos abiertos.

Una vez desarrollada la primera parte el/la estudiante se centrará en el problema específico de los puntos fijos excepcionales. Para ello se seguirán dos líneas. Por un lado se diseñarán sistemas físicos buscando esta propiedad. Por otro lado se utilizarán técnicas de teoría de grupos para demostrar la existencia o no de este tipo de puntos.

Objetivos planteados

Objetivo 1: Desarrollo de unas notas sobre la ecuación de Lindblad, degeneración y puntos excepcionales.

Objetivo 2: Análisis espectral de sistemas cuánticos abiertos degenerados y no-degenerados.

Objetivo 3: Estudio, mediante técnicas de teoría de grupos, de la existencia de puntos singulares excepcionales.

Objetivo 4: Diseño (si da lugar) de sistemas con puntos singulares excepcionales.

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, *Preprint*, (2021) arXiv:2101.10236.
- [4] S. KHANDELWAL, N. BRUNNER, G. HAACK, Signatures of exceptional points in a quantum thermal machine, *Preprint*, (2021) arXiv:2101.11553.

(Firmar solo en caso de trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del estudiante

Firma del responsable de tutorización

Firma del responsable de cotutorización

En Granada, a 7 de mayo de 2021.