



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Carlos Pérez Espigares

Departamento y Área de Conocimiento: Electromagnetismo y Física de la Materia Condensada

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Estudio de eventos raros en sistemas cuánticos abiertos

Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

Los eventos raros son aquellos que ocurren con muy baja probabilidad. A pesar de ello, cuando se dan, su impacto y consecuencias sobre el sistema son de gran importancia. En algunas ocasiones, puede incluso que dichos eventos sean de gran interés, debido a que posean un comportamiento que nos convenga reproducir, como por ejemplo un transporte de energía más eficiente a través del sistema. Dado que estos eventos tienen tan baja probabilidad, el marco teórico para su análisis es el de 'la teoría de grandes desviaciones' [1,2], que como su propio nombre indica, aborda el estudio de aquellas fluctuaciones que están muy alejadas del valor medio; siendo por tanto una extensión del teorema del límite central, que describe aquellas fluctuaciones cercanas a la media. En este trabajo se estudiará los eventos raros, o grandes fluctuaciones, de observables integrados en el tiempo -como la corriente o la actividad- en sistemas cuánticos abiertos [3,4], es decir, en contacto con un entorno. Igualmente, se implementará un método, conocido como la transformada de Doob, para hacer que tales eventos raros ocurran de manera típica (con mayor frecuencia) y de manera controlada [5].

Objetivos planteados:

- Estudio de la teoría de grandes desviaciones, que se aplicará al formalismo de la 'termodinámica de trayectorias' en el contexto de los sistemas cuánticos abiertos.
- Simulación de la ecuación de Lindblad a partir de su descripción como promedio de las trayectorias cuánticas de salto (*quantum jump trajectories*) en tiempo discreto [6].
- Derivación del nuevo Hamiltoniano y los nuevos operadores de salto a partir de la transformada de Doob en sistemas cuánticos abiertos de pocos cuerpos (por ejemplo de 3 qubits).

Metodología:

Para realizar este trabajo se utilizarán diversas técnicas de análisis en el estudio de los sistemas cuánticos abiertos. En concreto se aplicarán métodos de diagonalización numérica exacta de superoperadores para hallar los estados estacionarios de los sistemas de interés. Igualmente se implementarán otras técnicas computacionales como el método de Monte Carlo de los saltos cuánticos (*quantum jump Monte Carlo method*) para simular la dinámica de los sistemas cuánticos abiertos como complemento al análisis derivado de la diagonalización exacta.



Bibliografía:

- 1) H. Touchette, *The large deviation approach to statistical mechanics*, Phys. Rep. 478, 1 (2009).
- 2) Juan P Garrahan, Robert L Jack, Vivien Lecomte, Estelle Pitard, Kristina van Duijvendijk and Frédéric van Wijland, *First-order dynamical phase transition in models of glasses: an approach based on ensembles of histories*, J. Phys. A: Math. Theor. 42, 075007 (2009).
- 3) J. P. Garrahan and I. Lesanovsky, *Thermodynamics of quantum jump trajectories*. *Physical Review Letters*, 104(16), 160601 (2010)
- 4) J.P. Garrahan, *Aspects of non-equilibrium in classical and quantum systems: Slow relaxation and glasses, dynamical large deviations, quantum non-ergodicity, and open quantum dynamics*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 504, 130 (2018)
- 5) F. Carollo, J.P. Garrahan, I. Lesanovsky, and C. Pérez-Espigares, *Making rare events typical in Markovian open quantum systems*. *Physical Review A* 98, 010103 (2018)
- 6) M. B. Plenio and P. L. Knight, *The quantum-jump approach to dissipative dynamics in quantum optics*. *Reviews of Modern Physics*, 70(1), 101 (1998)

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Nils Van Es Ostos

Granada, 10 de Mayo 2021