



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Simulación eficiente de sistemas cuánticos abiertos en dispositivos cuánticos de ruido intermedio (NISQ).

Descripción general (resumen y metodología):

En la actualidad, están empezando a surgir dispositivos cuánticos ruidosos de escala intermedia en diversas plataformas, como trampas de iones y circuitos cuánticos superconductores. Estos dispositivos funcionan realizando puertas cuánticas que corresponden a evoluciones unitarias (o de sistema cerrado). Sin embargo, el área donde las computadoras cuánticas son más prometedoras es en la simulación de la dinámica de sistemas cuánticos complejos. Estos sistemas están lejos de ser cerrados, e interactúan de formas muy complicadas con el entorno circundante, lo que da como resultado que su descripción dinámica se describa mediante ecuaciones maestras. ¿Cómo podemos entonces simular una dinámica de sistema abierto tan complicada en un dispositivo que opera con una dinámica de sistema cerrado?

El enfoque directo es simular la dinámica del sistema cerrado que describe tanto los sistemas como su entorno y luego descartar la información sobre el entorno. El principal inconveniente de este enfoque es que no es sostenible, ya que requiere una cantidad de memoria cuántica que crece exponencialmente con el número de sistemas cuánticos involucrados, lo que lo coloca fuera del alcance de los dispositivos de computación cuántica actuales, incluso para tamaños de sistemas moderados.

El objetivo principal de este trabajo es explotar el ruido inherente ya presente en los dispositivos NISQ y construir rutinas eficientemente implementables para simular un proceso de ruido realista en un procesador cuántico real.

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

Objetivos planteados:

- Derivar e implementar teóricamente un circuito cuántico que simule el proceso de termalización de un sistema de dos niveles.
- Identificar los procesos de ruido natural en un simulador cuántico real y utilizarlos para reducir la longitud y profundidad del circuito cuántico que simula la termalización.
- Ejecute el circuito en una computadora cuántica, obtenga y analice los resultados y realice un estudio comparativo con la solución analítica exacta

Bibliografía básica:

1. Nielsen and Chuang. Quantum Computation and Quantum information, Cambridge University Press 2000.
2. Breuer and Petruccione. Theory of open Quantum Systems, Oxford University Press 2002.
3. Wang, D-S. and Berry, D. W. and de Oliveira M. and Sanders B. C. Solovay-Kitaev decomposition for Single-Qubit Channels, Physical Review Letters, **111**, 130504 (2013).
4. Sun, S. and Shih, L-C, and Cheng, Y-C. Efficient quantum simulation of open quantum system dynamics on noisy quantum computers, Physica Scripta, **99**, 035101 (2024).

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MICHAEL SKOTEINIOTIS

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: mskotiniotis@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: ARSENIY FEDOSEEV

Correo electrónico: arsfed@correo.ugr.es