



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas

*Responsable de tutorización:* Jara Juana Bermejo Vega  
Correo electrónico: jbermejovega@go.ugr.es  
Departamento: Dpto. de Electromagnetismo y Física de la Materia  
Área de conocimiento: Área de Materia Condensada

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

*(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)*  
*Estudiante que propone el trabajo:*

*Título:* Simetría y simulación clásica de circuitos cuánticos  
*Número de créditos:* 6 ECTS 12 ECTS

*Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):*

- 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 del 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:*

La computación cuántica es un tema de investigación muy activo en la actualidad. Los ordenadores cuánticos ofrecen mejoras computacionales drásticas para la resolución de problemas. Algoritmos cuánticos conocidos podrían tener aplicaciones revolucionarias en criptografía y la simulación por ordenador. Avances recientes en el campo del hardware cuántico, con contribuciones de empresas como D-Wave, Microsoft, Google e Intel, han impulsado la investigación de nuevos algoritmos cuánticos en ramas como las ciencias de datos o la optimización.

Una pregunta fundamental en computación cuántica teórica es entender y caracterizar los tipos de circuitos cuánticos que pueden simularse eficientemente. Entender esto es esencial para diseñar buenos algoritmos cuánticos que consuman menos recursos que los clásicos. Al mismo tiempo ayuda a minimizar los recursos consumidos por dichos algoritmos, cuya implementación es muy costosa en la actualidad.

Avances recientes en computación cuántica han identificado nuevos algoritmos de simulación clásica eficientes, basados en técnicas como la función de Wigner o quasiprobabilidades [1, 2]. Estos algoritmos se han usado en el estudio teórico de recursos cuánticos necesarios para tener ventajas algorítmicas cuánticas y, aunque son eficientes, no siempre son prácticos. Este Trabajo de Fin de Grado, investigará estos algoritmos de simulación clásica y buscarán mejoras prácticas. Para ello se utilizarán técnicas existentes de optimización de representaciones de quasiprobabilidad [3]. se implementarán los resultados en C++

*Keywords:* Computación Cuántica, algoritmos, simulación, programación, supercomputación

**Actividades a desarrollar:**

Revisión bibliográfica. Programación en C/C++ para la implementación del algoritmo.

**Objetivos planteados**

**Objetivos planteados:**

- Búsqueda de optimizaciones prácticas de los algoritmos de simulación clásica [1, 2] usando simetrías: p.ej., simetría rotacional o permutacional
- Implementación de algoritmos de simulación clásica en el superordenador Proteus
- Estudio práctico del rendimiento del algoritmo

**Bibliografía**

- [1] Phase space simulation method for quantum computation with magic states on qubits, R. Raussendorf, J. Bermejo-Vega, E. Tyhurst, C. Okay, M. Zurel, Phys. Rev. A 101, 012350 (2020), arXiv:1905.05374
- [2] Simulation of quantum circuits by low-rank stabilizer decompositions, Sergey Bravyi, Dan Browne, Padraic Calpin, Earl Campbell, David Gosset, Mark Howard, Quantum 3, 181 (2019).
- [3] Robustness of Magic and Symmetries of the Stabiliser Polytope, M. Heinrich and D. Gross, Quantum 3, 132 (2019).

Firma del estudiante

(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de tutorización

(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)

(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En Granada, a    de    de 20\_\_