Circuitos cuánticos superconductores

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

Másteres Universitarios

Este documento puede utilizarse como documentación de referencia de esta asignatura para la solicitud de reconocimiento de créditos en otros estudios. Para su plena validez debe estar sellado por la Secretaría de Estudiantes UIMP.

DATOS GENERALES

Título asignatura

Circuitos cuánticos superconductores

Código asignatura

102781

Curso académico

2025-26

Planes donde se imparte

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

Créditos ECTS

3

Carácter de la asignatura

OPTATIVA

Duración

Cuatrimestral

Idioma

CONTENIDOS

Contenidos

Esta asignatura introducirá al alumnado a los circuitos cuánticos construidos con superconductores tipo I y II, tal y como se emplean actualmente en diferentes ordenadores y simuladores cuánticos fabricados por IBM, Google, D-Wave y otras empresas y laboratorios.

- Introducción a la superconductividad
- Teoría cuántica de circuitos
- Fotones y elementos lineales
- Qubits superconductores
- Interacción qubit-fotón y qubit-qubit, y medidas
- Aplicación a ordenadores cuánticos y optimizadores cuánticos

RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y DE FORMACIÓN

Generales

RFA a nivel de Contenidos

RFA2 Entender el procesado de la información usando sistemas cuánticos, como qubits, puertas cuánticas, medidas, entrelazamiento, correlación, y limitaciones fundamentales y complejidad cuántica de algoritmos y operaciones.

RFA3 Identificar conceptos avanzados en el estudio mecano-cuántico de sistemas físicos de muchos cuerpos, fundamentos de interacción luz-materia, elementos de sistemas abiertos y topología.

RFA5 Conocer las principales implementaciones físicas de las tecnologías cuánticas y comprender sus principios de funcionamiento.

RFA a nivel de Competencias

RFA6 Diseñar, organizar e implementar un evento científico para la presentación del estado del arte en un campo de investigación.

RFA7 Atender, comprender e interpretar una charla científica en un ámbito de investigación de frontera de las tecnologías cuánticas, así como desarrollar una exposición crítica de los resultados presentados.

RFA9 Desarrollar capacidad de análisis, razonamiento crítico y resolución de problemas.

RFA10 Trabajar en equipo de forma activa compartiendo información y tareas para lograr la consecución de los objetivos previstos.

RFA11 Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma.

RFA12 Redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos.

RFA13 Realizar presentaciones sobre una investigación o proyecto científico ante públicos especializados.

RFA14 Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento.

RFA15 Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos de investigación.

RFA a nivel de Habilidades o destrezas

RFA16 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA17 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la

investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

RFA18 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA19 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

PLAN DE APRENDIZAJE

Actividades formativas

Lección magistral

Clase práctica

Tutorías individuales y/o colectivas

Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante

Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo

Metodologías docentes

Clases magistrales

Resolución de casos prácticos

Prácticas de programación o de laboratorio

Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas

Seminarios y conferencias

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Descripción del sistema de evaluación

Valoración de la participación en tutorías (ponderación mínima 10.0 y ponderación máxima 30.0)

Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo (ponderación mínima 20.0 y ponderación máxima 50.0)

Valoración de exposiciones orales de trabajos (ponderación mínima 20.0 y ponderación máxima 50.0)

Valoración del examen final oral o escrito (ponderación mínima 40.0 y ponderación máxima 80.0)

PROFESORADO

Profesor responsable

García Ripoll, Juan José

Licenciado y Doctor en Física.

Profesor investigador de OPI

CSIC

Profesorado

Ramos del Río, Tomás Andrés

Doctor en Física.

Investigador Ramón y Cajal.

Instituto de Física Fundamental IFF-CSIC.

Aguado Solá, Ramón

Doctor En Física.

Profesor De Investigación CSIC

Instituto De Ciencia De Materiales De Madrid (ICMM-CSIC)

Pino García, Manuel

Doctor

Profesor Permanente Laboral

Universidad de Salamanca

HORARIO

Horario

24/02/2026

16:00 - 18:00

Superconducting circuits

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

03/03/2026

16:00 - 18:00

Microwave photons, cavities and transmision lines

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

09/03/2026

18:00 - 19:00

Superconducting qubits

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

10/03/2026

16:00 - 18:00

Photon-qubit interactions

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

17/03/2026

16:00 - 18:00

Problems + tutoring

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

23/03/2026

18:00 - 19:00

Interactions between qubits

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

24/03/2026

16:00 - 18:00

Measurements & errors

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

07/04/2026

16:00 - 18:00

Measurements & errors

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

14/04/2026

16:00 - 18:00

Quantum computers

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

22/04/2026

18:00 - 20:00

Quantum annealers

Manuel Pino García

Doctor en Física.
Profesor Permanente Laboral.
Universidad de Salamanca. Departamento de Física Fundamental.

27/04/2026

18:00 - 19:00

Quantum annealers

Manuel Pino García

Doctor en Física.
Profesor Permanente Laboral.
Universidad de Salamanca. Departamento de Física Fundamental.

28/04/2026

16:00 - 18:00

Problems + tutoring

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

05/05/2026

16:00 - 18:00

Problems + tutoring

Manuel Pino García

Doctor en Física.
Profesor Permanente Laboral.
Universidad de Salamanca. Departamento de Física Fundamental.

11/05/2026

18:00 - 19:00

New architectures and hybrid systems

Ramón Aguado Solá

Investigador Científico
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC

12/05/2026

16:00 - 18:00

Supreconducting quantum networks

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

19/05/2026

16:00 - 18:00

Problems + tutoring

Ramón Aguado Solá

Investigador Científico
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC

25/05/2026

18:00 - 19:00

Tutoring

Juan José García Ripoll

Doctor en Física.
Investigador Científico de OPI.
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

Bibliografía

M. Tinkham, Introduction to superconductivity, Courier Corporation (2004).

Lecture notes: Quantum Information and Quantum Optics with Superconducting Circuits, Juan José García-Ripoll.

A. Blais, A. L. Grimsmo, S. M. Girvin, A. Wallraff, Circuit Quantum Electrodynamics, Rev. Mod. Phys. 93, 025005 (2021)