



1. **Código:** 14521 **Nombre:** Computación Cuántica
2. **Créditos:** 4,50 **--Teoría:** 2,30 **--Prácticas:** 2,20 **Carácter:** Optativo
- Titulación:** 205-Grado en Ingeniería Física
- Módulo:** 3-Optativas y prácticas externas **Materia:** 13-Optativas Generales y Prácticas Externas
- Centro:** E.T.S.I. DE TELECOMUNICACIÓN
3. **Coordinador:** García Almudéver, Carmen
- Departamento:** INFORMÁTICA DE SISTEMAS Y COMPUTADORES

4. Bibliografía

5. Descripción general de la asignatura

Objetivos de la asignatura

Este curso se centra en un campo tan emergente y novedoso como es la computación cuántica. Los estudiantes aprenderán los conceptos básicos de la computación cuántica que incluyen los bits cuánticos (qubits), la superposición, el entrelazamiento o el proceso de medida de los qubits. Serán capaces de resolver sencillos circuitos cuánticos y aprenderán algunos protocolos y algoritmos básicos como son la teleportación cuántica, la codificación superdensa, o los algoritmos de Deutsch y Deutsch-Jozsa. Además, también se explicarán otros modelos de computación no basados en puertas cuánticas como el 'annealing' cuántico.

Se usará el entorno de programación QisKit desarrollado por IBM para ejecutar circuitos y algoritmos sencillos tanto en sus simuladores de computación cuántica como en sus procesadores basados en qubits superconductores. También se accederá a las plataformas de DWave para resolver algunos problemas reales de optimización.

Contextualización de la asignatura

El campo de la computación cuántica ha experimentado un gran progreso en los últimos años pasando de ser un concepto puramente teórico a una realidad tangible gracias al desarrollo de los primeros ordenadores cuánticos. Hoy en día ya existen procesadores cuánticos de escala intermedia que integran entre decenas y cientos de qubits. Estos procesadores están basados en diferentes tecnologías como son circuitos superconductores, iones atrapados o átomos neutros. Nótese que IBM presentó en diciembre del 2023 el procesador Córdon que integra 1121 qubits superconductores. Algunos de éstos ordenadores cuánticos son accesibles a través de la nube y los usuarios pueden ejecutar algoritmos sencillos. Aunque el potencial de esta nueva tecnología es innegable pues permitirá solucionar problemas altamente complejos que ningún ordenador clásico puede resolver, los retos para construir un ordenador cuántico de gran escala y tolerante a fallos que demuestre dicho potencial computacional son aún muchos y diversos.

6. Conocimientos recomendados

- (14481) Álgebra
- (14488) Informática y Programación
- (14492) Física Estadística
- (14494) Física Cuántica
- (14495) Mecánica cuántica
- (14496) Métodos Matemáticos II
- (14497) Probabilidad y Señales Aleatorias

7. Resultados

Resultados fundamentales

CB1(GE) Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2(GE) Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB5(GE) Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CB4(GE) Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.





7. Resultados

Resultados fundamentales

CB3(GE) Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

Competencias transversales

(5) Responsabilidad y toma de decisiones

- Actividades desarrolladas relacionadas con la adquisición de la competencia
Desarrollo de temas orientados a motivar e incentivar, de modo práctico, la responsabilidad a la hora de tomar decisiones.

- Criterios de evaluación

Se evaluará esta competencia mediante cuestiones prácticas de examen, específicas al efecto.

Resultados de Aprendizaje Específicos

RA5.1 - Identificar, formular y resolver problemas complejos, de manera autónoma, aplicando los principios de la disciplina.

8. Unidades didácticas

- Introducción a la computación cuántica
 - Estado actual de la computación cuántica
 - Elementos funcionales de un ordenador cuántico
 - Teoría de la complejidad y complejidad cuántica
 - Notación bra-ket y álgebra lineal
- Cubits, puertas y circuitos cuánticos
 - De bits a qubits
 - Proceso de medida
 - La esfera de Bloch
 - Puertas cuánticas
 - Circuitos cuánticos
- Protocolos y algoritmos cuánticos
 - Teleportación cuántica
 - Codificación superdensa
 - Algoritmo de Deutsch
 - Algoritmo de Deutsch-Jozsa
- Métodos de Monte Carlo para optimización ('simulated annealing')
 - Complejidad de los métodos de optimización
 - Problema de satisfacibilidad booleana
 - Modelo de Ising y problemas QUBO
 - Simulated annealing
- Computación cuántica adiabática ('quantum annealing')
 - Teorema adiabático
 - Quantum annealing

9. Método de enseñanza-aprendizaje

UD	TA	SE	PA	PL	PC	PI	EVA	TP	TNP	TOTAL HORAS
1	4,00	--	1,00	--	--	2,00	1,00	8,00	12,00	20,00
2	5,00	--	1,00	--	--	4,00	1,00	11,00	15,00	26,00
3	5,00	--	2,00	--	--	4,00	2,00	13,00	20,00	33,00
4	4,50	--	1,00	--	--	4,00	1,00	10,50	15,00	25,50
5	4,50	--	1,00	--	--	2,00	1,00	8,50	12,00	20,50
TOTAL HORAS	23,00	--	6,00	--	--	16,00	6,00	51,00	74,00	125,00

UD: Unidad Didáctica. TA: Teoría de Aula. SE: Seminario. PA: Práctica de Aula. PL: Práctica de Laboratorio. PC: Práctica de Campo. PI: Práctica de Informática. EVA: Actividades de Evaluación. TP: Trabajo Presencial. TNP: Trabajo No Presencial.

10. Evaluación

Descripción

Nº Actos

Peso (%)

Document signat electrònicament per
Documento firmado electrónicamente por
Electronically signed document by

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Data/Fecha/Date

06/06/2025

2 / 3

Autenticitat verificable mitjançant Codi Segur Verificació
Autenticidad verificable mediante Código Seguro Verificación
Original document can be verified by Secure Verification Code

ALUVXBVMXXA

<https://sede.upv.es/eVerificador>





10. Evaluación

Descripción

- (11) Observación
(15) Prueba práctica de laboratorio/campo/informática/aula
(14) Prueba escrita

<u>Nº Actos</u>	<u>Peso (%)</u>
4	10
1	20
2	70

La evaluación de la asignatura se realizará de la siguiente manera:

- 2 exámenes parciales (35%+35% de la nota final). Habrá también un examen final de recuperación para cada uno de los parciales
- 4 pruebas de test después de la sesiones de aula (10% de la nota final).
- 1 examen para evaluar las actividades prácticas de laboratorio (20% de la nota final). Este examen de laboratorio no tiene recuperación ni nota mínima.

En el caso de los estudiantes con dispensa, la distribución será la siguiente:

- 2 exámenes parciales (40%+40% de la nota final). Habrá también un examen final de recuperación para cada uno de los parciales
- 1 examen para evaluar las actividades prácticas de laboratorio (20% de la nota final). Este examen de laboratorio no tiene recuperación ni nota mínima.

Si la nota en el/los parcial/es es <4 el/la estudiante debe presentarse al final (P1 y/o P2). Los alumnos que superen el 4 en el/los parcial/es también podrán presentarse a los exámenes de recuperación de P1 y/o P2 para intentar subir nota. En cualquier caso la nota final del parcial/es será la obtenida en dicho examen examen de recuperación.

Una vez finalizadas las recuperaciones, y teniendo en cuenta que todas las notas se puntúan sobre 10, la nota media de la asignatura quedará calculada de la siguiente manera:

$$\text{NotaMedia} = (P1 \times 0.35) + (P2 \times 0.35) + (\text{Lab} \times 0.2) + (\text{Test} \times 0.1)$$

En el caso en el que los dos parciales (P1 y P2) tenga una nota mayor o igual a 4, la nota final se calculará como:

$$\text{NotaFinal} = \text{NotaMedia}$$

En el caso en el que no se llegue al mínimo de 4 en alguno de los parciales el alumno quedará automáticamente suspendido y la nota final se calculará como:

$$\text{NotaFinal} = \min(4.5, \text{NotaMedia})$$

Por tanto, para aprobar la asignatura es condición necesaria obtener una nota mínima de 4 en cada parcial.

11. Porcentaje máximo de ausencia

<u>Actividad</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Observaciones</u>
Teoría Aula	20	
Teoría Seminario	0	
Práctica Aula	0	
Práctica Laboratorio	0	
Práctica Informática	10	
Práctica Campo	0	

