



DATOS IDENTIFICATIVOS

Códigos de corrección de errores

Asignatura	Códigos de corrección de errores			
Código	V05M198V01203			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	http://quantummastergalicia.es			
Descripción general	Teoría básica y aplicaciones en computación y comunicaciones de los códigos de control de errores cuánticos			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A13	Conocer las estrategias de criptografía cuántica y su viabilidad y solvencia en el contexto de la internet cuántica, quantum blockchain, y las comunicaciones secretas, adquiriendo una visión panorámica de los actores que serán esenciales en su despliegue.
B13	Tener conocimientos sobre las limitaciones física y técnicas a las implementaciones de los sistemas de procesamiento de información cuántica: ruidos, decoherencia, etc., así como de las estrategias de mitigación o corrección que se proponen.
C1	Analizar y descomponer un concepto complejo, examinar cada parte y observar cómo encajan entre sí
C2	Clasificar e identificar tipos o grupos, mostrando cómo cada categoría es distinta de las demás
C3	Comparar y contrastar y señalar las similitudes y diferencias entre dos o más temas o conceptos

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Capacidad para comprender la construcción, análisis y aplicaciones de los códigos cuánticos de control de errores en sistemas de comunicaciones y en los ordenadores cuánticos. Conocimiento de los principales códigos concretos.	A13 B13 C1 C2 C3

Contenidos

Tema	
1. Errores cuánticos	Modelos de errores cuánticos. Fuentes de error Decoherencia y ruido en sistemas cuánticos abiertos Tipos de errores y modelos de canales con error Digitalización del ruido cuántico. Operadores de error

2. Fundamentos de la corrección cuántica de errores	- De la corrección de errores clásica a la cuántica - El código de corrección de errores de tres qubits - El código Shor de nueve qubits - Condiciones de la corrección cuántica de errores - El límite cuántico de Hamming
3. Construcción de códigos cuánticos	- Códigos lineales clásicos - Códigos Calderbank-Shor-Steane (CSS)
4. Códigos estabilizadores	- El formalismo del estabilizador - Medición en el formalismo del estabilizador - Construcciones de códigos estabilizadores - Circuitos cuánticos de codificación, descodificación y corrección
5. Códigos estabilizadores topológicos	- El complejo de cadenas Z_2 - Códigos de superficie en un toro: los códigos tóricos - Códigos planos de superficie - Corrección cuántica de errores topológica
6. Computación cuántica tolerante a fallos	- Tolerancia a fallos en computación cuántica - Corrección de errores con tolerancia a fallos - Operaciones codificadas con tolerancia a fallos

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	23	41
Resolución de problemas	5	15	20
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	12	12
Presentación	2	0	2

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Se presentarán los elementos principales de los códigos de errores cuánticos, sus aplicaciones y limitaciones.
Resolución de problemas	Se resolverán problemas típicos de diseño y análisis de códigos de errores cuánticos, para aprender a utilizar los métodos vistos en las lecciones magistrales

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se ofrecerá apoyo en horario de tutorías y por correo electrónico. Para la información de contacto, véase https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga
Resolución de problemas	Se ofrecerá apoyo en horario de tutorías y por correo electrónico. Para la información de contacto, véase https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga
Pruebas	Descripción
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se ofrecerá apoyo en horario de tutorías y por correo electrónico. Para la información de contacto, véase https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Resolución de problemas y/o ejercicios	Resolución de ejercicios de forma autónoma e individual, entrega por escrito. Dos conjuntos con un valor del 30% cada uno.	60	A13 B13 C1 C2 C3
Presentación	Presentación de un trabajo de arrollado por el alumno/a	40	A13 B13 C1 C2 C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Se ofrecen dos modos de evaluación, evaluación continua y evaluación global.

La evaluación continua consta de un examen escrito al término del curso (40%) más dos pruebas de resolución individual de ejercicios (30% cada una de ellas). La evaluación global consta de un único examen al término del curso. Un/a estudiante opta por la evaluación continua si presenta alguna de las pruebas de resolución de ejercicios. La evaluación continua nunca

es acreedora de una calificación de no presentado.

En la convocatoria extraordinaria se utilizará el mismo sistema de evaluación, a elección de cada estudiante.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

M. A. Nielsen, I. L. Chuang, **Quantum Computation and Quantum Information**, Cambridge University Press, 2010

Bibliografía Complementaria

Giuliano Gadioli La Guardia, **Quantum Error Correction Symmetric, Asymmetric, Synchronizable, and Convolutional Codes**, Springer, 2020

Frank Gaitan, **Quantum Error Correction and Fault Tolerant Quantum Computing**, Routledge - Taylor & Francis, 2013

D. A. Lidar, T. A. Brun, **Quantum Error Correction**, Cambridge University Press, 2013

Recomendaciones