



Escuela de Ingeniería de Telecomunicación

(*)Páxina web

(*)

www.teleco.uvigo.es

(*)Presentación

La Escuela de Enxeñaría de Telecomunicación, con acreditación institucional desde el 28/01/2019 (RD 420/2015), oferta un grado y cuatro másteres totalmente adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, verificados por la ANECA y que se ajustan a las Órdenes Ministeriales CIN/352/2009 y CIN/355/2009.

Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (GETT) - Bachelor's Degree in Telecommunication Technologies Engineering

(Acreditado EUR-ACE®, 15/04/2019; Plan de Excelencia Ultra 2020 de la Xunta de Galicia).

El Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación habilita para el ejercicio de las profesiones reguladas de ingeniería técnica. Las profesiones reguladas son aquellas para las que para su ejercicio se requiere cumplir una condición especial que, normalmente, es estar en posesión de un determinado título académico. En la actualidad, se rigen por el Real Decreto 1837/2008. El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) determinó que las atribuciones profesionales se pueden adquirir con la titulación de grado (Ingenieros e Ingenieras Técnicos) o con la titulación de máster universitario (Ingenieros e Ingenieras).

El GETT ha sido seleccionado para participar en el Plan de Excelencia del Sistema Universitario de Galicia Ultra 2020, en el que se recogen un conjunto de acciones que tienen como objetivo que las universidades gallegas puedan dar un nuevo salto de calidad. Al amparo de este plan, a partir del curso 2018/19 **se oferta un itinerario en inglés para que, los alumnos y alumnas que así lo deseen, puedan cursar en esta lengua hasta el 80% de los créditos de la titulación.**

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/gett/diptico-uvigo-eet-grao-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/gett>

Máster en Ingeniería de Telecomunicación

Determinadas profesiones reguladas necesitan un nivel de estudios mayor y así, para poder ejercerlas, se requiere haber cursado un máster universitario habilitante. El Máster en Ingeniería de Telecomunicación es un máster con atribuciones profesionales plenas de Ingeniero e Ingeniera de Telecomunicación, regulado por la Orden Ministerial CIN/355/2009 de 9 de febrero de 2009 y publicado en el BOE nº 44 de 20/02/2009.

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/met/diptico-uvigo-eet-master-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/mit>

Másteres Interuniversitarios

La oferta educativa actual del centro se completa con diferentes másteres interuniversitarios interrelacionados con el sector empresarial.

Master Interuniversitario en Ciberseguridad; www: <https://www.munics.es/>

Máster Interuniversitario en Matemática Industrial: www: <http://m2i.es>

Máster Interuniversitario en Visión por Computador: www: <https://www.imcv.eu/>

(*)Equipo directivo

EQUIPO DIRECTIVO DO CENTRO

Directora: Rebeca Pilar Díaz Redondo (teleco.direccion@uvigo.gal)

Secretaría e Subdirección de Novas Titulacións: Pedro Rodríguez Hernández
(teleco.subdir.secretaria@uvigo.gal;teleco.subdir.novastitulacions@uvigo.gal)

Subdirección de Organización Académica: Pedro Comesaña Alfaro (teleco.subdir.academica@uvigo.gal)

Subdirección de Relaciones Internacionais e Subdirección de Infraestructuras: María Verónica Santalla del Río (teleco.subdir.internacional@uvigo.gal; teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.gal)

Subdirección Difusión e Captación: Laura Docio Fernández (teleco.subdir.captacion@uvigo.gal)

Subdirección de Calidade: Ana María Cao Paz(teleco.subdir.calidade@uvigo.gal)

COORDINACIÓN DO GRAO EN ENXEÑARÍA DE TECNOLOXÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinadora Xeral: Lucía Costas Pérez (teleco.grao@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-gett/>

COORDINACIÓN DO MESTRADO EN ENXEÑARÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinador Xeral: Manuel García Sánchez (teleco.master@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-met/>

COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN CIBERSEGURIDADE

Coordinada Xeral: Ana Fernández Vilas (teleco.munics@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-munics/>

COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL

Coordinadora Xeral: Elena Vázquez Cendón (USC)

Coordinador UVIGO: José Durany Castrillo (durany@dma.uvigo.es)

<http://www.m2i.es/?seccion=coordinacion>

COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN VISIÓN POR COMPUTADOR

Coordinador Xeral: Xose Manuel Pardo López (USC)

Coordinador UVIGO: José Luis Alba Castro (jalba@gts.uvigo.es)

<https://www.imcv.eu/legal-notice/>

COORDINADOR DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN CIENCIA E TECNOLOXÍAS DE INFORMACIÓN CUÁNTICA

Coordinador Xeral: Javier Mas (USC)

Coordinador UVIGO: Manuel Fernández Veiga(teleco.mqist@uvigo.es)

<https://quantummastergalicia.es/info>

Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica

Asignaturas

Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
V05M198V01101	Mecánica cuántica I	1c	3
V05M198V01102	Mecánica cuántica II	1c	3
V05M198V01103	Fundamentos de información cuántica	1c	3
V05M198V01104	Introducción a la computación cuántica	1c	3
V05M198V01105	Fundamentos de comunicaciones cuánticas	1c	3
V05M198V01106	Herramientas de la computación cuántica	1c	3
V05M198V01107	Programación e implementación de algoritmos cuánticos	1c	3
V05M198V01108	Computación cuántica y aprendizaje máquina	1c	3
V05M198V01109	Teoría de la información cuántica avanzada	1c	3
V05M198V01110	Tecnologías fotónicas para la comunicación cuántica	1c	3
V05M198V01111	Comunicaciones cuánticas avanzadas	1c	3
V05M198V01112	Óptica cuántica	1c	3
V05M198V01113	Sistemas físicos para la información cuántica	1c	3
V05M198V01119	Mecánica cuántica avanzada	1c	3
V05M198V01120	Arquitecturas de la computación cuántica	1c	3
V05M198V01121	Técnicas experimentales para la información cuántica	1c	3
V05M198V01201	Computación cuántica y computaciones de altas prestaciones	2c	3
V05M198V01202	Aplicaciones prácticas de la computación cuántica	2c	3
V05M198V01203	Códigos de corrección de errores	2c	3
V05M198V01204	Redes de comunicaciones cuánticas	2c	3
V05M198V01205	Materiales cuánticos	2c	3
V05M198V01206	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica	2c	3
V05M198V01207	Metrología y sensores cuánticos	2c	3
V05M198V01208	Métodos numéricos en computación cuántica	2c	3

V05M198V01209	Introducción a la simulación cuántica	2c	3
V05M198V01210	Ciencia y tecnología de la superconductividad	2c	3
V05M198V01211	Fotónica de semiconductores	2c	3
V05M198V01212	Sistemas cuánticos basados en reglas	2c	3
V05M198V01213	Laboratorio de comunicaciones cuánticas	2c	3
V05M198V01214	Prácticas externas I	2c	3
V05M198V01215	Prácticas externas II	2c	3
V05M198V01216	Comunicaciones cuánticas vía satélite	2c	3
V05M198V01217	Trabajo Fin de máster	2c	15

DATOS IDENTIFICATIVOS**Mecánica cuántica I**

Asignatura	Mecánica cuántica I			
Código	V05M198V01101			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Paredes Galán, Ángel			
Profesorado	Paredes Galán, Ángel			
Correo-e	angel.paredes@uvigo.es			
Web	http://quantummastergalicia.es/info			
Descripción general	Este curso presenta el formalismo y elementos básicos de la mecánica cuántica, y más en particular los más adaptados al tratamiento cuántico de la información. Abarca los temas introductorios que serán requeridos por las distintas asignaturas. Está enfocado a estudiantes que provengan de grados o másteres en los que no se haya visto nunca Mecánica Cuántica: ingeniería, matemáticas, etc. Comenzará con un repaso de métodos matemáticos y continuará con un estudio a fondo de los axiomas de la Mecánica Cuántica y sus consecuencias prácticas.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A1	Comprender el dominio, los conceptos, los métodos y las técnicas básicas de la mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos.
B1	Conocer los fundamentos teóricos de mecánica cuántica, el formalismo matemático, los axiomas y sistemas más sencillos.
B2	Adquirir conocimientos sobre sistemas cuánticos de muchos grados de libertad como medio para almacenar y procesar información.
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
Nueva	A14 A1 A14 A14 B1 B2 C1 C18 C2 C3 C18 C18 C18 D18 D18

Contenidos

Tema	
Perspectiva histórica.	Experimentos básicos.
Espacios de Hilbert complejos.	Herramientas matemáticas. Elementos de álgebra lineal. Notación de Dirac

Operadores, autovalores y autovectores.	Operadores lineales y notación matricial. Producto externo. Operador identidad. Operadores hermíticos, unitarios y normales. Traza de un operador. Conmutadores. Descomposición espectral. Matrices de Pauli.
Postulados de la mecánica cuántica.	Postulados. Medidas. Valores esperados. Incertidumbre de Heisenberg. Sistemas de dos niveles. Estados de espín.
Evolución temporal	Operador Hamiltoniano. Estados estacionarios. Operadores de evolución.
Matriz densidad	Estados puros y estados mezcla. Valores esperados.
Mecánica ondulatoria.	Ecuación de Schrodinger.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	13	0	13
Seminario	9	0	9
Actividades introductorias	1	0	1
Resolución de problemas de forma autónoma	0	45	45
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	5	5
Examen de preguntas objetivas	1	0	1
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	0	1

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	El profesor expone temas al alumnado.
Seminario	Sesiones basadas en la resolución de problemas.
Actividades introductorias	Introducción de la asignatura.
Resolución de problemas de forma autónoma	Estudio de la materia impartida y resolución de los ejercicios propuestos.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Resolución de dudas en clase y en tutorías. Para concertar tutorías, escribir a angel.paredes@uvigo.gal Tutorías online bajo demanda en: https://campusremotouvigo.gal/public/961623215 contraseña de estudiante: ZuT8euJW
Seminario	Resolución de dudas en clase y en tutorías. Para concertar tutorías, escribir a angel.paredes@uvigo.gal Tutorías online bajo demanda en: https://campusremotouvigo.gal/public/961623215 contraseña de estudiante: ZuT8euJW
Actividades introductorias	Resolución de dudas en clase y en tutorías. Para concertar tutorías, escribir a angel.paredes@uvigo.gal Tutorías online bajo demanda en: https://campusremotouvigo.gal/public/961623215 contraseña de estudiante: ZuT8euJW
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de dudas en tutorías. Para concertar tutorías, escribir a angel.paredes@uvigo.gal Tutorías online bajo demanda en: https://campusremotouvigo.gal/public/961623215 contraseña de estudiante: ZuT8euJW

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se propondrán problemas a resolver de forma individualizada para demostrar la adquisición de los resultados de aprendizaje y las competencias.	60 A1	B1 C1 B2 C2 C3

Examen de preguntas objetivas	Examen presencial de preguntas objetivas destinado a evaluar los conocimientos adquiridos.	20	A1	B1 B2	C1 C2 C3
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen presencial de resolución de problemas.	20	A1	B1 B2	C1 C2 C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación continua:

Consistirá de tres pruebas: Resolución de problemas fuera del aula 1: Valor 30%. Resolución de problemas relativos la la primera mitad de la asignatura. Se valorará también la asistencia y participación continuadas en clase.

Resolución de problemas fuera del aula 2: Valor 30%. Resolución de problemas relativos la la segunda mitad de la asignatura. Se valorará también la asistencia y participación continuadas en clase.

Examen final. Valor 40%. Constará de una parte de preguntas objetivas (20%) y una parte de resolución de problemas (20%).

Evaluación global:

Se realizará un examen consistente en preguntas objetivas (20%) y resolución de problemas (80%) que valdrá él 100% de la calificación de la asignatura.

Este esquema de evaluación es válido tanto para la oportunidad ordinaria como la extraordinaria.

Compromiso ético: Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, etc.), se considerará que él alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En ese caso, la calificación final en la correspondiente oportunidad de evaluación será de suspenso (0,0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Notes of the subject,

Bibliografía Complementaria

David A.B. Miller, **Quantum Mechanics for Scientists and Engineers**, 978-0-521-89783-9, Cambridge University Press, 2008

Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, **Quantum computation and quantum information**, 0-521-63503-9, Cambridge University Press, 2002

Michel Le Bellac, **Quantum physics**, 978-1107602762, Cambridge University Press, 2006

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Fundamentos de información cuántica/V05M198V01103

Mecánica cuántica II/V05M198V01102

DATOS IDENTIFICATIVOS**Mecánica cuántica II**

Asignatura	Mecánica cuántica II			
Código	V05M198V01102			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/mecanica-cuantica-ii-19342-18435-2-103723			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A1	Comprender el dominio, los conceptos, los métodos y las técnicas básicas de la mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos.
A2	Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.
B2	Adquirir conocimientos sobre sistemas cuánticos de muchos grados de libertad como medio para almacenar y procesar información.
B10	Conocimientos sobre nuevos materiales cuánticos de estado sólido, sus propiedades física y topológicas.
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
Nueva	A14 A1 A14 A2 A3 A14 B2 B10 C1 C18 C2 C3 C18 C18 C18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Fundamentos de información cuántica**

Asignatura	Fundamentos de información cuántica			
Código	V05M198V01103			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimstre
	3	OB	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento	Ingeniería telemática			
Coordinador/a	Díaz Redondo, Rebeca Pilar			
Profesorado	Díaz Redondo, Rebeca Pilar			
Correo-e	rebeca@det.uvigo.es			
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/fundamentos-informacion-cuantica-19342-18435-2-103724			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código				
A2	Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...			
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.			
A7	Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico.			
B2	Adquirir conocimientos sobre sistemas cuánticos de muchos grados de libertad como medio para almacenar y procesar información.			
B3	Conocer las bases físicas que permiten codificar y procesar información. Comprensión de las nuevas reglas que impone la Mecánica Cuántica para su procesado.			
B5	Tener conocimientos sobre teoría cuántica de la información, las limitaciones universales, y sus implicaciones para la computación, las comunicaciones y la metrología.			
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
------------------------------------	---------------------------------------

Nueva

A14
A2
A14
A3
A14
A7
B2
B18
B3
B18
B18
B5
B18
B18
C1
C18
C2
C18
C3
C18
C18
C18
D18
D18
D18
D18

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Fundamentos de comunicaciones cuánticas**

Asignatura	Fundamentos de comunicaciones cuánticas			
Código	V05M198V01105			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	Esta asignatura proporciona al alumno los conceptos y técnicas básicas de operación de los sistemas de comunicaciones cuánticos, con especial énfasis en la construcción de canales de comunicaciones seguras y en el análisis de los protocolos en que se fundamentan. Se tratarán la distribución cuántica de claves, las diferentes posibilidades de implementación tecnológica y las técnicas de análisis de la seguridad de estos esquemas.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
A12	Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión.
B11	Conocimientos sobre comunicaciones cuánticas, los principios teóricos, y las implementaciones experimentales, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B12	Tener conocimientos sobre criptografía cuántica, sus bases teóricas, las implementaciones existentes y los retos y desafíos que afrontan.
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
Conocimiento de los principales tipos de protocolos de distribución cuántica de clave, así como de los fundamentos teóricos sobre su seguridad.	A3 A6 A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3

Conocimiento de las tecnologías fotónicas empleadas en estos sistemas, así como de las principales plataformas experimentales, y capacidad para comprender y evaluar sus prestaciones.	A3 A6 A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3
--	--

Conocimiento y capacidad para aplicar y deducir resultados de protocolos de comunicaciones cuánticas.	A3 A6 A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3
---	--

Contenidos

Tema	
1. Introducción a la criptografía	1.1. Cifrado y autenticación de información. 1.2. Criptografía clásica de clave simétrica. Libreta de un solo uso. 1.3. Criptografía clásica de clave pública y post-cuántica.
2. Criptografía cuántica	2.1. Distribución cuántica de clave. 2.2. Fundamentos sobre seguridad.
3. Protocolos de distribución cuántica de clave	3.1. Protocolos de preparación y medida. 3.2. Protocolos basados en entrelazamiento y en interferencia fotónica. 3.3. Protocolos basados en variable continua. 3.4. Esquemas de post-procesado de datos.
4. Seguridad de los protocolos de distribución cuántica de clave	4.1. Ataques individuales, colectivos y coherentes. 4.2. Régimen asintótico y régimen finito. 4.3. Definición de seguridad. Componibilidad.
5. Implementaciones tecnológicas	5.1. Principales plataformas experimentales. 5.2. Limitaciones en la tasa de generación de clave secreta. Ataque basado en la división del número de fotones. 5.3. Estados señuelo.
6. Otros protocolos de comunicaciones cuánticas	6.1. Teleportación. 6.2. Codificación densa. 6.3. Bit commitment. 6.4. Quantum radar.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	25	43
Resolución de problemas	4	0	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	7	7
Trabajo	1	10	11
Examen de preguntas de desarrollo	2	8	10

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio.
Resolución de problemas	Resolución de problemas en clase magistral. Resolución de problemas de forma autónoma por parte de los estudiantes.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los estudiantes podrán acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor o a través de medios telemáticos. Se puede consultar el horario y/o solicitar tutorías en: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso

Resolución de problemas Los estudiantes podrán acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor o a través de medios telemáticos. Se puede consultar el horario y/o solicitar tutorías en: <https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso>

Pruebas	Descripción
Trabajo	Los estudiantes podrán acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor o a través de medios telemáticos. Se puede consultar el horario y/o solicitar tutorías en: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso

Evaluación					
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas y/o ejercicios	Resolución de problemas y/o ejercicios.	30	A3 A6 A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3
Trabajo	Realización de un trabajo en grupo guiado por el profesor.	30	A3 A6 A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final en el que se evalúan todos los contenidos de la materia.	40	A3 A6 A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Habrà dos modalidades de evaluación en la convocatoria ordinaria: evaluación continua y evaluación global. La evaluación continua consiste en la entrega de un boletín de ejercicios resueltos individualmente por cada estudiante (30%), de un trabajo realizado en grupo y guiado por el profesor (30%), y un examen escrito al término del curso (40%). La evaluación global consistirá en un único examen escrito al final del curso. Se considerará que un estudiante opta por la evaluación global si no entrega el boletín de ejercicios. La evaluación continua impide una calificación final de no presentado.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Nicolas Gisin, Grégoire Ribordy, Wolfgang Tittel, Hugo Zbinden, **Quantum Cryptography**, <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.74.145>, Rev. Mod. Phys. 74, 145, American Physical Society, 2002

Dagmar Bruss, Norbert Lutkenhaus, **Quantum Key Distribution: from Principles to Practicalities**, <https://doi.org/10.1007/s002000050137>, AAEC Vol 10, 383-399, Springer, 2000

Hoi-Kwong Lo, Yi Zhao, **Quantum Cryptography**, https://doi.org/10.1007/978-0-387-30440-3_432, Encyclopedia of Complexity and Systems Science 8, 7265-7289, Springer, 2009

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Comunicaciones cuánticas avanzadas/V05M198V01111

Comunicaciones cuánticas vía satélite/V05M198V01216

Laboratorio de comunicaciones cuánticas/V05M198V01213

Redes de comunicaciones cuánticas/V05M198V01204

DATOS IDENTIFICATIVOS**Herramientas de la computación cuántica**

Asignatura	Herramientas de la computación cuántica			
Código	V05M198V01106			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&ensenyament=614551&assignatura=614551006&any_academic=2023_24&any_academic=2023_24			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.
A7	Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico.
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
B4	Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
B6	Adquirir conocimientos sobre sistemas físicos susceptibles de implementar el tratamiento de la información en grados de libertad cuánticos.
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
Nueva	A14 A14 A14 A3 A14 A14 A7 A10 B4 B6 C1 C2 C18 C3 C18 C18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Programación e implementación de algoritmos cuánticos**

Asignatura	Programación e implementación de algoritmos cuánticos			
Código	V05M198V01107			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/fundamentos-informacion-cuantica-19342-18435-2-103724			

Descripción general

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A7	Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico.
B3	Conocer las bases físicas que permiten codificar y procesar información. Comprensión de las nuevas reglas que impone la Mecánica Cuántica para su procesado.
B4	Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
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
Nueva	A7 B18 B3 B4 C1 C2 C3 C18

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada**Evaluación**

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción Calificación Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Teoría de la información cuántica avanzada**

Asignatura	Teoría de la información cuántica avanzada			
Código	V05M198V01109			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Díaz Redondo, Rebeca Pilar Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web				
Descripción general	Este curso presenta, interpreta y aplica los resultados principales de la teoría de la información cuántica aplicables a la transmisión y la compresión de información cuántica.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B3	Conocer las bases físicas que permiten codificar y procesar información. Comprensión de las nuevas reglas que impone la Mecánica Cuántica para su procesado.
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.
D1	Adquisición de herramientas y conocimientos que permitan el desarrollo de ideas originales e innovadoras en un contexto empresarial o académico.
D2	Capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
D3	Capacidad para integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad antes de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre responsabilidades sociales y éticas.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocimiento y capacidad para aplicar y deducir resultados de la teoría de la información cuántica a canales cuánticos avanzados	A3 A11 B3 B13 D1 D2 D3

Contenidos

Tema	
1. Canales cuánticos	a. Repaso de caracterizaciones de los canales cuánticos: natural, Choi, Kraus, Stinespring b. Ejemplos de canales: de preparación, de adición, de sustitución, clásico-cuánticos, cuántico-clásicos, isométricos, de depolarización, de borrado c. Canales unitales: canales unitarios mixtos, canales Weyl, canales Schur d. Canales separables, medidas de separabilidad. Canales PPT. Canales LOCC

2. Comunicaciones clásicas asistidas por entrelazamiento	a. Capacidad de canal one-shot. Cotas b. Capacidad de canal asintótica. c. Ejemplos
3. Comunicaciones clásicas sobre canales cuánticos	a. Capacidad de canal one-shot. Cotas b. Capacidad de canal. Capacidad Holevo c. Ejemplos
4. Comunicaciones cuánticas sobre canales cuánticos	a. Capacidad one-shot b. Capacidad de canales cuánticos c. Superaditividad

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	25	43
Resolución de problemas	5	0	5
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	25	25
Examen de preguntas de desarrollo	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	Exposición de teoría, resultados y ejemplos de comunicaciones y protocolos cuánticos.
Resolución de problemas	Resolución de problemas en clase magistral. Resolución de problemas de forma autónoma por parte del estudiantes, con entrega escrita y evaluación.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se dispensarán tutorías personalizadas a los estudiantes que lo deseen, sobre cualquiera de los aspectos de teoría de la asignatura, de acuerdo con la modalidad y horario de cada docente: Manuel F. Veiga. [https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga] Rebeca Díaz. [https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11470]
Resolución de problemas	Se ofrecerán tutorías personalizadas a los estudiantes que lo deseen, sobre los aspectos de aplicación de la teoría al modelado y resolución de problemas, de acuerdo con la modalidad y horario de cada docente: Manuel F. Veiga. [https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga] Rebeca Díaz. [https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11470]

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen escrito. Resolución de problemas y ejercicios. Dos ejercicios con un peso del 30% cada uno	60	A3 A11	B3 B13	D1 D2 D3
Examen de preguntas de desarrollo	Examen escrito de preguntas y resolución de ejercicios	40	A3 A11	B3 B13	D1 D2 D3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Habrán dos modalidades de evaluación en la convocatoria ordinaria: evaluación continua y evaluación global. La evaluación continua consiste en la entrega de dos conjuntos de ejercicios escritos resueltos individualmente por cada estudiante, cada uno de los cuales tendrá un peso del 30% en la calificación final, más un examen escrito al término del curso, con un peso del 40%. La evaluación global consistirá en un único examen escrito al final del curso. Se considerará que un estudiante opta por la evaluación global si no entrega el primer conjunto de ejercicios escritos. La evaluación continua impide una calificación final de no presentado.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

John Watrous, **The theory of quantum information**, Cambridge University Press, 2018

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Tecnologías fotónicas para la comunicación cuántica**

Asignatura	Tecnologías fotónicas para la comunicación cuántica			
Código	V05M198V01110			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Profesorado	Michinel Álvarez, Humberto Javier Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Correo-e	jrs@uvigo.es			
Web	http://quantummastergalicia.es			
Descripción general	(*)A asignatura proporciona os coñecementos básicos sobre dispositivos electrónicos e fotónicos necesarios nun enlace de comunicacións cuántico: láseres e outras fontes ópticas así coma fotodetectores. Tamén se estudan as características e modelos dos canais de transmisión por fibra óptica e no espazo libre			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B7	Tener conocimientos sobre óptica cuántica y el papel y las propiedades de la luz y su manipulación en el procesamiento la información y las comunicaciones cuánticas.
B11	Conocimientos sobre comunicaciones cuánticas, los principios teóricos, y las implementaciones experimentales, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
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
Conocer los aspectos básicos de las fuentes ópticas y sus aplicaciones a las comunicaciones	A6 A11 B7 C1 C2 C3
Conocer las bases de los canales de comunicación óptica, en particular de las fibras ópticas	A6 A11 B7 B13 C1 C2 C3

Conocer las bases de la propagación de las olas electromagnéticas en el vacío y en medios homogéneos	A6 A11 B7 B13 C1 C2 C3
Conocer a las técnicas de generación de fotones individuales y su detección	A6 A11 B7 B11 B13 C1 C2 C3
Conocer los métodos de codificación cuántica de la información y sus aplicaciones para las comunicaciones criptográficas	A6 A11 B7 B11 B13 C1 C2 C3

Contenidos

Tema	
1. Fuentes ópticas	Teoría de la radiación de Einstein. Teoría cuántica de la radiación. Vida media de los estados excitados. Absorción y emisión estimulada. Frecuencia de Rabi y oscilaciones coherentes de población. Ancho de línea y mecanismos de ensanchamiento. Ecuaciones de tasa en sistemas láser. Coeficiente de ganancia. Saturación de ganancia homogénea e inhomogénea. Cavidades y modos láser. Umbral de láser y amplificación modal. Introducción a los láseres de diodo.
2. Canales de transmisión	Canales de información. Formatos de codificación. Propagación de ondas electromagnéticas en medios dieléctricos y homogéneos. Haces gaussianos. Fibras ópticas. Modos de propagación. Dispersión en fibras ópticas. Atenuación en fibras ópticas.
3. Generación y detección de fotones individuales	Características de las fuentes de fotones y métodos de caracterización. Descripción general de las fuentes de fotones individuales (conversión paramétrica descendente, mezcla de cuatro ondas, puntos cuánticos). Pulsos coherentes débiles frente a fotones individuales. Detectores de fotón individual: tubos fotomultiplicadores, detectores basados en semiconductores, detectores basados en superconductores. Detección óptica coherente
4. Principales plataformas experimentales de QKD.	Variable discreta QKD: codificación en polarización, fase y tiempo. Variable continua QKD: modulación gaussiana y modulación de amplitud en cuadratura. QKD basado en fibra vs QKD de espacio libre. Dispositivo de medición independiente QKD y Twin field QKD. QKD independiente del dispositivo

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	15	0	15
Resolución de problemas	10	50	60

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	El profesor expone los contenidos de la materia utilizando métodos de proyección del material gráfico de apoyo y atendiendo a las cuestiones formuladas por el alumnado durante la exposición
Resolución de problemas	El profesor propone durante la lección magistral diferentes problemas sobre los contenidos de la asignatura. El alumnado debe trabajarlos por su cuenta con el apoyo tutorial del profesorado

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
--------------	-------------

Lección magistral	El profesor responde a las cuestiones que surjan y planteen los estudiantes durante la exposición de la lección magistral.
Resolución de problemas	El profesor atiende tutorialmente las cuestiones y dudas que le surjan los/las estudiantes durante la resolución de los problemas, atendiendo presencialmente, por email o por videoconferencia a los/las estudiantes que lo requieran.

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Lección magistral Se propondrán cuestiones o ejercicios sencillos sobre la materia para entregar en un plazo fijado.	30	A6 B7 C1 A11 B11 C2 B13 C3
Resolución de problemas Se pedirá a los estudiantes que entreguen en un plazo fijado algunos de los problemas propuestos al largo del periodo lectivo. La calificación total del 70% se repartirá entre el número de problemas solicitados, que no serán menos de dos para no sobrepasar el 35% de peso cada uno de ellos.	70	

Otros comentarios sobre la Evaluación

El/La estudiante tiene el derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el entro para cada convocatoria. En tal caso los/las estudiantes harán un examen que podrá contener problemas, ejercicios y cuestiones relacionados con todos los contenidos la asignatura.

El alumno que no entregue ninguno de los problemas propuestos recibirá la calificación de de "no presentado".

Evaluación de segunda oportunidad y de fin de carrera: se hará del mismo modo que la de primera oportunidad. Los/Las estudiantes han de entregar los ejercicios y problemas problemas antes de la fecha del examen oficial de las respectivas convocatorias.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Sibley, M., **Optical communications components and systems**, 978-3030343583, 3ª, Cham Springer, 2020
 Svelto, O., **Principles of lasers**, 9781461513735, 5ª, ilustrada, Springer Science & Business Media, 2010
 Migdall, A. Polyakov, S. V., Fan, J., Bienfang, J. C., **Single photon generation and detection**, 9780123876959, Academic Press, 2013

Bibliografía Complementaria

Martín Pereda, J. A., **Sistemas y redes ópticas de comunicaciones**, Pearson Prentice Hall, 2004
 Capmany, J., **Fundamentos de comunicaciones ópticas**, Síntesis, 1998
 Cerullo, G., Longhi, S., Nisoli, M., Stagira, S., Svelto, O., **Problems in Laser Physics**, 9781461513735, Springer Science & Business Media, 2012, 2012
 Wolf, R., **Quantum Key Distribution**, 9783030739904, Springer Science & Business Media, 2012, 2021
 Feihu Xu et al., **Secure quantum key distribution with realistic devices**, Rev. Mod. Phys. 92, 025002 □ Published 26 May, 2020
 Stefano Pirandola et al., **Advances in Quantum Cryptography**, Adv. Opt. Photon. 12, 1012-1236, 2020
 Eleni Diamanti et al., **Practical challenges in quantum key distribution**, Quantum Information 2, 16025, 2016

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Comunicaciones cuánticas avanzadas**

Asignatura	Comunicaciones cuánticas avanzadas			
Código	V05M198V01111			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	Esta asignatura describe y analiza la seguridad de canales de comunicaciones cuánticos, y presenta técnicas para la determinación de la tasa de generación de claves secretas en un sistema de distribución cuántica de clave.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
A12	Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión.
B11	Conocimientos sobre comunicaciones cuánticas, los principios teóricos, y las implementaciones experimentales, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B12	Tener conocimientos sobre criptografía cuántica, sus bases teóricas, las implementaciones existentes y los retos y desafíos que afrontan.
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 demostrar la seguridad de los sistemas cuánticos de distribución de clave, y para calcular su tasa de generación de clave secreta.	A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3
Conocimientos generales de hackeo cuántico, y sobre la seguridad práctica de sistemas experimentales.	A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3
Conocimientos sobre redes de distribución cuántica de clave y capacidad para comprender y evaluar sus prestaciones.	A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3

Conocimientos sobre dispositivos cuánticos para generar números aleatorios y capacidad para comprender y evaluar sus prestaciones.

A11
A12
B11
B12
C1
C2
C3

Contenidos

Tema

1. Seguridad de la distribución cuántica de clave.	1.1. Escalado de la tasa de clave. 1.2. Demostración de seguridad basada en entropía. 1.3. Otras demostraciones de seguridad: Shor-Preskill y basada en complementariedad.
2. Hackeo cuántico.	2.1. Ataques pasivos y ataques activos. 2.2. Hackeando los transmisores. Ataques mediante Caballos de Troya. 2.3. Hackeando los receptores. Ataques sobre los detectores. 2.4. Seguridad de las implementaciones experimentales.
3. Distribución cuántica de clave independiente de los dispositivos.	3.1. Principio de funcionamiento. Desigualdades de Bell. 3.2. Seguridad y prestaciones. 3.3. Plataformas experimentales.
4. Redes de distribución cuántica de clave.	4.1. Arquitecturas de red. Redes basadas en nodos confiables y redes vía satélite. 4.2. Compatibilidad con redes de comunicaciones ópticas. 4.3. Estandarización y certificación.
5. Generadores cuánticos de números aleatorios.	5.1. Principio de funcionamiento. 5.2. Estimación de la entropía cuántica. 5.3. Plataformas experimentales y comerciales.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	25	43
Resolución de problemas	4	0	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	7	7
Trabajo	1	10	11
Examen de preguntas de desarrollo	2	8	10

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio.
Resolución de problemas	Resolución de problemas en clase magistral. Resolución de problemas de forma autónoma por parte de los estudiantes.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los estudiantes podrán acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor o a través de medios telemáticos.
Resolución de problemas	Los estudiantes podrán acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor o a través de medios telemáticos.
Pruebas	Descripción
Trabajo	Los estudiantes podrán acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor o a través de medios telemáticos.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas y/o ejercicios	Resolución de problemas y/o ejercicios.	30	A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3

Trabajo	Realización de un trabajo en grupo guiado por el profesor.	30	A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final en el que se evalúan todos los contenidos de la materia.	40	A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Habrán dos modalidades de evaluación en la convocatoria ordinaria: evaluación continua y evaluación global. La evaluación continua consiste en la entrega de un boletín de ejercicios resueltos individualmente por cada estudiante (30%), de un trabajo realizado en grupo y guiado por el profesor (30%), y un examen escrito al término del curso (40%). La evaluación global consistirá en un único examen escrito al final del curso. Se considerará que un estudiante opta por la evaluación global si no entrega el boletín de ejercicios. La evaluación continua impide una calificación final de no presentado.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

V. Scarani et al, **The security of practical quantum key distribution**, <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.81.1301>, Rev. Mod. Phys. 81, 1301, American Physical Society, 2009

H.-K. Lo, M. Curty, and K. Tamaki, **Secure quantum key distribution**, <https://doi.org/10.1038/nphoton.2014.149>, Nat. Photonics 8, 595, Springer Nature, 2014

F. Xu, X. Ma, Q. Zhang, H.-K. Lo, J.-W. Pan, **Secure quantum key distribution with realistic devices**, <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.92.025002>, Rev. Mod. Phys. 92, 025002, American Physical Society, 2020

M. Razavi, **An Introduction to Quantum Communication Networks**, 978-1-6817-4653-1, IOP Concise Physics, 2018

M. Tomamichel, **Quantum Information Processing with Finite Resources**, 978-3-319-21890-8, Springer, 2016

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de comunicaciones cuánticas/V05M198V01105

DATOS IDENTIFICATIVOS**Óptica cuántica**

Asignatura	Óptica cuántica			
Código	V05M198V01112			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/2023-2024/optica-cuantica-19345-18438-3-103743			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.
B7	Tener conocimientos sobre óptica cuántica y el papel y las propiedades de la luz y su manipulación en el procesamiento de la información y las comunicaciones cuánticas.
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
Nueva	A14 A14 A6 B18 B18 B7 C1 C2 C3 C18 C18 C18 C18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS

Sistemas físicos para la información cuántica

Asignatura	Sistemas físicos para la información cuántica			
Código	V05M198V01113			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimstre
	3	OP	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/sistemas-fisicos-informacion-cuantica-19345-18438-3-103744			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A4	Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica.
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.
B6	Adquirir conocimientos sobre sistemas físicos susceptibles de implementar el tratamiento de la información en grados de libertad cuánticos.
B7	Tener conocimientos sobre óptica cuántica y el papel y las propiedades de la luz y su manipulación en el procesamiento la información y las comunicaciones cuánticas.
B10	Conocimientos sobre nuevos materiales cuánticos de estado sólido, sus propiedades física y topológicas.
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
Nueva	A4 A6 B6 B7 B10 C1 C18 C2 C3 C18 C18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Mecánica cuántica avanzada**

Asignatura	Mecánica cuántica avanzada			
Código	V05M198V01119			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/mecanica-cuantica-avanzada-19346-18439-3-103753			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A9	Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico.
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
B1	Conocer los fundamentos teóricos de mecánica cuántica, el formalismo matemático, los axiomas y sistemas más sencillos.
B2	Adquirir conocimientos sobre sistemas cuánticos de muchos grados de libertad como medio para almacenar y procesar información.
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
Nueva	A9 A10 B1 B2 C1 C2 C3 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada**Evaluación**

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS

Arquitecturas de la computación cuántica

Asignatura	Arquitecturas de la computación cuántica			
Código	V05M198V01120			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&ensenyament=614551&assignatura=614551022&any_academic=2023_24&any_academic=2023_24			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A9	Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico.
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
B4	Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
B16	Tener conocimiento de arquitecturas de ordenadores cuánticos, diferentes plataformas y <input type="checkbox"/> full stack <input type="checkbox"/> .
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
Nueva	A14 A9 A10 B18 B4 B18 B18 B18 B18 B16 C1 C2 C3 C18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Técnicas experimentais para la información cuántica**

Asignatura	Técnicas experimentais para la información cuántica			
Código	V05M198V01121			
Titulacion	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A2	Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentais para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...
A4	Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica.
A5	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos.
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B1	Conocer los fundamentos teóricos de mecánica cuántica, el formalismo matemático, los axiomas y sistemas más sencillos.
B17	Tener conocimientos de técnicas experimentais para la información y la comunicación cuánticas. Dispositivos ópticos y de estado sólido.
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
------------------------------------	---------------------------------------

Nueva

A2
A14
A4
A5
A11
B1
B18
B18
B17
C1
C2
C3
C18
C18
D18
D18

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS

Computación cuántica y computaciones de altas prestaciones

Asignatura	Computación cuántica y computaciones de altas prestaciones			
Código	V05M198V01201			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&ensenyament=614551&assignatura=614551009&any_academic=2023_24&any_academic=2023_24			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A8	Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.
A9	Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico.
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
B15	Tener conocimientos sobre aspectos de alto nivel en computación cuántica: aprendizaje máquina cuántica, simuladores cuánticos, arquitecturas, etc.
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
Nueva	A8 A9 A10 B18 B18 B15 C1 C2 C3 C18 C18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Aplicaciones prácticas de la computación cuántica**

Asignatura	Aplicaciones prácticas de la computación cuántica			
Código	V05M198V01202			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&ensenyament=614551&assignatura=614551010&any_academic=2023_24&any_academic=2023_24			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A8	Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
B14	Tener conocimientos de conjuntos de problemas en los que la computación cuántica en su estadio de desarrollo actual puede ofrecer una ventaja sobre la clásica: química, biología, optimización, logística, finanzas, etc.
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
Nueva	A8 A10 B14 C1 C2 C3 D18

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada**Evaluación**

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS

Códigos de corrección de errores

Asignatura	Códigos de corrección de errores			
Código	V05M198V01203			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
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 general			

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	<ul style="list-style-type: none"> - El complejo de cadenas Z₂ - Códigos de superficie en un toro: los códigos tóricos - Códigos planos de superficie - Corrección cuántica de errores topológica
6. Computación cuántica tolerante a fallos	<ul style="list-style-type: none"> - 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 problema 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 ed 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 PRes, 2010

Bibliografía Complementaria

Giuliano Gadioli La Guardia, **Quantum Error Correction Symmetric, Asymmetric, Synchronizable, and Convolutional Codes**, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-48551-1>, Springer, 2020

Frank Gaitan, **Quantum Error Correction and Fault Tolerant Quantum Computing**, 9780849371998, Routledge - Taylor & Francis, 2013

D. A. Lidar, T. A. Brun, **Quantum Error Correction**, <https://doi.org/10.1017/CBO9781139034807>, Cambridge University Press, 2013

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Redes de comunicaciones cuánticas**

Asignatura	Redes de comunicaciones cuánticas			
Código	V05M198V01204			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Vilas, Ana			
Profesorado	Fernández Vilas, Ana González Castaño, Francisco Javier			
Correo-e	avilas@uvigo.es			
Web	http://quantummastergalicia.es			
Descripción general	Se describe las bases conceptuales y los principales elementos de las redes de comunicaciones cuánticas, así como su arquitectura. Además, se utiliza esta visión para revisar un conjunto de posibles aplicaciones.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
A12	Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión.
B11	Conocimientos sobre comunicaciones cuánticas, los principios teóricos, y las implementaciones experimentales, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B12	Tener conocimientos sobre criptografía cuántica, sus bases teóricas, las implementaciones existentes y los retos y desafíos que afrontan.
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
Nueva	A14 A14 A11 A12 B18 B18 B11 B12 B13 C1 C2 C3

Contenidos

Tema	
Inreducción	¿Qué es la QI? Intercambio y destilación de entrelazamiento. Distribución de entrelazamiento.

Elementos IQ	Memorias cuánticas. Repetidores cuánticos. Pares de Bell. Repetidores basados en memorias. Repetidores solo-fotónicos. Rutas de entrelazamiento.
Arquitectura de la Internet Cuántica	Arquitecturas. Iniciativas de estandarización. Redes con repetidores confiables. Redes sin repetidores confiables. Estados cuánticos como recursos. Capacidad de los canales cuánticos y de la QI.
Aplicaciones	Computación Cuántica Distribuida. Interconexión de QPUs. Redes Neuronales y QNNs. Redes QKD.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	13	30	43
Estudio de casos	4	10	14
Metodologías basadas en investigación	4	10	14
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Trabajo	1	0	1
Estudio de casos	1	0	1

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Lecturing
Estudio de casos	Estudio de casos
Metodologías basadas en investigación	Metodologías basadas en investigación

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se dispensarán tutorías personalizadas a los estudiantes que lo deseen, sobre cualquiera de los aspectos de teoría de la asignatura, de acuerdo con la modalidad y horario de cada docente. Ana Fernández Vilas [https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas]
Estudio de casos	Se dispensarán tutorías personalizadas a los estudiantes que lo deseen, sobre cualquiera de los casos de estudios propuestos, de acuerdo con la modalidad y horario de cada docente. Ana Fernández Vilas [https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas]
Metodologías basadas en investigación	Se dispensarán tutorías personalizadas a los estudiantes que lo deseen, sobre cualquiera de los temas de investigación propuestos, de acuerdo con la modalidad y horario de cada docente. Ana Fernández Vilas [https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas]

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Examen de preguntas de desarrollo	Examen de preguntas de desarrollo	40	A11 A12	B11 B12 B13	C1 C2 C3
Trabajo	Trabajo	30	A11 A12	B11 B12 B13	C1 C2 C3
Estudio de casos	Estudio de casos	30	A11 A12	B11 B12 B13	C1 C2 C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Habrán dos modalidades de evaluación en la convocatoria ordinaria: evaluación continua y evaluación global. La evaluación continua consiste en la entrega de un trabajo de investigación y un estudio de casos de entre los propuestos en los contenidos. Cada uno tendrá un peso del 30% en la calificación final, más un examen escrito al término del curso, con un peso del 40%.

La evaluación global consistirá en un único examen escrito al final del curso.
Se considerará que un estudiante opta por la evaluación global si no entrega la primera de las actividades propuestas.. La evaluación continua impide una calificación final de no presentado.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Rodney Van Meter, **Quantum Networking**, <https://www.wiley.com/en-gb/Quantum+Networking-p-9781848215375>, 1, Wiley, 2014

Riccardo Bassoli, Holger Boche et al, **Quantum Communication Networks. Foundations in Signal Processing, Communications and Networking**, 978-3-030-62937-3, 1, Springer, 2021

Peter P. Rohde, **The Quantum Internet: The Second Quantum Revolution**, <https://doi.org/10.1017/9781108868815>, 1, Cambridge University Press, 2021

Mohsen Razavi, . **An Introduction to Quantum Communications Networks Or, how shall we communicate in the quantum era?**, <https://iopscience.iop.org/book/mono/978-1-6817-4653-1>, 1, Morgan & Claypool Publishers, 2018

Ivan Djordjevic, **Quantum Communication, Quantum Networks, and Quantum Sensing**, 9780128229422, 1, Elsevier, 2022

Miralem Mehic , Stefan Rass , Peppino Fazio , Miroslav Voznak, **Quantum Key Distribution Networks: A Quality of Service Perspective**, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-06608-5>, 1, Springer, 2022

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS

Materiales cuánticos

Asignatura	Materiales cuánticos			
Código	V05M198V01205			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/materiais-cuanticos-19345-18438-3-103745			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A4	Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica.
A5	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos.
B6	Adquirir conocimientos sobre sistemas físicos susceptibles de implementar el tratamiento de la información en grados de libertad cuánticos.
B10	Conocimientos sobre nuevos materiales cuánticos de estado sólido, sus propiedades física y topológicas.
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
Nueva	A4 A5 B6 B10 C1 C2 C3

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Sistemas abiertos y termodinámica cuántica**

Asignatura	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica			
Código	V05M198V01206			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnologias-informacion-cuantica/20232024/sistemas-abertos-termodinamica-cuantica-19345-18438-3-103746			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A4	Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica.
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.
B1	Conocer los fundamentos teóricos de mecánica cuántica, el formalismo matemático, los axiomas y sistemas más sencillos.
B2	Adquirir conocimientos sobre sistemas cuánticos de muchos grados de libertad como medio para almacenar y procesar información.
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
Nueva	A14 A14 A14 A14 A4 A14 A6 B1 B2 B18 C1 C2 C3 C18 D18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información**Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria**

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Metrología y sensores cuánticos**

Asignatura	Metrología y sensores cuánticos			
Código	V05M198V01207			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Selección	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua	Gallego			
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Paredes Galán, Ángel			
Profesorado	Paredes Galán, Ángel			
Correo-e	angel.paredes@uvigo.es			
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnologias-informacion-cuantica/20232024/metroloxia-sensores-cuanticos-19345-18438-3-103747			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.
B5	Tener conocimientos sobre teoría cuántica de la información, las limitaciones universales, y sus implicaciones para la computación, las comunicaciones y la metrología.
B7	Tener conocimientos sobre óptica cuántica y el papel y las propiedades de la luz y su manipulación en el procesamiento de la información y las comunicaciones cuánticas.
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
Nueva	A3 B5 B7 C1 C2 C3

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada**Evaluación**

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación**Fuentes de información****Bibliografía Básica**

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Métodos numéricos en computación cuántica**

Asignatura	Métodos numéricos en computación cuántica			
Código	V05M198V01208			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&ensenyament=614551&assignatura=614551025&any_academic=2023_24&any_academic=2023_24			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A9	Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico.
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
B4	Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
B14	Tener conocimientos de conjuntos de problemas en los que la computación cuántica en su estadio de desarrollo actual puede ofrecer una ventaja sobre la clásica: química, biología, optimización, logística, finanzas, etc.
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
Nueva	A14 A14 A14 A14 A14 A9 A10 B4 B14 C1 C2 C18 C3 C18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías		
Descripción		
Atención personalizada		
Evaluación		
Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Otros comentarios sobre la Evaluación		
Fuentes de información		
Bibliografía Básica		
Bibliografía Complementaria		
Recomendaciones		

DATOS IDENTIFICATIVOS**Introducción a la simulación cuántica**

Asignatura	Introducción a la simulación cuántica			
Código	V05M198V01209			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web				
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación.
A8	Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.
B4	Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
B14	Tener conocimientos de conjuntos de problemas en los que la computación cuántica en su estadio de desarrollo actual puede ofrecer una ventaja sobre la clásica: química, biología, optimización, logística, finanzas, etc.
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
Nueva	A14 A14 A3 A14 A8 B18 B4 B18 B18 B18 B14 C1 C2 C3

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías		
Descripción		
Atención personalizada		
Evaluación		
Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Otros comentarios sobre la Evaluación		
Fuentes de información		
Bibliografía Básica		
Bibliografía Complementaria		
Recomendaciones		

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Ciencia y tecnología de la superconductividad				
Asignatura	Ciencia y tecnología de la superconductividad			
Código	V05M198V01210			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimstre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/ciencia-tecnoloxia-superconducitividade-19346-18439-3-103748			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A4	Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica.
A5	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos.
B6	Adquirir conocimientos sobre sistemas físicos susceptibles de implementar el tratamiento de la información en grados de libertad cuánticos.
B10	Conocimientos sobre nuevos materiales cuánticos de estado sólido, sus propiedades física y topológicas.
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
Nueva	A4 A5 B6 B10 C1 C2 C3 C18 C18 C18 D18 D18 D18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos
Tema

Planificación	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Fotónica de semiconductores**

Asignatura	Fotónica de semiconductores			
Código	V05M198V01211			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnologias-informacion-cuantica/20232024/fotonica-semicondutores-19346-18439-3-103750			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.
B6	Adquirir conocimientos sobre sistemas físicos susceptibles de implementar el tratamiento de la información en grados de libertad cuánticos.
B7	Tener conocimientos sobre óptica cuántica y el papel y las propiedades de la luz y su manipulación en el procesamiento la información y las comunicaciones cuánticas.
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
Nueva	A6 B6 B7 C1 C2 C3 C18 C18 C18 D18 D18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Sistemas cuánticos basados en reglas**

Asignatura	Sistemas cuánticos basados en reglas			
Código	V05M198V01212			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&ensenyament=614551&assignatura=614551029&any_academic=2023_24&any_academic=2023_24			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A9	Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico.
B3	Conocer las bases físicas que permiten codificar y procesar información. Comprensión de las nuevas reglas que impone la Mecánica Cuántica para su procesado.
B4	Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
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
Nueva	A14 A9 B18 B3 B4 B18 B18 C1 C2 C3 C18 C18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Laboratorio de comunicaciones cuánticas**

Asignatura	Laboratorio de comunicaciones cuánticas			
Código	V05M198V01213			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web				
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código				
A2	Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...			
A6	Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores.			
B1	Conocer los fundamentos teóricos de mecánica cuántica, el formalismo matemático, los axiomas y sistemas más sencillos.			
B2	Adquirir conocimientos sobre sistemas cuánticos de muchos grados de libertad como medio para almacenar y procesar información.			
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
------------------------------------	---------------------------------------

Nueva

A2
A6
B18
B1
B2
B18
B18
C1
C2
C3
C18
D18
D18

Contenidos

Tema

Planificación

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción Calificación Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Prácticas externas I**

Asignatura	Prácticas externas I			
Código	V05M198V01214			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/practicas-externas-19347-18440-2-103737			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
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.
B14	Tener conocimientos de conjuntos de problemas en los que la computación cuántica en su estadio de desarrollo actual puede ofrecer una ventaja sobre la clásica: química, biología, optimización, logística, finanzas, etc.
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
Nueva	A10 A13 B14 C1 C2 C3 C18 C18 C18 D18 D18 D18 D18 D18 D18

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Prácticas externas II**

Asignatura	Prácticas externas II			
Código	V05M198V01215			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20232024/practicas-externas-ii-19346-18439-3-103738			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A10	Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años.
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.
B14	Tener conocimientos de conjuntos de problemas en los que la computación cuántica en su estadio de desarrollo actual puede ofrecer una ventaja sobre la clásica: química, biología, optimización, logística, finanzas, etc.
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
Nueva	A14 A14 A14 A14 A10 A13 B18 B14 C1 C18 C2 C3 C18

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción

Calificación

Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Comunicaciones cuánticas vía satélite**

Asignatura	Comunicaciones cuánticas vía satélite			
Código	V05M198V01216			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnologías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly			
Departamento				
Coordinador/a	Mosquera Nartallo, Carlos			
Profesorado	Aguado Agelet, Fernando Antonio Mosquera Nartallo, Carlos			
Correo-e	mosquera@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	Esta asignatura aborda el marco tecnológico de las comunicaciones cuánticas que operan sobre enlaces satelitales, con especial énfasis en el canal óptico y todos los subsistemas implicados.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A11	Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
A12	Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión.
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.
B11	Conocimientos sobre comunicaciones cuánticas, los principios teóricos, y las implementaciones experimentales, tanto terrestres como aéreas y vía satélite.
B12	Tener conocimientos sobre criptografía cuántica, sus bases teóricas, las implementaciones existentes y los retos y desafíos que afrontan.
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
Comprender el impacto de los enlaces ópticos por satélite en el diseño de un sistema de comunicaciones cuánticas espaciales.	A11 A12 B11 B12 C1 C2
Adquirir una visión global de las soluciones actuales para la comunicación cuántica vía satélite	A13 B11 C3

Contenidos

Tema	
1.Introducción a las comunicaciones cuánticas vía satélite	1.1 Introducción a la arquitectura de un sistema espacial 1.2 Órbitas 1.3 Ingeniería de sistemas y estándares espaciales

2. Arquitectura de sistemas espaciales para comunicaciones cuánticas	2.1 Principales arquitecturas para comunicaciones cuánticas 2.2 Integración con la red cuántica terrena
3. Comunicaciones ópticas en enlaces satelitales	3.1 Principios de transmisión de señales 3.2 Caracterización del canal atmosférico 3.3 Cálculo de balances de enlace
4. Subsistemas de comunicaciones cuánticas por satélite	4.1 Transmisores y receptores ópticos 4.2 Elementos ópticos 4.3 Telescopios 4.4 Óptica adaptativa 4.5 Sistemas de apuntamiento, adquisición y seguimiento
5. Ejemplos de sistemas QKD	5.1 Principales plataformas experimentales para QKD vía satélite 5.2 Casos de uso

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	16	32	48
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas con apoyo de las TIC	5	8	13
Examen de preguntas objetivas	0	2	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 un sistema de comunicaciones por satélite, con el foco en aquellos elementos de la arquitectura, canal y subsistemas que son específicos de la comunicación óptica y cuántica.
Resolución de problemas	Se propondrán problemas que supondrán el uso de software matemático y/o la búsqueda de información para profundizar en aspectos concretos de los sistemas de comunicaciones cuánticas espaciales.
Prácticas con apoyo de las TIC	Se abordarán diversas problemáticas de las comunicaciones por satélites haciendo uso de software de simulación específico.

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/carlos-mosquera-nartallo .
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/carlos-mosquera-nartallo .
Prácticas con apoyo de las TIC	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/carlos-mosquera-nartallo .

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Resolución de problemas	Con carácter semanal se propondrá una tarea que será evaluada si se entrega en el plazo establecido.	40		C1 C2 C3
Prácticas con apoyo de las TIC	Se deberá entregar un informe de aquellas prácticas que hacen uso de software específico para algún aspecto de los sistemas de comunicaciones cuánticas por satélite.	40	A12	
Examen de preguntas objetivas	Examen final con preguntas cortas y ejercicios	20	A11 A13	B11 B12

Otros comentarios sobre la Evaluación

El examen final podrá suponer el 100% de la nota final en aquellos casos en los que no se entregue ningún material evaluable, o se renuncie explícitamente a la evaluación continua en el plazo de un mes transcurrido desde el comienzo de las actividades de la asignatura.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Uysal, M and Capsoni, C and Ghassemlooy, Z and Boucouvalas, A and Udvary, E, **Optical wireless communications - an emerging technology**, Springer, 2016

<https://ecss.nl/>, **European Cooperation for Space Standardization**,

<http://www.sme-smad.com/>, **New SMAD (Libro de referencia en misiones espaciales)**,

Howard D. Curtis, **Orbital Mechanics for Engineering Students**, 978-0-08-097747-8, Elsevier, 2014

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS**Trabajo Fin de máster**

Asignatura	Trabajo Fin de máster			
Código	V05M198V01217			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e tecnoloxías de información cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	15	OB	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/2023-2024/traballo-master-19347-18440-2-103735			
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
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
Nueva	A14
	A14
	A14
	A14
	B18
	C1
	C2
	C3

Contenidos

Tema

Planificación

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

Metodologías

Descripción

Atención personalizada**Evaluación**

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación**Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria**

