



DATOS IDENTIFICATIVOS

Tecnoloxías fotónicas para la comunicación cuántica

Asignatura	Tecnoloxías fotónicas para la comunicación cuántica			
Código	V05M198V01110			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Salgueiro Piñeiro, José Ramón			
Profesorado	Michinel Álvarez, Humberto Javier Salgueiro Piñeiro, José Ramón			
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 de 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 físicas 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 A11	B7 B11 B13	C1 C2 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 de la asignatura.

El alumno que no entregue ninguno de los problemas propuestos recibirá la calificación 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 antes de la fecha del examen oficial de las respectivas convocatorias.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Sibley, M., **Optical communications components and systems**, 3ª, Cham Springer, 2020

Svelto, O., **Principles of lasers**, 5ª, ilustrada, Springer Science & Business Media, 2010

Migdall, A. Polyakov, S. V., Fan, J., Bienfang, J. C., **Single photon generation and detection**, 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**, Springer Science & Business Media, 2012, 2012

Wolf, R., **Quantum Key Distribution**, 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