



DATOS IDENTIFICATIVOS

Tecnoloxías fotónicas para a comunicación cuántica

Materia	Tecnoloxías fotónicas para a comunicación cuántica			
Código	V05M198V01110			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
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			
Descrición xeral	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 e Aprendizaxe

Código	
A6	Coñecer e comprender a natureza das plataformas físicas para o procesamento da información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas optoatómicos, sistemas de detección e medida, fotónica de semicondutores.
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B7	Coñecer a óptica cuántica e o papel e as propiedades da luz e a súa manipulación no procesamento e comunicacións da información cuántica.
B11	Coñecemento das comunicacións cuánticas, principios teóricos e implementacións experimentais, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B13	Ter coñecementos sobre as limitacións físicas e técnicas das implantacións de sistemas de tratamento da información cuántica: ruído, decoherencia, etc., así como as estratexias de mitigación ou corrección que se propoñan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer os aspectos básicos das fontes ópticas e as súas aplicacións ás comunicacións	A6 A11 B7 C1 C2 C3

Coñecer as bases das canles de comunicación óptica, en particular das fibras ópticas	A6 A11 B7 B13 C1 C2 C3
Coñecer as bases da propagación das ondas electromagnéticas no baleiro e en medios homoxéneos	A6 A11 B7 B13 C1 C2 C3
Coñecer ás técnicas de xeneración de fotóns individuais e a súa detección	A6 A11 B7 B11 B13 C1 C2 C3
Coñecer os métodos de codificación cuántica da información e as súas aplicacións para as comunicacións criptográficas	A6 A11 B7 B11 B13 C1 C2 C3

Contidos

Tema	
1. Fontes ópticas	Teoría da radiación de Einstein. Teoría cuántica da radiación. Vida media dos estados excitados. Absorción e emisión estimulada. Frecuencia de Rabi e oscilacións coherentes de poboación. Ancho de liña e mecanismos de ensanchamento. Ecuacións de taxa en sistemas láser. Coeficiente de ganancia. Saturación de ganancia homoxénea e inhomoxénea. Cavidades e láser e modos. Umbral de laseo e amplificación modal. Introducción ós láseres de diodo.
2. Canles de transmisión	Canles de información. Formatos de codificación. Propagación de OE en medios dieléctricos e homoxéneos. Feixes gaussianos. Fibras ópticas. Modos de propagación. Dispersión en fibras ópticas. Atenuación en fibras ópticas.
3. Xeneración e detección de fotóns individuais	Características e métodos de caracterización das fontes de fotóns. Visión xeral das fontes de un único fotón (conversión paramétrica descendente, mestura de catro ondas, puntos cuánticos). Pulsos coherentes débiles vs fotóns simples. Detectores de un só fotón: (tubos fotomultiplicadores, detectores baseados en semicondutores, detectores baseados en supercondutores). Detección óptica coherente.
4. Principais plataformas experimentais de QKD.	Variable discreta QKD (polarización, codificación de fase e tempo). QKD variable continua (modulación gaussiana, modulación en cuadratura-amplitude). QKD baseado en fibra vs QKD de espazo libre. Dispositivo de medida QKD independente e QKD Twin Field. QKD independente do dispositivo

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	15	0	15
Resolución de problemas	10	50	60

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	O profesor expón os contidos da materia utilizando métodos de proxección do material gráfico de apoio e atendendo ás cuestións formuladas polo alumnado durante a exposición

Resolución de problemas O profesor propón durante a lección maxistral diferentes problemas sobre os contidos da asignatura. O alumnado debe traballalos pola súa conta co apoio tutorial do profesorado

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesor responde as cuestións que emerxan e plantexen os estudantes durante a exposición da lección maxistral.
Resolución de problemas	O profesor atende tutorialmente as cuestións e dúbidas que lle xurdan ó estudiantado durante a resolución dos problemas, atendendo presencialmente, por email ou videoconferencia ós estudantes que o requiran.

Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Lección maxistral Proporanse cuestións ou exercicios sinxelos sobre a materia para entregar nun prazo fixado.	30	A6 B7 C1 A11 B11 C2 B13 C3
Resolución de problemas Pedirase ós estudantes que entreguen nun prazo fixado algúns dos problemas propostos ó longo do periodo lectivo. A cualificación total do 70% repartirase entre o número de problemas solicitados, que non serán menos de dous para non sobrepasar o 35% de peso cada un deles.	70	

Outros comentarios sobre a Avaliación

O/a estudante ten o dereito a optar pola avaliación global según o procedemento e o prazo que estableza o entro para cada convocatoria. Nese caso os/as estudantes farán un exame que conterà problemas, exercicios, cuestións e problemas relacionados con tódalas partes da materia.

O alumno que non entregue ningún dos problemas propostos recibirá a cualificación de "non presentado".

Avaliación de segunda oportunidade e de fin de carreira: Farase do mesmo xeito que a de primeira oportunidade: deberán entregar os exercicios e os problemas antes da data do exame oficial das devanditas convocatorias.

Bibliografía. Fontes 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

Recomendacións