

Curso Académico: (2024 / 2025)

Fecha de revisión: 20-01-2025

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

Coordinador/a: VAZQUEZ VILAR, GONZALO

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 3.0

Curso : Cuatrimestre :

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Se requiere un conocimiento básico de teoría de la probabilidad y familiaridad con el manejo de matrices y vectores. Por tanto, se recomienda haber cursado las asignaturas de Estadística y Álgebra Lineal (o similares).

RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE

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

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

CG3: Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

ECRT1: Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

RA1: Conocimiento y comprensión de los fundamentos básicos generales de la ingeniería, los principios científicos y matemáticos, así como los de su rama o especialidad, incluyendo algún conocimiento a la vanguardia de su campo.

RA5: Los egresados tendrán la capacidad de aplicar su conocimiento y comprensión para poder resolver problemas, dirigir investigaciones y diseñar dispositivos o procesos de ingeniería. Estas habilidades incluyen el conocimiento, uso y limitaciones de materiales, modelos informáticos, ingeniería de procesos, equipos, trabajo práctico, bibliografía técnica y fuentes de información. Deben tener conciencia de todas las implicaciones de la práctica de la ingeniería: éticas, medioambientales, comerciales e industriales

RA6: Los titulados tendrán las capacidades genéricas necesarias para la práctica de la ingeniería, y que son aplicables de manera amplia. En primer lugar, trabajar de forma efectiva, tanto de forma individual como en equipo, así como comunicarse de forma efectiva. Además, demostrar conciencia sobre la responsabilidad de la práctica de la ingeniería, el impacto social y medioambiental, y compromiso con la ética profesional, responsabilidad y normas de la práctica de la ingeniería. También deben tener conocimiento de las prácticas empresariales y de gestión de proyectos, así como la gestión y control de riesgos, y entender sus limitaciones. Finalmente, tener la capacidad para el aprendizaje continuo.

OBJETIVOS

Esta asignatura introduce los conceptos fundamentales de los sistemas de comunicaciones y computación cuánticos. Partiendo de una base experimental, se motiva por qué la probabilidad clásica no permite modelar ciertos sistemas físicos reales. La generalización de la teoría de la probabilidad para sistemas cuánticos mostrará interesantes propiedades, así como sus inesperadas consecuencias y aplicaciones. Entre las aplicaciones tratadas en el ámbito de las comunicaciones se encuentran la encriptación de información, el uso del entrelazamiento cuántico y el teletransporte de estados. Esta teoría es también la base de los ordenadores cuánticos que, a través del paralelismo cuántico, pueden superar a los sistemas de computación tradicionales más potentes. Finalmente, se discutirá el estado actual de la tecnología y sus perspectivas futuras.

Entre los objetivos específicos del curso se encuentran:

- Entender las diferencias fundamentales entre un sistema probabilístico clásico y uno cuántico.
- Describir matemáticamente un estado cuántico de un único cúbit y de varios cúbits.
- Conocer y utilizar las ecuaciones que rigen la evolución y medida de un estado cuántico.
- Modelar y analizar canales cuánticos de comunicaciones, así como sus garantías criptográficas.
- Implementar y analizar un algoritmo de computación cuántica.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Tema 1. Introducción

- 1.1. Origen de la mecánica cuántica
- 1.2. La polarización de un fotón

Tema 2. Principios de la mecánica cuántica

- 2.1. Estados cuánticos binarios y superposición
- 2.2. Sistemas combinados: el entrelazamiento cuántico
- 2.3. Evolución de un sistema cuántico

Tema 3. Comunicaciones cuánticas

- 3.1. Información clásica y cuántica
- 3.2. Modelado de canales cuánticos
- 3.3. Teletransporte y otros protocolos de comunicaciones
- 3.4. Criptografía cuántica

Tema 4. Computación cuántica

- 4.1. Ordenadores cuánticos y paralelismo cuántico
- 4.2. Algoritmos y programación de un ordenador cuántico
- 4.3. Perspectivas futuras

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- 11 sesiones donde se motivará la necesidad de una generalización de la teoría de la probabilidad clásica, se estudiará un modelo para sistemas cuánticos por medio de ejemplos ilustrativos, y se presentarán las diferentes tecnologías y aplicaciones de este paradigma cuántico.
- 2 sesiones prácticas en las que se estudiará el comportamiento de sistemas y protocolos cuánticos sencillos.
- 1 sesión práctica en las que se implementará un algoritmo de computación en un ordenador cuántico.

Material docente

El material en formato electrónico que se use durante las sesiones teóricas será puesto a disposición de los estudiantes por medio de la plataforma Aula Global. De forma previa a cada sesión se proporcionará a los estudiantes el material necesario para el máximo aprovechamiento de ésta. Se propondrán ejercicios que permitan profundizar en el comportamiento de sistemas y protocolos cuánticos sencillos. Parte de estos ejercicios se resolverán en las sesiones presenciales.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen Final:	0
Peso porcentual del resto de la evaluación:	100
· Ejercicios entregables y tests:	50%
· Prácticas:	50%

La evaluación en la convocatoria ordinaria se realizará únicamente basada en la evaluación continua de los estudiantes. Para ello a lo largo del curso se propondrán varios ejercicios entregables y/o test de elección múltiple que contribuirán al 50% de la nota final. Además, en las sesiones prácticas se pedirá la entrega de un informe describiendo el trabajo realizado. Estos informes contribuirán al 50% de la nota final.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria consistirá en un único examen en el que se plantearán cuestiones teóricas vistas durante el curso, así como ejercicios prácticos.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Eleanor Rieffel, Wolfgang Polak Quantum Computing: A Gentle Introduction, The MIT Press, 2011

RECURSOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS

- Gonzalo Vázquez Vilar . Introducción a la comunicación y la computación cuántica. Notas de clase.:
<https://www.tsc.uc3m.es/~gvazquez/intro-cuantica/>