

Curso Académico: ( 2020 / 2021 )

Fecha de revisión: 30-06-2020

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 :

### MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

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).

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

- Entender las diferencias fundamentales entre un sistema probabilístico clásico y uno cuántico.
- Describir matemáticamente un estado cuántico de un único qubit y de varios qubits.
- Conocer y utilizar las ecuaciones que rigen la evolución de un sistema.
- Conocer y utilizar las ecuaciones que rigen la medida de un estado cuántico.
- Modelar y analizar canales sencillos de comunicación cuántica, así como sus garantías criptográficas.
- Interpretar e implementar un algoritmo cuántico de computación.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Esta asignatura introduce los conceptos fundamentales de un sistema de comunicación y computación cuántico. Partiendo de una base experimental, se motivará por qué la probabilidad clásica no permite modelar ciertos sistemas físicos reales. Se presentará una generalización de la teoría de la probabilidad adecuada para estos sistemas, así como sus (inesperadas) consecuencias. Esta nueva herramienta permitirá analizar varios problemas de interés: transmisión de información en canales cuánticos, distribución de entrelazamiento, teletransporte de estados... Finalmente, se discutirá el estado actual de la tecnología y sus perspectivas futuras.

#### Programa

##### Tema 1. Introducción: bits versus cubits

- 1.1. ¿Qué es un cúbit?
- 1.2. Teoría de la probabilidad
- 1.3. El teorema de Bell

##### Tema 2. Los axiomas de la mecánica cuántica

- 2.1. Principios de la mecánica cuántica
- 2.2. Sistemas combinados: el entrelazamiento cuántico
- 2.3. Evolución temporal de un sistema cuántico
- 2.4. Simulación de sistemas cuánticos

##### Tema 3. Comunicaciones cuánticas

- 3.1. Información clásica y cuántica
- 3.2. Transmisión de información en canales cuánticos
- 3.3. Teletransporte y otros protocolos de comunicaciones
- 3.4. Enlaces seguros y criptografía cuántica

##### Tema 4. Computación cuántica

- 4.1. Ordenadores cuánticos y puertas cuánticas
- 4.2. Circuitos y algoritmos de computación
- 4.3. Programación de un ordenador cuántico
- 4.4. Estado actual y perspectivas futuras

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- 9 sesiones teóricas donde se presentará y motivará el modelo matemático de un estado cuántico con ejemplos ilustrativos, y se aplicará esta teoría al análisis y diseño de sistemas de comunicaciones y computación cuánticas.

- 2 sesiones prácticas en las que se simulará el comportamiento de sistemas cuánticos sencillos.
- 2 sesiones prácticas en las que se implementarán algoritmos en sistemas de computación cuántica.
- 1 sesión práctica en la que se presentará y simulará un montaje experimental de un enlace de comunicación seguro.

#### 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 los ejercicios propuestos se resolverán en sesiones prácticas.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

- Ejercicios entregables y tests: 50%
- Prácticas: 50%

La evaluación de la convocatoria ordinaria se realizará únicamente basada en el trabajo realizado por los estudiantes durante el curso. Para ello a lo largo del curso se propondrán varios ejercicios entregables y 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 y ejercicios prácticos vistos durante el curso.

<b>Peso porcentual del Examen Final:</b>	0
<b>Peso porcentual del resto de la evaluación:</b>	100

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

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