



Guía docente

300050 - TIQ - Tecnologías de Información Cuántica

Última modificación: 01/06/2023

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).
GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).
GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AEROESPACIALES (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Definit a la pàgina web del curs al lloc web de l'EETAC.

Otros: Definit a la pàgina web del curs al lloc web de l'EETAC.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Transversales:

1. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
2. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
3. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.
4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	42,0	28.00
Horas actividades dirigidas	24,0	16.00
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓ A LA FÍSICA QUÀNTICA

Descripción:

- .- Introducción histórica: radiación electromagnética, radiación de un cuerpo negro, la ley de Wien y la ley de Stefan-Boltzmann.
- .- El cuerpo negro, la ley de Planck. Dualidad-onda corpúsculo, ley de De Broglie. Difracción de electrones. Cuantización de la energía. Efecto fotoeléctrico. Modelo de átomo de Bohr.
- .- La ecuación de Schrödinger. Interpretación probabilística de la función de onda. Estados cuánticos y entrelazamiento. Potenciales unidimensionales. El pozo cuadrado de potencial. El efecto túnel.
- .- El principio de incertidumbre de Heisenberg. Superposición de estados. Principio de incertidumbre del momento lineal-posición, principio de incertidumbre de la energía-tiempo.
- .- Momento magnético y momento de spin. Momento angular de sistemas atómicos. Orbitales atómicos y niveles de energía. Principio de exclusión de Pauli
- .- Aplicación de la mecánica cuántica en el estado sólido: semiconductores, superconductores y láseres.

Dedicación: 22h

Grupo grande/Teoría: 7h

Actividades dirigidas: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

Descripción:

- .- Definición de qubits. La esfera de Bloch.
- .- Operaciones con qubits: matrices de Pauli y matriz de Hadamard. Sistemas de diversos qubits: entanglement y estados de Bell. Puertas cuánticas.
- .- Circuitos cuánticos. Computadores deterministas, probabilísticos y cuánticos. La máquina de Turing.
- .- Aplicaciones básicas con circuitos cuánticos: teorema de no clonación, paralelismo cuántico, generadores-medidores de estados de Bell, superdense coding, teleportación.
- .- Algoritmos y emuladores cuánticos. El algoritmo de Shor. El algoritmo de Grover.
- .- Medida cuántica. Operadores de medida. Matriz densidad: estados puros y mixtos. Tomografía cuántica.

Dedicación: 45h

Grupo grande/Teoría: 14h

Actividades dirigidas: 6h

Aprendizaje autónomo: 25h

PROCESADORES CUÁNTICOS

Descripción:

- .- Hardware cuántico. Requisitos generales. Criterios de DiVincenzo para un Ordenador cuántico Universal.
- .- Supremacía o ventaja cuántica. Procesadores cuánticos actuales.
- .- Modelo de Computador Cuántico Óptico. Elementos ópticos: polarizadores, retardadores, wave-plates, BBOs, beam-splitters y detectores. Modo polarizado y modo espacial. Interferómetro de Mach-Zehnder. Ejemplo de teleportación basado en el experimento de las Islas Canarias.

Dedicación: 38h

Grupo grande/Teoría: 11h

Actividades dirigidas: 5h

Aprendizaje autónomo: 22h



COMUNICACIÓ QUÀNTICA

Descripció:

- .- Criptografia Clàssica vs. Quàntica.
- .- Sessió de Distribució Quàntica de Clau. Protocols bàsics: BB84, B89 i E91.
- .- Elements clàssics de la teoria de la informació. Entropia de Shannon.
- .- Informació Quàntica. Definició de l'entropia quàntica. Teorema de Holevo.
- .- Compresió quàntica de dades i correcció d'errors quàntics.

Dedicació: 45h

Grupo grande/Teoría: 10h

Actividades dirigidas: 10h

Aprendizaje autónomo: 25h

ACTIVIDADES

(CAST) (AV1): CONTROL DE PROBLEMES DELS TEMES 1 I 2

Dedicació: 6h 30m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 5h

(CAST) (AV2): CONTROL DE PROBLEMES DELS TEMES 3 I 4

Dedicació: 6h 30m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 5h

(CAST) (AV3): ACTIVITATS DIRIGIDES D'APLICACIONS PRÀCTIQUES

Dedicació: 81h

Actividades dirigidas: 21h

Aprendizaje autónomo: 60h

(CAST) (AV4): PROJECTE APLICACIÓ DE LES TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ QUÀNTICA

Dedicació: 25h

Grupo grande/Teoría: 2h

Actividades dirigidas: 3h

Aprendizaje autónomo: 20h

(CAST) (AV5): EXAMEN DE MIG QUADRIMESTRE

Dedicació: 1h 30m

Actividades dirigidas: 1h 30m



(CAST) (AV6): EXAMEN DE FINAL DE QUADRIMESTRE

Dedicación: 1h 30m
Actividades dirigidas: 1h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Scarani, Valerio. Six quantum pieces : a first course in quantum physics. Singapore: World Scientific, 2011. ISBN 9789814327541.
- Desurvire, Emmanuel. Classical and quantum information theory : an introduction for the telecom scientist [en línea]. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2009 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=424585>. ISBN 9780521881715.
- Nielsen, M.A.; Chuang, I.L. Quantum computation and quantum information. 10th ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2010. ISBN 9781107002173.

Complementaria:

- Kaye, Phillip; Laflamme, Raymond; Mosca, Michele. An Introduction to quantum computing [en línea]. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 2007 [Consulta: 13/12/2022]. Disponible a: <https://academic-oup-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/41807?searchresult=1>. ISBN 9780198570493.
- Scarani, Valerio. Quantum Physics : a first encounter : interference, entanglement, and reality [en línea]. Oxford: Oxford University Press, 2006 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=422472>. ISBN 9780198570479.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física para la ciencia y la tecnología(VOL. 1) [en línea]. 5a ed. Barcelona [etc.]: Reverté, 2005 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10372. ISBN 8429144102.
- Zeilinger, Anton; Ekert, A.; Bouwmeester, Dirk. The Physics of quantum information : quantum cryptography, quantum teleportation, quantum computation. Berlin: Springer, 2000. ISBN 3540667784.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física per a la ciència i la tecnologia(VOL. 2) [en línea]. Barcelona [etc.]: Reverté, 2010 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10373. ISBN 9788429144321.