# Teaching guide

## IDENTIFICATION DETAILS

| | |
|---|---|
| Degree: | Diploma in Quantum Computing (Awarded Degree associated with Mathematical Engineering) |
| Field of Knowledge: | Engineering and Architecture |
| Faculty/School: | Senior Polytechnic School |
| Course: | MATHEMATICS FOR QUANTUM COMPUTING II |
| Type: | Compulsory Internal |
| ECTS credits: | 3 |
| Year: | 3 |
| Code: | 49513 |
| Teaching period: | Fifth semester |
| Teaching type: | Classroom-based |
| Language: | English |
| Total number of student study hours: | 75 |

| Teaching staff | E-mail |
|---|---|
| Elvira Muñoz García | elvira.munoz@ufv.es |

## SUBJECT DESCRIPTION

La asignatura es la segunda de una serie de asignaturas de matemáticas destinadas a cubrir los conceptos básicos de matemáticas necesarios para aprender computación cuántica. Cubre, esencialmente, conocimientos de Algebra, Algebra Lineal, Complejos, Espacios de Hilbert, Esfera de Bloch que los alumnos aplicarán en la asignatura de Computación Cuántica y en su vida profesional en el futuro.

## GOAL

La asignatura tiene como objetivo desarrollar el triple proceso de conceptualización, razonamiento lógico-

deductivo y desconceptualización presentes en toda aplicación de la matemática al estudio de la computación cuántica para generar en los estudiantes, con carácter relevante, la destreza para utilizar la matemática como la herramienta apropiada para traducir a problemas susceptibles de ser tratados con las matemáticas las situaciones del mundo físico y profundizar en el conocimiento y entendimiento de conceptos de álgebra, álgebra lineal, análisis funcional, análisis complejo y el razonamiento matemático.
Tiene como objetivo, además, formar al alumno para ser capaz de utilizar dichos conceptos, métodos algorítmicos y destrezas adquiridas para resolver problemas aplicados a las ciencias de la computación forma interdisciplinar y ayudarle a adquirir la madurez matemática necesaria para resolver problemas prácticos.

## PRIOR KNOWLEDGE

La asignatura requiere conocimientos y madurez matemática adquiridos en las asignaturas de Algebra I, Algebra II, Matemática Discreta, Cálculo I, Cálculo II, Matemáticas para la computación cuántica I y Estadística I.

## COURSE SYLLABUS

La asignatura consta de los siguientes contenidos: Repaso de Números complejos: Propiedades y distintas representaciones. Funciones complejas. Repaso de espacios vectoriales complejos. Espacios normados. Espacios de Hilbert. Operadores unitarios Operadores hermíticos. Matrices de Pauli. Matrices de Hadamard. Problemas P y NP. Qubits. Esfera de Bloch. Estructuras algebraicas. Cálculo Probabilístico.

## EDUCATION ACTIVITIES

Predominarán las clases expositivo/ participativas con el fin de fijar los fundamentos de las distintas materias y de desarrollar el pensamiento abstracto, fundamental en el Ingeniero Matemático, en un ambiente de interacción alumno-alumno y alumno-profesor que favorezca la pregunta y el diálogo en torno a los aspectos expuestos. Se completan las actividades presenciales, por una parte, con clases prácticas, seminarios y trabajos colaborativos, donde los estudiantes podrán desarrollar la capacidad de aplicar los conceptos teóricos a problemas y casos de la vida real, la capacidad de profundizar, investigar y debatir sobre dichas aplicaciones y se iniciará en el desarrollo de las habilidades del trabajo colaborativo. Las actividades presenciales se complementan con el estudio y el trabajo autónomo de los alumnos, en algunos casos desarrollado en grupo, de manera que se fomente el aprendizaje cooperativo, y en otros casos de carácter individual, que permitirá trabajar en la fijación de los conceptos teóricos abordados en las clases expositivas y adquirir la destreza práctica relacionada con las clases prácticas y los talleres. Todo el estudio y trabajo realizado por el alumno será supervisado y guiado por el profesor mediante tutorías, individuales o en grupo. En algunos casos, el alumno tendrá que realizar en clase la exposición de las principales conclusiones de su estudio o trabajo, lo que permitirá el intercambio de conocimientos y experiencias entre alumnos. Finalmente, con el fin de facilitar al alumno el acceso a los materiales y la planificación de su trabajo, así como la comunicación con el profesor y el resto de alumnos, se empleará el Aula Virtual, que es una plataforma de aprendizaje on-line que ofrece diferentes recursos electrónicos para complementar el aprendizaje del alumno.

## DISTRIBUTION OF WORK TIME

| CLASSROOM-BASED ACTIVITY | INDEPENDENT STUDY/OUT-OF-CLASSROOM ACTIVITY |
|---|---|
| 30 hours | 45 hours |

## SKILLS

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

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

## LEARNING APPRAISAL SYSTEM

El sistema de evaluación contempla cuatro tipos de pruebas:

a. Exámenes escritos de carácter teórico: 40% de la nota final.
Pruebas individuales para evaluar la capacidad del alumno en relación con los planteamientos teóricos expuestos, con cuestiones de respuesta breve, algunas de tipo test o de verdadero o falso, y que sean fruto de su trabajo autónomo basado en el estudio y el trabajo individual. Habrá dos pruebas escritas que cubrirán cada una aproximadamente la mitad de la materia.

b. Exámenes escritos de carácter práctico: 40% de la nota final.
Pruebas individuales para evaluar la capacidad del alumno para resolver problemas derivados de los contenidos

teóricos. Habrá dos pruebas escritas que cubrirán cada una aproximadamente la mitad de la materia.

c. Prácticas y otros trabajos relacionados con la asignatura: 10% en la nota final.
Casos prácticos de aplicación de los conceptos teóricos o bien trabajos de investigación. Se podrán realizar de forma individual o en grupo. Los detalles de cada trabajo se proporcionarán en el enunciado correspondiente, entregado en clase.

d. Participación en clase e interés por la asignatura: 10% de la nota final.
Se evaluará el interés e implicación mostrados por el alumno mediante diversos indicadores, como son la asistencia, la puntualidad, la respuesta a preguntas individuales formuladas por el profesor o la asistencia y preparación de tutorías. Es requisito imprescindible haber asistido como mínimo al 80% de las sesiones. En caso contrario este tipo de prueba se calificará con 0 puntos.

En las tres primeras pruebas es necesario obtener un mínimo de 5 puntos (en cada una) sobre 10 para poder aprobar la
asignatura.

## BIBLIOGRAPHY AND OTHER RESOURCES

### Basic

Lindsay Childs A Concrete Introduction to Higher Algebra 2

Irena Swanson Introduction to analysis with complex numbers 1

### Additional

Lokenath Debnath An introduction to Complex Analysis

AGARWAL/PERERA/PINELAS An introduction to Complex Analysis 1

Wolfgang Scherer Mathematics of Quantum Computing: An introduction 1