



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

55002016 - Computación Y Programación Cuánticas

PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	55002016 - Computación y Programación Cuánticas
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Centro responsable de la titulación	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Diaz De La Cruz Cano (Coordinador/a)		jose.diazdelacruz@upm.es	Sin horario. Solicite tutoría por correo electrónico o presencialmente en clase.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Álgebra
- Fundamentos De Programacion

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Álgebra de matrices
- Conocimientos de algún lenguaje de programación

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB01 - 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

CE1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; optimización

CE2 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE21F - Capacidad para plantear modelos de optimización lineales correspondientes a problemas relevantes en ingeniería de organización. Conocimiento de las técnicas de resolución apropiadas y aptitud para utilizar software profesional. Capacidad para comprender y utilizar los resultados obtenidos.

CE3 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).

4.2. Resultados del aprendizaje

RA406 - Interpretar los principios básicos de la Mecánica Cuántica (MC)

RA124 - Describir los elementos básicos de programación

RA127 - Codificar un algoritmo con un lenguaje de programación

RA126 - Diseñar algoritmos científicos

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Los ordenadores cuánticos son una realidad que permite resolver problemas de ingeniería. Se estima que en los próximos 5 años superen claramente a los clásicos y revolucionen el mundo de la programación, tanto la desarrollada por ingenieros como por sistemas de Inteligencia Artificial.

El contenido de la asignatura está organizado para la obtención de las siguientes capacidades:

1. razonar sobre los qubits o bits cuánticos y
2. programar los ordenadores que los usan (ordenadores cuánticos).

La metodología empleada consiste en dividir las sesiones en:

1. exposición de los conceptos
2. realización de ejercicios para aclarar su significado, los cuales irán progresivamente convirtiéndose en ejercicios de programación.

5.2. Temario de la asignatura

1. Historia, presente y futuro
2. El qubit
3. Programación de operaciones con un qubit
 - 3.1. El entorno de programación "Qiskit"
 - 3.2. Programas con un qubit
4. Varios qubits
 - 4.1. Dos qubits
 - 4.2. Entrelazamiento
 - 4.3. N qubits
 - 4.4. Programas con varios qubits
 - 4.5. El artículo de Einstein, Podolski y Rosen (EPR), la desigualdad de Bell y el premio Nobel del 2022
5. Algoritmos cuánticos
 - 5.1. Algoritmo de Deutsch
 - 5.2. Algoritmo de Deutsch-Jozsa
 - 5.3. Algoritmo de Bernstein-Vazirani
 - 5.4. Algoritmo de Grover
 - 5.5. Algoritmo de Shor
6. Criptografía Cuántica
 - 6.1. Protocolos principales
7. Aplicaciones actuales
 - 7.1. VQE: Variational Quantum Eigensolver
 - 7.2. QAOA: Quantum Approximate Optimization Algorithm

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
2	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
3	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
4	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>

5	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
6	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
7	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
8	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
9	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>

10	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
11	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
12	<p>Teoría Duración: 00:55 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:55 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:25</p> <p>Ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:05</p>
13				
14				
15				
16				
17				<p>Examen en Aula Informática TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	3.8%	5 / 10	
1	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	3.8%	0 / 10	
2	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
2	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
3	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
3	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
4	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01

4	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
5	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
5	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
6	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
6	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
7	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
7	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
8	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01

8	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
9	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
9	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
10	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
10	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
11	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
11	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
12	Ejercicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:25	4.2%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CE21F CB01

12	Ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:05	4.2%	0 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CB01
----	------------	---	------------	-------	------	--------	--

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen en Aula Informática	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CE21F CB01

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen en Aula Informática	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG10 CE1 CE2 CE3 CE21F CB01

7.2. Criterios de evaluación

La asignatura puede superarse mediante *Evaluación Progresiva* o por *Evaluación Global*.

a) Evaluación Progresiva

- Para llegar al 5, se plantearán actividades en clase, generalmente de programación, que serán resueltas por el conjunto de alumnos más el profesor.
- Para obtener una nota mayor que 5, se asignarán, también en clase, actividades de programación, que deberán ser resueltas individualmente por los estudiantes.
- Es necesario, para superar la asignatura por evaluación progresiva, asistir, al menos, a 9 de las 12 sesiones programadas.

b) Evaluación Global

- Se realizará un examen en aula informática, donde se plantearán problemas que podrán resolverse programando y ejecutando programas cuánticos sencillos.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information". Cambridge University Press (2011).	Bibliografía	es el libro más recomendado sobre computación cuántica.
https://https://quantum.ibm.com/	Recursos web	Portal de entrada para la programación cuántica en IBM.

Presentaciones.	Bibliografía	Transparencias utilizadas en clase.
-----------------	--------------	-------------------------------------