

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Información y computación cuánticas

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Informacion y computacion cuanticas
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Semestre/s de impartición</b>	Sexto semestre
<b>Módulos</b>	Optativas
<b>Materias</b>	Optativas
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	95000097
<b>Nombre en inglés</b>	Quantum information and computation

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4.5	<b>Curso</b>	3
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

? Conocimientos elementales sobre: física clásica, física cuántica, álgebra lineal y teoría de la información.

## Competencias

---

CEB1 - 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 y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización

CEB3 - 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

CG7 - Trabajo en equipo

## Resultados de Aprendizaje

---

RA249 - Aprender a resolver problemas utilizando los conceptos de la teoría cuántica de la información

RA246 - Tener una visión general de las ventajas e inconvenientes que la mecánica cuántica aporta a la representación y procesado de la información

RA248 - Conocer las tecnologías actuales relacionadas con el procesado de la información cuántica

RA247 - Aprender el manejo de las herramientas teóricas (matemáticas) que permiten describir la representación y procesado de la información cuántica.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Salas Peralta, Pedro Jesus (Coordinador/a)	A-210	p.salas@upm.es	L - 16:00 - 18:00 X - 16:00 - 18:00 V - 16:00 - 18:00

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

## Descripción de la Asignatura

---

El objetivo general de esta asignatura es proporcionar una visión general de las *ventajas* que la mecánica cuántica aporta a la representación y procesado de la información. Se pretende revisar las bases, tanto *teóricas* como *experimentales*, necesarias para comprender los avances que se están produciendo en este campo

## Temario

---

1. Introducción general al campo de la información cuántica
2. Tema 1: Introducción a la Mecánica Cuántica
  - 2.1. Experimento de doble rendija
  - 2.2. Descripción de sistemas físicos
  - 2.3. Medidas de polarización de fotones
  - 2.4. Enunciado de los postulados de la Mecánica Cuántica
  - 2.5. Coherencia
  - 2.6. Sistemas de varias partículas
  - 2.7. Entrelazamiento de fotones
  - 2.8. Desigualdades de Bell
  - 2.9. Problemas
3. Tema 2: Del bit al Qubit: ventajas e inconvenientes
  - 3.1. Introducción: características de la información clásica
  - 3.2. Qubits y registros cuánticos
  - 3.3. Distinción de estados
  - 3.4. Copiado de información: Teorema de no-clonación
  - 3.5. Borrado de información
  - 3.6. Comunicación asistida por estados entrelazados
    - 3.6.1. Comunicación superlumínica
    - 3.6.2. Teletransporte
    - 3.6.3. Codificación densa
  - 3.7. Implementación experimental de qubits
  - 3.8. Criptografía cuántica
  - 3.9. Problemas

4. Tema 5: Computación cuántica
  - 4.1. Aspectos generales de la computación clásica
  - 4.2. Modelo de circuitos cuánticos
  - 4.3. Puertas cuánticas
  - 4.4. Problemas
5. Tema 6: Algoritmos cuánticos
  - 5.1. Características de la computación cuántica
  - 5.2. Algoritmos simples: generación de números aleatorios
  - 5.3. Algoritmos simples: Deutsch-Jozsa
  - 5.4. Algoritmos de búsqueda de Grover
  - 5.5. Período de una función
  - 5.6. Algoritmo de factorización de Shor
  - 5.7. Implementaciones experimentales
  - 5.8. Problemas
6. Tema 7: Control de errores
  - 6.1. Origen y control del ruido
  - 6.2. Efectos del ruido: tipos de errores
  - 6.3. Códigos correctores de errores cuánticos
  - 6.4. Computación tolerante a fallos
  - 6.5. Problemas

## Cronograma

**Horas totales:** 59 horas

**Horas presenciales:** 44 horas (37.6%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 2	<p><b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 3	<p><b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 4	<p><b>Tema 1: Problemas</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Entrega de problemas resueltos</b> Duración: 03:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 5	<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 6	<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>

Semana 7	<p><b>Tema 2: Problemas</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Entrega de problemas resueltos</b> Duración: 03:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 8	<p><b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 9	<p><b>Tema 3: Problemas</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Entrega de problemas resueltos</b> Duración: 03:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 10	<p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 11	<p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 12	<p><b>Tema 4: Problemas</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Entrega de problemas resueltos</b> Duración: 03:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>



Semana 13	<p><b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 14	<p><b>Tema 5</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5:Problemas</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Asistencia y participación en el aula</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial  <b>Entrega de problemas resueltos</b> Duración: 03:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Examen final de la evaluación continua</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial  <b>Evaluación final</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		CEB3
2	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		CEB3
3	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		
4	Entrega de problemas resueltos	03:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	6%		
4	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		
5	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		
6	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		
7	Entrega de problemas resueltos	03:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	6%		
7	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		
8	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.71%		CEB3
9	Entrega de problemas resueltos	03:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	6%		
9	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.72%		
10	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.72%		CEB3
11	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.72%		
12	Entrega de problemas resueltos	03:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	6%		
12	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.72%		
13	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.72%		
14	Asistencia y participación en el aula	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	.72%		CEB3
14	Entrega de problemas resueltos	03:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	6%		CG7, CEB3, CEB1
17	Examen final de la evaluación continua	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	60%		CG7, CEB3, CEB1
17	Evaluación final	02:00	Evaluación sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	100%	5 / 10	CG7, CEB3, CEB1

## Criterios de Evaluación

Los alumnos serán evaluados por defecto mediante *evaluación continua*, según los criterios especificados a continuación. Los alumnos que lo deseen podrán, no obstante, ser evaluados mediante una única prueba final, siempre y cuando lo comuniquen al coordinador de la asignatura mediante solicitud presentada en el registro de la ETSI Telecomunicación. La presentación de este escrito supondrá la renuncia automática a la evaluación continua. La evaluación de la asignatura en su convocatoria

extraordinaria se realizará mediante una única prueba final, con independencia de la opción elegida en la convocatoria ordinaria. La calificación de la asignatura mediante *evaluación continuase* determinará en función de cuatro elementos:

1. Asistencia y participación activa en clase: 10%
2. Resolución *individual o en grupo* y entrega de ejercicios: 30%
3. Evaluación final de los conocimientos adquiridos: 60%

**- Asistencia y participación activa en clase:**

Los estudiantes deberán asistir a un mínimo correspondiente al 80% de las sesiones.

**- Resolución individual o en grupo y entrega de ejercicios:**

Los estudiantes deberán resolver, individualmente o en grupo, una serie de ejercicios teórico-prácticos planteados por el profesor.

**- Evaluación final de los conocimientos adquiridos:**

Se realizará una prueba de evaluación, al finalizar la asignatura, de los conocimientos adquiridos, en la semana indicada en la tabla de evaluación sumativa. En ella primará el razonamiento y la aplicación práctica de contenidos. Esta prueba se realizará **con la disposición del material de apoyo que el alumno estime necesario** (apuntes, libros, ..etc) y serán comunes a todos los alumnos tanto si han optado por la evaluación continua o por la evaluación final. En el primer caso supondrá el 60% de la calificación final y en el segundo el 100%.

**La superación de la asignatura requerirá un mínimo de 5 puntos (de un total de 10), tanto en los casos de evaluación continua o examen final.**

**La evaluación extraordinaria se realizará mediante un examen escrito.**

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Cañón de video	Equipamiento	