



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Sistemas de Control para Robots

**Grado en**  
**Ingeniería Informática (GII)**  
**Ingeniería en Sistemas de Información (GISI)**  
**Ingeniería de Computadores (GIC)**

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2022/2023**

4º Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre (GII+GISI+GIC)

# GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Sistemas de Control para Robots</b>
Código:	<b>590015 (GII+GISI+GIC)</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en</b> <b>Ingeniería Informática (GII)</b> <b>Ingeniería en Sistemas de Información (GISI)</b> <b>Ingeniería de Computadores (GIC)</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Electrónica</b> <b>Tecnología electrónica</b>
Carácter:	<b>Optativa (Genérica) (GII+GISI+GIC)</b>
Créditos ECTS:	<b>6.0</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>4º Curso - 1º Cuatrimestre (GII+GISI+GIC)</b>
Profesorado:	<b>Rafael Barea Navarro</b> <b>Elena López Guillén</b>
Horario de Tutoría:	Consultar al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

## 1a. PRESENTACIÓN

La asignatura "Sistemas de Control para Robots" introduce al alumno los algoritmos que permiten realizar el control y guiado autónomo de un robot móvil. Desde el punto de vista de la percepción, se abordan los problemas de estimación de la posición del robot (localización) y del mapa del entorno (mapeado) necesario para la localización y navegación. Desde el punto de vista de la actuación, se explican diferentes técnicas de planificación global para obtener las rutas que permiten alcanzar un destino dentro del entorno, y de planificación local para navegar de forma reactiva evitando obstáculos. Se incide especialmente en el enfoque bayesiano para la resolución de los problemas de localización, mapeado y planificación.

Para el buen aprovechamiento de la asignatura es aconsejable un cierto dominio del lenguaje de programación C. También serán de gran utilidad los conceptos abordados en la asignatura previa de "Percepción y Control" dentro del Grado en Ingeniería de Computadores.

## 1b. COURSE SUMMARY

The course "Robots Control Systems" introduces the student to the algorithms that allow the control and guidance of an autonomous mobile robot. From the point of view of perception, the problems of estimating the robot position (location) and the environment map (mapping) required for positioning and navigation are addressed. From the point of view of navigation, different techniques are explained for global planning that allow to reach a destination within the environment, and local planning for reactive obstacle avoidance. It especially addressed the Bayesian approach for solving the problems of location, mapping and planning.

For the proper use of the subject it is recommended a good knowledge of C programming language. It will also be very useful the concepts discussed in the previous course of "Perception and Control" in the Degree in Computer Engineering.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales:

**CG1** - Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5, anexo 2, de la resolución BOE-A-2009-12977, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

**CG4** - Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5, anexo 2, de la resolución BOE-A-2009-12977.

**CG6** - Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5, anexo 2, de la resolución BOE-A-2009-12977.

**CG8** - Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**CG9** - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

### Competencias Específicas

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) específica(s):

**CC3** - Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

**CIC1** - Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.

**CIC7** - Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.

### Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

**RA1.** Comprender las características específicas de los sistemas de control para el guiado de robots móviles.

**RA2.** Conocer y analizar los procesos de percepción propios de una aplicación de navegación: estimación de la posición del robot (localización) y representación del entorno (mapeado).

**RA3.** Conocer y analizar los procesos de actuación propios de una aplicación de navegación: planificación global y planificación local (evitación de obstáculos).

**RA4.** Diseñar aplicaciones de guiado autónomo basadas en entornos de simulación para su posterior puesta en práctica sobre robots reales.

## 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas (incluye evaluación)
<b>Introducción a la robótica móvil.</b> Concepto de robot móvil, partes (actuadores, sensores, procesadores), clasificación, modelos de movimiento. El problema de la navegación. Introducción a los entornos de programación de robots.	12 horas
<b>Localización y mapeado.</b> Mapeado: representaciones métricas y topológicas. Sistemas de localización: local y global. Localización y mapeado como problemas de estimación. Localización y mapeado mediante filtros bayesianos: filtros de Kalman, MHT, filtros de partículas, etc. Práctica 1. Mapeado y localización	24 horas
<b>Planificación local y global.</b> Planificación local: evitación de obstáculos y comportamientos reactivos. Planificación global: búsqueda en grafos, grafos de visibilidad, campos de potencial, teoría de decisiones (procesos de decisión de Markov MDP y POMDP), etc. Práctica 2. Planificación local y global	24 horas

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	60 horas (56 horas de clase presencial +4 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	90 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes)
Total horas	150

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Clases teóricas	Clases expositivas en las que se explicarán los contenidos teóricos utilizando presentaciones de PowerPoint.
Clases prácticas	Realización de prácticas de laboratorio con robots y entornos de programación comerciales .
Página web y plataforma virtual	Se utiliza la plataforma Blackboard para virtualizar parcialmente la asignatura, con contenidos de vídeos, apuntes, foros, etc.

Se realizarán dos prácticas de laboratorio coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos, de manera que el alumno pueda experimentar tanto individualmente como en grupo, consolidando así los conceptos adquiridos. Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico, un ordenador con una plataforma de desarrollo robótico y un robot Amigobot.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente.

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

### 5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la [Normativa de Evaluación de los Aprendizajes](#) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

#### Convocatoria ordinaria

##### Evaluación continua:

Puesto que la materia de la asignatura tiene, principalmente, una utilidad práctica en el diseño de sistemas de control para robots, la evaluación se centrará en el desarrollo y verificación de los aspectos prácticos incluyendo la aplicación de los conceptos estudiados, su verificación práctica y el uso de distinto software relacionado con la materia.

Siguiendo esa línea, las principales herramientas de evaluación serán:

1. **Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI).** Se realizarán dos pruebas de evaluación intermedia, consistentes en la resolución de cuestiones teóricas sobre el temario de las clases teóricas. Una de ellas se realizará a mitad del cuatrimestre, y la otra al final del mismo. El temario de la primera PEI se libera, pero existe la posibilidad de repetirla al final del cuatrimestre para subir la calificación.
2. **Prácticas de Laboratorio (PL).** El alumno realizará dos prácticas de laboratorio y entregará las memorias correspondientes. La evaluación considerará la observación sistemática, donde el profesor registrará las principales dificultades y habilidades observadas en cada alumno, y la realización de una memoria única por práctica, por parte de cada uno de los grupos de alumnos. La asistencia al laboratorio es obligatoria.

##### Evaluación mediante examen final:

En el caso de evaluación mediante examen final, los elementos de evaluación a emplear serán los

siguientes:

1. **Prueba de Evaluación Final (PEF).** Se realizará una prueba de evaluación final, consistente en la resolución de cuestiones teóricas sobre el temario completo de las clases teóricas.
2. **Prácticas de Laboratorio (PL).** El alumno deberá realizar las mismas prácticas que en el modelo de evaluación continua, utilizando un simulador. Además deberá entregar las memorias de ambas prácticas, y asistir presencialmente a realizar una prueba de las mismas al final del cuatrimestre.

### Convocatoria extraordinaria

El procedimiento será el mismo que el descrito para la evaluación mediante examen final en la convocatoria ordinaria. Sin embargo, en el caso de que una de las dos partes (Pruebas de Evaluación / Prácticas de Laboratorio) se haya superado durante la evaluación ordinaria, el alumno tendrá la opción de guardar esa parte de la nota para la convocatoria extraordinaria.

## 5.2. EVALUACIÓN

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se utilizarán los siguientes criterios para la evaluación de la asignatura, relacionados con los resultados del aprendizaje:

- CE1.** Que el alumno comprende las características específicas de los sistemas de guiado de robots móviles.
- CE2.** Que el alumno conoce los procesos de percepción propios de una aplicación de navegación: mapeado del entorno y localización.
- CE3.** Que el alumno conoce los procesos de actuación propios de una aplicación de navegación: planificación global y local.
- CE4.** Que el alumno es capaz de diseñar aplicaciones de guiado autónomo basadas en entornos de simulación y posteriormente llevarlas a la práctica sobre robots reales.

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Esta sección resume los instrumentos de calificación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

- **Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI) y Prueba de Evaluación Final (PEF):** Consistentes en cuestiones sobre los contenidos teóricos.
- **Prácticas de Laboratorio (PL):** Realización de prácticas de laboratorio y entrega de las memorias correspondientes.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

El componente experimental que se desarrolla en las clases prácticas de laboratorio de la asignatura se considera esencial para el proceso de aprendizaje de las competencias asociadas a la misma. Por ello, y de acuerdo a la normativa de evaluación de los aprendizajes, su superación se considera elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria de la

asignatura. Por esta razón, la superación de las clases prácticas de laboratorio es común e imprescindible en los dos Modelos de Evaluación: Continua y No Continua.

Los contenidos y temporización de las evaluaciones se detallarán al comienzo de la impartición de la asignatura en el Plan de Trabajo de la misma. Los criterios concretos de evaluación para cada uno de los modelos se describen a continuación.

En la convocatoria **ordinaria–evaluación continua** la relación entre las competencias, resultados del aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación, es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CG1, CG4, CG6, CG9, CIC1, CIC7, CC3	RA1, RA2, RA4	CE1, CE2, CE4	PL1	20%
CG1, CG4, CG6, CG9, CIC1, CIC7, CC3	RA1, RA3, RA4	CE1, CE3, CE4	PL2	20%
CG8, CC3	RA1, RA2	CE1, CE2	PEI1	30%
CG8, CC3	RA1, RA3	CE1, CE3	PEI2	30%

Para considerar superada la Evaluación Continua, el alumno deberá superar el conjunto de prácticas de laboratorio (obteniendo un 50% de la calificación total de ambas prácticas) y pruebas de evaluación intermedia (obteniendo un 50% de la calificación total de ambas pruebas teóricas) y obtener una calificación final ponderada de todas las pruebas igual o superior a 5 sobre 10.

El alumno obtendrá la calificación de "No presentado" cuando no realice la primera prueba de evaluación intermedia (PEI1).

En la convocatoria **ordinaria–evaluación final** la relación entre las competencias, resultados del aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación, es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CG1, CG4, CG6, CG9, CIC1, CIC7, CC3	RA1, RA2, RA4	CE1, CE2, CE4	PL1	20%
CG1, CG4, CG6, CG9, CIC1, CIC7, CC3	RA1, RA3, RA4	CE1, CE3, CE4	PL2	20%
CG8, CC3	RA1 - RA3	CE1 - CE3	PEF	60%

Para considerar superada la asignatura, el alumno deberá superar el conjunto de prácticas de laboratorio (obteniendo un 50% de la calificación total de ambas prácticas) y obtener una calificación final igual o superior a 5 sobre 10.

#### Convocatoria extraordinaria

En el caso de la convocatoria extraordinaria se mantendrán los mismos porcentajes que se han establecido en el caso de la evaluación mediante examen final, dando la opción de mantener la nota obtenida en la parte teórica o en las prácticas de laboratorio, en el caso de que se hayan superado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Bibliografía básica

- Documentación explícitamente preparada por el profesorado para la asignatura, que será proporcionada a los alumnos de manera directa, o con su publicación en la Web de la asignatura.
- Páginas Web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.

### 6.2. Bibliografía complementaria

1. INTRODUCTION TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS. Roland SIEGWART. The MIT Press.
2. COMPUTATIONAL PRINCIPLES OF MOBILE ROBOTICS. Gregory DUDEK. Cambridge University Press.
3. PRINCIPLES OF ROBOT MOTION: THEORY, ALGORITHMS AND IMPLEMENTATIONS. Howie CHOSET. The MIT Press
4. INTRODUCTION TO ROBOTICS. P.J. MCKERROW. Addison Wesley.
5. PROBABILISTIC ROBOTICS. Sebastian THRUN. The MIT Press

## **NOTA INFORMATIVA**

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.