

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2022/2023

Identificación y características de la asignatura											
Código	501112		Créditos ECTS	6							
Denominación (español)	Robótica y sistemas de percepción										
Denominación (inglés)	Robotics and perception systems										
Titulaciones	Grado en Ingeniería Electrónica y Automática (Rama Industrial)										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	8º	Carácter	Optativa								
Módulo	Optatividad Electrónica Industrial y Automática										
Materia	Intensificación en Electrónica Industrial y Automática										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e		Página web							
Patricia Arroyo Muñoz	D1.16	<a href="mailto:parroyoz@unex.es">parroyoz@unex.es</a>		<a href="http://eii.unex.es">eii.unex.es</a>							
Área de conocimiento	Ingeniería de sistemas y automática										
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática										
Profesor coordinador (si hay más de uno)											
Competencias* (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasGrados">http://bit.ly/competenciasGrados</a> )											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	X
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	X
		CG11	X					CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	

\*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

Contenidos
Breve descripción del contenido*
Modelado y control de robots. Sensores. Visión por computador. Fusión sensorial
Temario de la asignatura
<p><b>Tema 1: Conceptos básicos de robótica móvil (1 hora)</b></p> <p>1.1. Introducción.            1.2. Planificación de caminos.            1.3. Localización.            1.4. Sensorización.            1.5. Mapeado.            1.6. SLAM.</p>
<p><b>Tema 2: Hardware y locomoción de robots móviles (4 horas)</b></p> <p>2.1. Introducción.            2.2. Baterías.            2.3. Motores.            2.4. Cinemática de robots móviles con ruedas.            2.5. Dinámica de robots móviles con ruedas.            2.4. Ruedas complejas y vehículos con tracción de oruga.            2.5. Sistemas de comunicación.            2.6. Procesadores.</p>
<p><b>Tema 3: Sensores no visuales y algoritmos (4 horas)</b></p> <p>3.1. Introducción.            3.2. Conceptos básicos.            3.3. Sensores de contacto.            3.4. Sensores inerciales.            3.5. Sensores infrarrojos.            3.6. Sónar.            3.7. Radar.            3.8. Sensores de rango láser.            3.9. Sistemas de posicionamiento basado en satélites.            3.10. Fusión de datos.</p>
<p><b>Tema 4: Sensores de visión y algoritmos (4 horas)</b></p> <p>4.1. Introducción.            4.2. Sensores de visión.            4.3. Apariencia de objetos y sombras.            4.4. Señales y muestreo.            4.5. Características de imágenes.            4.6. Obtención de la profundidad.            4.7. Visión activa.            4.8. Otros sensores de visión.</p>
<p><b>Tema 5: Representación y razonamiento espacial (4 horas)</b></p> <p>5.1. Introducción.            5.2. Representación del espacio.            5.3. Representación del robot.            5.4. Planificación de caminos para robots móviles.</p>

**Tema 6: Arquitecturas de control de robots móviles (3 horas)**

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Descomposición horizontal.
- 6.3. Descomposición vertical.
- 6.4. Arquitecturas de control híbridas.
- 6.5. Middleware.
- 6.6. Control de alto nivel.
- 6.7. Formalismos de control alternativos.
- 6.8. Interfaces de control Hombre-Máquina (HMI).

**Tema 7: Mantenimiento de la posición y localización (4 horas)**

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Estimación de la posición a partir de hitos simples.
- 7.3. Filtrado recursivo.
- 7.4. Localización global.

**Tema 8: Mapeado y tareas relacionadas (4 horas)**

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Mapas sensoriales
- 8.3. Mapas geométricos.
- 8.4. Mapas topológicos.
- 8.5. Exploración.

Prácticas

**Práctica 1: Cálculo del modelo cinemático de robot (2 horas).**

Se trabajará con alguna estructura básica de robots móvil y se calculará su modelo cinemático, verificando mediante un software de simulación si estos modelos se corresponden con lo previsto.

**Práctica 2: Fusión sensorial (4 horas).**

Se simulará el efecto de utilización de varios sensores en un robot móvil y cómo la información procedente de varios de estos sensores se puede integrar para obtener una información más rica del entorno.

**Práctica 3: Visión por computador (4 horas).**

Se programará un algoritmo de visión por computador que permita detectar objetos de interés en un escenario diseñado para un robot móvil.

**Práctica 4: Desarrollo de algoritmo de planificación (4 horas).**

Se desarrollará la planificación de caminos del robot móvil para la tarea prevista en el escenario diseñado.

**Práctica 5: Arquitectura de control para el robot móvil (2 horas).**

Se propondrá una arquitectura de control del robot en móvil en el que se integrarán los métodos y algoritmos desarrollados en las prácticas previas.

**Práctica 6: Programación de la aplicación final (3,5 horas).**

En la última práctica se programará el robot móvil en el escenario desarrollado para su movimiento, siguiendo todas las pautas establecidas en las prácticas previas.

Actividades formativas*								
Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	6	1						5
2	16	4		2				10
3	18	4		4				10
4	19,5	4		4			1,5	10
5	18	4		4				10
6	12	3		2				7
7	29	4		3,5			1,5	15
8	19,5	4						10,5
<b>Evaluación **</b>	12	2						20
<b>TOTAL</b>	150	30		19,5			3	97,5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X
9. Visitas técnicas a instalaciones.	

### Resultados de aprendizaje\*

Aprender qué es un robot móvil.

Conocer cuáles son los bloques funcionales para su diseño, fabricación y programación.

\*\* Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

Conocer los elementos constructivos de un robot, las distintas configuraciones y los dispositivos que se usan para medir las variables internas del robot.  
 Calcular los modelos cinemáticos y dinámicos de los robots y aprenderán a usarlos para controlar su posición y orientación en proyectos simples.  
 Aprender las distintas estructuras de control de robots y cómo están habilitan para las resoluciones de proyectos robóticos complejos.  
 Aprender qué tipo de sistemas de percepción son empleados para la interacción del robot con su entorno, cómo se pueden usar estos sistemas en función de la arquitectura de control empleada.  
 Aprender el uso básico de herramientas informáticas de simulación de sistemas robóticos y cómo se realizan proyectos robóticos usando dichas herramientas.

### Sistemas de evaluación\*

#### **Criterios de evaluación**

1. Identificar, relacionar y saber aplicar los métodos y procedimientos básicos relacionados con la robótica móvil y su interacción con elementos externos (CB1, CB2, CB3, CB5, CG1, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CG11, CT1, CT2, CT4, CT5, CT6, CT10, CETE9, CETE10).
2. Colaborar y desarrollar en equipo un proyecto robótico, en el que se propone un objetivo concreto, se analizan diversas soluciones y se elija cuál es la más adecuada (CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10, CETE9, CETE10).
3. Realizar documentos y presentaciones técnicas con concreción y claridad (CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG4, CG6, CG8, CG10, CG11, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CETE9, CETE10).
4. Autoevaluar y coevaluar, justificando cuáles son las decisiones tomadas en dichas evaluaciones y cuáles son las conclusiones obtenidas (CB1, CB2, CB3, CB4, CG4, CG7, CG8, CG10, CG11, CT3, CT4, CT6, CT8, CT9, CT10).

#### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	30 %	30 %	50 %
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	15 % + (10 %) <sup>1</sup>	15 % + (10 %) <sup>1</sup>	
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	55 %	55 %	50 %
4. Participación activa en clase.	0%-10%			
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%			

<sup>1</sup> Calificación sobre 10.

## **Descripción de las actividades de evaluación**

### **Actividades de evaluación del tipo 1:**

A lo largo del curso se realizarán 4 pruebas online (cada 2 temas), de 1 hora de duración cada una de ellas, que los estudiantes harán en horario no presencial. La media de estas cuatro pruebas se corresponde con la calificación asociada a este tipo de actividad, que se podrá conservar en la convocatoria ordinaria y extraordinaria, siempre que dicha media sea mayor o igual a 4. En caso contrario el estudiante tendrá que presentarse a los exámenes finales en las fechas oficiales programadas por el centro. El peso sobre la nota final de estas pruebas o exámenes es del 30 %.

Si la calificación obtenida en las pruebas online o en los exámenes finales no es mayor o igual a 4 sobre 10, la asignatura estará suspensa

Esta actividad es **RECUPERABLE**.

### **Actividades de evaluación del tipo 2:**

La metodología que se seguirá a lo largo del curso será la de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Para la realización del proyecto se pedirá a los estudiantes la realización y subida al campus virtual de la asignatura de un número de "entregables" asociados con su desarrollo. La entrega en tiempo y forma de todos los entregables supondrá un peso sobre la nota final del 15 %. En el caso de que no se suban al campus virtual todos, la nota se calculará proporcionalmente. Esta actividad es **NO RECUPERABLE**.

El proyecto que tengan que realizar los estudiantes tendrá asociada una parte opcional, que se corresponde con mejoras que se pudieran hacer sobre las especificaciones que se pidan para el proyecto. Esta parte opcional tiene asociada una calificación de 1 punto más sobre los 10 puntos máximos y solo se sumará si la nota del resto de actividades, con los porcentajes que se indican, es mayor o igual a 4. Esta es una actividad **RECUPERABLE**.

### **Actividades de evaluación del tipo 3:**

Las prácticas se han diseñado para servir como índice de elaboración del proyecto. Este proyecto, cuya memoria tendrá una estructura preestablecida, es el que se evalúa en esta actividad. El proyecto puede ser presentado tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria y se corresponde con el 50 % de la nota de la asignatura.

Para poder aprobar la asignatura es necesario que el proyecto cumpla con las especificaciones mínimas que se soliciten. En el caso de que no lo haga, la asignatura estará suspendida. Si en la convocatoria ordinaria no se ha superado esta parte, se podrá volver a presentar en la convocatoria extraordinaria.

Si se cumplen las especificaciones mínimas, la calificación se calculará de la siguiente forma:

- a) Memoria del proyecto realizado: 10 % de la nota final. Se empleará una rúbrica para su evaluación.

- b) Prueba del diseño realizado: el proyecto que los estudiantes presenten será sometido a varias pruebas para detectar la robustez del diseño. Si el robot programado responde de forma correcta a todas ellas, o si todos los fallos son capaces de arreglarlos en un tiempo reducido, prefijado al inicio de las prácticas, se le calificará con un máximo de un 30 % de la nota final de la asignatura. Por cada fallo que aparezca, y que no sean capaces de arreglar, se irá restando a esta nota, hasta un máximo del 15 %, la parte proporcional no resuelta en función del número de pruebas realizadas.
- c) Competición entre robots: se realizará una competición entre los distintos robots formada por distintas pruebas objetivas (por ejemplo, tiempo de resolución de los objetivos, número de objetos reconocidos...). Esta competición ordenará a los distintos grupos en función de los resultados de sus robots. El grupo ganador tendrá un 10 en este apartado y el perdedor un 0, asignándose al resto una puntuación en función de la puntuación conseguida en la competición. Esta calificación se corresponde con un 15 % de la nota final.

Para aprobar la asignatura es necesario sacar una nota mayor o igual a 4 sobre 10 de la suma de las calificaciones (a), (b) y (c).

La parte (a), (b) y (c) de esta actividad están clasificadas como **RECUPERABLES**, pero en el caso de la convocatoria extraordinaria todas ellas serán del estudiante que realice la prueba, no pudiendo entregar el proyecto que el grupo haya presentado en la convocatoria ordinaria, ni recibir ayuda de sus compañeros en las pruebas del diseño.

### Evaluación global

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

#### Actividades de evaluación del tipo 1:

Se corresponde con el examen de la convocatoria oficial, ordinaria o extraordinaria, de la asignatura, con un peso del 50 % en la calificación final.

Esta actividad está clasificada como **RECUPERABLE**.

#### Actividades de evaluación del tipo 3:

Realización y explicación de una práctica de laboratorio, similar a la realizada por el resto de los estudiantes a lo largo del curso, con un peso del 50 % en la calificación final.

Esta actividad está clasificada como **RECUPERABLE**.

La calificación mínima, en cada actividad, para aprobar la asignatura es de 4 sobre 10.

### Observaciones

En el caso de que el estudiante no llegue a alguna de las calificaciones mínimas, en el acta se le calificará con el MIN(4, Calificación del curso), entendiendo como "calificación del curso" la que se obtiene tras aplicar los porcentajes indicados en la tabla de actividades de evaluación.

Aunque la suma total de todas las calificaciones indicadas puede superar el 10, la máxima calificación que se podrá obtener en la asignatura será 10.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía básica**

1. G. Dudek, M. Jenkin "Computational principles of mobile robotics". Cambridge University Press, 2010. 2ª edición.
2. R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza. "Introduction to Autonomous Mobile Robots". MIT Press, 2011.

#### **Bibliografía complementaria**

3. A. Ollero Baturone. "Robótica, manipuladores y robots móviles". Ed. Marcombo, 2001.
4. F. Torres, J. Pomares, P. Gil, S. T. Puente, R. Aracil. "Robots y sistemas sensoriales". Pearson Educacion, 2002.
5. A. Barrientos, L.F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil "Fundamentos de Robótica". McGrawHill, 2007.

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

#### **Páginas web**

1. Web del libro Introduction to Autonomous Mobile Robots con material diverso. <http://www.mobilerobots.ethz.ch/>
2. Software de simulación de robots que se empleará en el desarrollo del proyecto: Virtual Robot Experimentation Platform (V-REP). <http://www.coppeliarobotics.com/>
3. Página web de la biblioteca de la UEx, donde podrás encontrar material diverso accesible en formato electrónico. <http://biblioteca.unex.es>.