

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

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	8	Carácter	Optativa										
Módulo	Optatividad Electrónica Industrial y Automática												
Materia	Intensificación en Electrónica Industrial y Automática												
Profesorado													
Nombre	Despacho	Correo-e								Página web			
Patricia Arroyo Muñoz	D1.16	parroyoz@unex.es								eii.unex.es			
Área de conocimiento	Ingeniería de Sistemas y Automática												
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática												
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)													
Competencias													
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"	Competencias Específicas TE y CETFG	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1		CETE11	
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2		CETE12	
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3		CETE13	
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4		CETE14	
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5		CETE15	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6		CETE16	
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7		CETE17	
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8		CETE18	
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	X	CETE19	
		CG10	X					CECRI10		CETE10	X	CETE20	
		CG11	X					CECRI11				CETFG	
								CECRI12					

Contenidos
Breve descripción del contenido
Modelado y control de robots. Sensores. Visión por computador. Fusión sensorial.
Temario de la asignatura
<p>Tema 1: Conceptos básicos de robótica móvil (1 hora)</p> <p>1.1. Introducción. 1.2. Planificación de caminos. 1.3. Localización. 1.4. Sensorización. 1.5. Mapeado. 1.6. SLAM.</p>
<p>Tema 2: Hardware y locomoción de robots móviles (4 horas)</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>Tema 3: Sensores no visuales y algoritmos (4 horas)</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>Tema 4: Sensores de visión y algoritmos (4 horas)</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>Tema 5: Representación y razonamiento espacial (4 horas)</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.

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, geométricos y topológicos.
- 8.3. Mapeado y Localización Simultáneos (SLAM).
- 8.4. EKFSLAM y FastSLAM.
- 8.5. SLAM Visual.
- 8.6. Exploración.

Práctica 1: Introducción a CoppeliaSim: Cálculo del modelo cinemático de robot (4 horas).

Se presentará el software de simulación CoppeliaSim y su lenguaje de programación. Se trabajará con una estructura básica diferencial de robots móviles y se calculará su modelo cinemático, verificando mediante el software si el modelo se corresponde con lo previsto y el robot se comporta correctamente.

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: 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 estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total		GG	CH	L	O		
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
Evaluación	12	2						20
TOTAL	150	30		19,5				97,5

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: 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.
 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, CT9, 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, 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, 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, CT7, CT8, CT9).

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:

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
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%)	15% + (10%)	
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%			

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 **55 %** 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: **15 %** 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 **40 %** 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 25 %, la parte proporcional no resuelta en función del número de pruebas realizadas.

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

Las partes (a) y (b) 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:

1. A. Ollero Baturone. "Robótica, manipuladores y robots móviles". Ed. Marcombo, 2001.
2. F. Torres, J. Pomares, P. Gil, S. T. Puente, R. Aracil. "Robots y sistemas sensoriales". Pearson Educacion, 2002.
3. 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/>
Página web de la biblioteca de la UEx, donde podrás encontrar material diverso accesible en formato electrónico. <http://biblioteca.unex.es>.