



# UNIVERSIDAD DE CASTILLA - LA MANCHA

## GUÍA DOCENTE

### 1. DATOS GENERALES

**Asignatura:** ROBOTS MÓVILES

**Tipología:** OBLIGATORIA

**Grado:** 2373 - MÁSTER UNIVERSITARIO EN ROBÓTICA Y AUTOMÁTICA

**Centro:** 602 - E.T.S. INGENIERÍA INDUSTRIAL CIUDAD REAL

**Curso:** 1

**Lengua principal de impartición:** Español

**Uso docente de otras lenguas:** Bibliografía en inglés

**Página web:** <https://campusvirtual.uclm.es>

**Código:** 311239

**Créditos ECTS:** 4.5

**Curso académico:** 2023-24

**Grupo(s):** 20

**Duración:** C2

**Segunda lengua:**

**English Friendly:** S

**Bilingüe:** N

Profesor: FRANCISCO RAMOS DE LA FLOR - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edificio Politécnico, 2-C02	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, AUTOMÁTICA Y COMUNICACIONES	Vía Teams	francisco.ramos@uclm.es	Lunes: 16:30 - 18:30 Martes: 12:00 - 14:00 Miércoles: 16:30 - 18:30
Profesor: ANDRES SALOMON VAZQUEZ FERNANDEZ PACHECO - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edificio Politécnico 2-B02	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, AUTOMÁTICA Y COMUNICACIONES	Vía Teams	andress.vazquez@uclm.es	

### 2. REQUISITOS PREVIOS

Son necesarios los siguientes conocimientos previos (a nivel de Grado):

- Física (cinemática y dinámica)
- Matemáticas (cálculo, ecuaciones diferenciales y estadística)
- Electrónica analógica y digital
- Programación estructurada

Son recomendables los siguientes conocimientos previos (a nivel de Grado)

- Programación Orientada a Objetos (preferiblemente lenguajes python o C++)
- Sistema Operativo Linux a nivel de usuario
- Haber cursado satisfactoriamente las asignaturas de Inteligencia Artificial (o equivalente) y de Fundamentos Matemáticos del presente máster
- Es muy conveniente cursar esta asignatura simultáneamente a Arquitecturas Software para Robots, puesto que serán necesarios conocimientos de ROS para realizar las prácticas.

### 3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

La asignatura muestra el estado del arte de la robótica móvil, así como los elementos tecnológicos más utilizados en la actualidad, tanto a nivel hardware como software.

La robótica móvil, especialmente la autónoma, se ha introducido en las labores cotidianas de personas no especialistas a través de elementos como las aspiradoras inteligentes o los coches autónomos, así como en campos más especializados como la agricultura (robots terrestres de recolección) o la supervisión/inspección (robots aéreos, o drones, para vigilancia antiincendios). Además, las tendencias del mercado sugieren que el auge de estos robots debido al paradigma de la Industria 4.0 aumentará exponencialmente la necesidad de los mismos y de nuevas soluciones versátiles capaces de responder a entornos cada vez más desestructurados.

Esta asignatura se plantea como un elemento previo a las asignaturas de Robótica Cooperativa y Movimiento Inteligente del 3er semestre del máster. Asimismo, los conocimientos adquiridos en las asignaturas Visión por Computador y Aprendizaje Automático permitirán el desarrollo de aplicaciones más avanzadas en Robótica Móvil.

### 4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

#### Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB09	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CE16	Capacidad para desarrollar sistemas de navegación de robots móviles.
CE17	Capacidad para analizar, diseñar y construir robots móviles, así como implementar aplicaciones de los mismos.
CG01	Capacidad de resolución práctica de problemas científico-técnicos desde la perspectiva multidisciplinar asociada a la robótica y la automática. Capacidad de transmitir informaciones científico-técnicas relacionadas con la Robótica y la Automática tanto oralmente como por

CG02	escrito.
CT01	Capacidad de aprendizaje autónomo (análisis y síntesis).
CT02	Capacidad para utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
CT03	Dominio de una segunda lengua extranjera en el nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.
CT04	Capacidad para trabajo en equipo (iniciativa y responsabilidad).

## 5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

### Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

#### Descripción

Capacidad de utilizar bibliografía y documentación para realizar informes y trabajos prácticos.  
 Conocimiento de los métodos de planificación, navegación, localización y mapeado de los robots móviles.  
 Conocimiento de los sensores y actuadores utilizados en robótica móvil y de sus fundamentos físicos.  
 Conocimiento de los tipos de locomoción de robots móviles y sus ecuaciones cinemáticas y dinámicas.  
 Expresarse con un vocabulario específico adecuado para comunicarse con profesionales del mundo de la robótica móvil.  
 Habilidad para utilizar software de simulación de robótica móvil y programar algoritmos de planificación y localización de robots móviles.

## 6. TEMARIO

**Tema 1: Locomoción. Fundamentos de Cinemática y Dinámica. Actuadores**

**Tema 2: Percepción. Sensores**

**Tema 3: Planificación y Navegación**

**Tema 4: Localización y Mapeado**

## 7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral	CB10 CE16 CE17 CG01	0.84	21	S	N	Estas clases se impartirán de modo virtual.
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas	CB07 CE16 CE17 CG01	0.32	8	S	N	25% de presencialidad: 6 horas se impartirán de modo virtual y 2 horas en modo presencial
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]	Prácticas	CB07 CB10 CE16 CE17 CG01 CT02 CT03 CT04	0.48	12	S	S	Prácticas 100% presenciales de trabajo con robots móviles.
Prueba final [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	CB07 CB09 CE16 CE17 CG01 CG02 CT01	0.08	2	S	S	Prueba final del contenido de la asignatura
Prueba parcial [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	CB07 CB09 CE16 CE17 CG01 CG02 CT01	0.08	2	S	N	Pruebas parciales realizadas a lo largo del cuatrimestre
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA]	Trabajo en grupo	CB07 CB09 CB10 CE16 CE17 CG02 CT01 CT02 CT03 CT04	1	25	S	S	Preparación del trabajo de prácticas de la asignatura
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo	CB10 CE16 CE17 CT01	1.7	42.5	N	-	Preparación de las pruebas de evaluación de la asignatura.
<b>Total:</b>			<b>4.5</b>	<b>112.5</b>			
<b>Créditos totales de trabajo presencial: 1.8</b>							<b>Horas totales de trabajo presencial: 45</b>
<b>Créditos totales de trabajo autónomo: 2.7</b>							<b>Horas totales de trabajo autónomo: 67.5</b>

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

## 8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES

Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Elaboración de memorias de prácticas	40.00%	40.00%	Evaluación continua: El estudiante deberán entregar varios informes de prácticas de laboratorio a lo largo del curso. Será requisito necesario para aprobar el curso obtener una nota mínima de 4.0 en cada uno de ellos.  Evaluación no continua: El estudiante deberá realizar una prueba práctica (simulada y/o experimental) con uno de los equipos de laboratorio utilizados en la asignatura.
Pruebas parciales	60.00%	0.00%	Exámenes parciales escritos sobre los contenidos de la asignatura que se celebrarán durante el curso. Será requisito necesario para aprobar el curso obtener una nota mínima de 3.0 en cada uno de ellos.
Prueba final	0.00%	60.00%	Examen final de los contenidos teóricos y de problemas de la asignatura. Será requisito necesario para aprobar el curso obtener una nota mínima de 4.0 en esta prueba.
<b>Total:</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	

\* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria

(evaluándose el 100% de las competencias).

#### Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

##### Evaluación continua:

Las pruebas parciales se celebrarán a lo largo del curso en las fechas acordadas en clase:

- \* El estudiante deberá obtener una nota mínima de 3.0 en cada una de estas pruebas.
- \* En caso de no haber obtenido dicha nota en alguna parte, ésta se podrá recuperar el día previsto para la evaluación de la convocatoria de la asignatura mediante una prueba prevista a tal efecto.
- \* La nota de esta actividad (TyP) será la media aritmética de las notas de las pruebas parciales, si todas son superiores a 3.0, o la menor de todas si al menos una de ellas es inferior a 3.0.

Los informes de prácticas de laboratorio se entregarán a lo largo del curso en los plazos indicados por el profesor:

- \* El estudiante deberá obtener una nota mínima de 4.0 en cada uno de estos informes.
- \* En caso de no haber obtenido dicha nota en alguno de ellos, éste podrá volver a entregarse en la semana siguiente a la fecha prevista para la evaluación de la convocatoria de la asignatura, subsanando los defectos informados.
- \* La nota de esta actividad (IPL) será la media aritmética de las notas de todos los informes solicitados, si todas son superiores a 4.0, o la menor de todas si al menos una de ellas es inferior a 4.0.

La nota final de la asignatura vendrá dada por la expresión:  $NF = TyP \cdot 0,6 + IPL \cdot 0,4$ .

Los alumnos que cumplan con:

- \*  $TyP \geq 3,0$
- \*  $IPL \geq 4,0$
- \*  $NF \geq 5,0$

aprueban la asignatura en convocatoria ordinaria.

##### Evaluación no continua:

La prueba final (PF) se celebrará el día indicado para la evaluación de la convocatoria:

- \* El estudiante deberá obtener una nota mínima de 4.0 en esta prueba para poder superar la asignatura.

La evaluación de prácticas de laboratorio se realizará mediante una prueba de laboratorio (PL) realizada con los equipos de prácticas:

- \* El estudiante deberá obtener una nota mínima de 4.0 en la prueba para poder superar la asignatura.

La nota final de la asignatura vendrá dada por la expresión:  $NF = PF \cdot 0,6 + PL \cdot 0,4$ .

Los alumnos que cumplan con:

- \*  $PF \geq 4,0$
- \*  $PL \geq 4,0$
- \*  $NF \geq 5,0$

aprueban la asignatura en convocatoria ordinaria.

#### Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

Evaluación continua:

El estudiante:

- \* Conservará las notas de las pruebas parciales e informes de prácticas en los que hubiese obtenido la nota mínima.
- \* Deberá repetir todas las pruebas parciales y los informes de prácticas de laboratorio que no hubiesen obtenido la nota mínima, obteniendo nuevas notas para cada una de ellas.
- \* Podrá repetir las pruebas en las que hubiese obtenido la nota mínima exigible solicitándolo al profesor con, al menos, quince días de antelación respecto de la fecha prevista para la evaluación de la convocatoria.

Las condiciones de superación de la asignatura son iguales a las de la convocatoria ordinaria.

Evaluación no continua:

El estudiante deberá repetir las dos pruebas (final y de laboratorio) de la asignatura.

Las condiciones para superar la asignatura serán las mismas que en la convocatoria ordinaria.

#### Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

El estudiante deberá realizar un examen de teoría y problemas de toda la asignatura (TyP).

El estudiante que hubiese realizado evaluación continua el curso anterior y tenga una IPL igual o superior a 4.0 podrá solicitar conservarla para esta convocatoria, y será su nota de laboratorio (NL).

El estudiante que hubiese realizado evaluación no continua el curso anterior, o que hubiese obtenido una IPL inferior a 4.0, deberá realizar una prueba de laboratorio, en el día de evaluación de la convocatoria, que determinará su NL.

La nota final de la asignatura será  $NF = TyP \cdot 0,6 + NL \cdot 0,4$ .

### 9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL

#### No asignables a temas

Horas	Suma horas
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2
Prueba parcial [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2

#### Tema 1 (de 4): Locomoción. Fundamentos de Cinemática y Dinámica. Actuadores

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	5
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	8

Grupo 20:

<b>Inicio del tema:</b> 29-01-2024	<b>Fin del tema:</b> 18-02-2024
<b>Tema 2 (de 4): Percepción. Sensores</b>	
<b>Actividades formativas</b>	<b>Horas</b>
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	8
Grupo 20:	
<b>Inicio del tema:</b> 19-02-2024	<b>Fin del tema:</b> 03-03-2024
<b>Tema 3 (de 4): Planificación y Navegación</b>	
<b>Actividades formativas</b>	<b>Horas</b>
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	6
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	4
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	8
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	13
Grupo 20:	
<b>Inicio del tema:</b> 04-03-2024	<b>Fin del tema:</b> 07-04-2024
<b>Tema 4 (de 4): Localización y Mapeado</b>	
<b>Actividades formativas</b>	<b>Horas</b>
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	6
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2
Prueba parcial [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	4
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	9
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	13.5
Grupo 20:	
<b>Inicio del tema:</b> 08-04-2024	<b>Fin del tema:</b> 12-05-2024
<b>Actividad global</b>	
<b>Actividades formativas</b>	<b>Suma horas</b>
Prueba parcial [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	6
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	15
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	4
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	12
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	8
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	25
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	42.5
<b>Total horas: 112.5</b>	

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS						
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población	ISBN	Año	Descripción
Roland Siegwart, Illah	Introduction to Autonomous	The MIT Press		978-0262015356	2011	Libro de referencia para la asignatura
Nourbakhsh, Davide Scaramuzza	Mobile Robots, 2nd Edition					
Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox	Probabilistic Robotics	The MIT Press		978-0262201629	2005	Libro de referencia para el último tema del curso.