



# UNIVERSIDAD DE CASTILLA - LA MANCHA

## GUÍA DOCENTE

### 1. DATOS GENERALES

**Asignatura:** MODELADO Y CONTROL DE MANIPULADORES

**Código:** 311237

**Tipología:** OBLIGATORIA

**Créditos ECTS:** 4.5

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

**Curso académico:** 2023-24

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

**Grupo(s):** 20

**Curso:** 1

**Duración:** Primer cuatrimestre

**Lengua principal de impartición:** Español

**Segunda lengua:**

**Uso docente de otras lenguas:** Inglés

**English Friendly:** N

**Página web:**

**Bilingüe:** N

Profesor: VICENTE FELIU BATLLE - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edificio Politécnico, 2-A02	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, AUTOMÁTICA Y COMUNICACIONES	Vía Teams	vicente.feliu@uclm.es	Cualquier momento de la semana, previa solicitud vía e-mail, según disponibilidad y agenda
Profesor: RAUL FERNANDEZ RODRIGUEZ - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, AUTOMÁTICA Y COMUNICACIONES		Raul.Fernandez@uclm.es	
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):

- Mecánica (estática, cinemática y dinámica)
- Mecanismos
- Matemáticas (cálculo, álgebra y ecuaciones diferenciales)
- Electrónica analógica y digital
- Regulación automática
- Programación en Matlab y Simulink.

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

Esta asignatura forma a los alumnos en el análisis, diseño y control de robots manipuladores. Las técnicas aquí estudiadas constituyen una parte fundamental de los conocimientos de índole práctico que cualquier profesional de la Robótica con una capacitación a nivel de máster debe poseer.

Además, esta asignatura forma a los alumnos en el empleo de diversas herramientas software, necesarias para emprender el modelado cinemático/dinámico y el control de un robot manipulador, así como para comprender y realizar diseños más eficientes.

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

#### Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB06	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
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
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
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.
CE01	Capacidad para aplicar técnicas de optimización matemática en el diseño de sistemas inteligentes y robóticos.
CE10	Capacidad para diseñar e integrar los distintos subsistemas que constituyen un robot.
CE11	Capacidad para diseñar la morfología de un robot en base a las funciones que deba realizar.
CE12	Capacidad para analizar y determinar modelos cinemáticos y dinámicos de robots, y diseñar sistemas de control de movimientos y de fuerza.

CE13	Capacidad para analizar y diseñar robots manipuladores, así como implementar aplicaciones de los mismos.
CE14	Capacidad para desarrollar proyectos y realizar asesoramiento en el entorno de la Industria 4.0.
CG01	Capacidad de resolución práctica de problemas científico-técnicos desde la perspectiva multidisciplinar asociada a la robótica y la automática.
CG02	Capacidad de transmitir informaciones científico-técnicas relacionadas con la Robótica y la Automática tanto oralmente como por escrito.
CT01	Capacidad de aprendizaje autónomo (análisis y síntesis).
CT02	Capacidad para utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

## 5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

### Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

#### Descripción

Aplicación de las principales herramientas informáticas de modelado y control de robots.

Capacidad de controlar movimientos del robot.

Capacidad de generación de trayectorias dentro del entorno de trabajo.

Capacidad de identificación de las diferentes clases de robots.

Capacidad de modelar dinámicamente la estructura de un robot rígido.

Conocer el espacio de trabajo del robot y sus limitaciones.

## 6. TEMARIO

**Tema 1: Introducción**

**Tema 2: Descripciones espaciales y transformaciones**

**Tema 3: Cinemática de manipuladores**

**Tema 4: Cinemática inversa de manipuladores**

**Tema 5: Jacobianos: velocidades y fuerzas estáticas**

**Tema 6: Generación de trayectorias**

**Tema 7: Dinámica de manipuladores**

**Tema 8: Control de posición de manipuladores**

**Tema 9: Aplicación a robots móviles**

**Tema 10: Aplicación a vehículos aéreos no tripulados**

**Tema 11: Aplicación a robots espaciales**

## 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	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CG01 CG02 CT01 CT02	1.16	29	S	N	Estas clases se impartirán de modo virtual.
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas	CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CG01 CG02 CT01 CT02	0.08	2	S	N	Estas clases se impartirán de modo virtual.
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]	Prácticas	CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CG01 CG02 CT01 CT02	0.4	10	S	S	Prácticas 100% presenciales de trabajo con simuladores en aula informática y con prototipos reales de robots.
Evaluación Formativa [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CG01 CG02 CT01 CT02	0.08	2	S	S	Prueba final del contenido de la asignatura
Prueba parcial [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CG01 CG02 CT01 CT02	0.08	2	S	N	Pruebas parciales del contenido de la asignatura
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CG01 CG02 CT01 CT02	2.7	67.5	S	N	Estudio de la asignatura, preparación de prácticas y preparación de pruebas de evaluación. Porcentaje de presencialidad 0%.
<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
Prueba	0.00%	60.00%	Examen final de los contenidos teóricos y de problemas de la asignatura.
			Evaluación continua:

Trabajo	40.00%	40.00%	El estudiante deberá realizar un trabajo que incluirá el análisis, diseño y simulación de un sistema de control de un robot y luego deberá comprobarlo experimentalmente. Será requisito necesario obtener una nota mínima de 3.0.  Evaluación no continua: El estudiante deberá realizar una prueba práctica (simulada y/o experimental) análoga a la de la evaluación continua. También será requisito necesario obtener una nota mínima de 3.0.
Pruebas parciales	60.00%	0.00%	Exámenes parciales escritos sobre los contenidos de la asignatura que se celebrarán durante el curso.
<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.
- La nota de esta actividad (TyP) será la media aritmética de las notas de las pruebas parciales.
- El trabajo (T) se entregará al finalizar el periodo de clases, en el plazo indicado por el profesor.
- La nota final de la asignatura vendrá dada por la expresión:  $NF = TyP \cdot 0,6 + T \cdot 0,4$ .

##### Evaluación no continua:

- La prueba final (PF) se celebrará el día indicado para la evaluación de la convocatoria.
- El trabajo (T) se realizará en el periodo dedicado a los exámenes del primer semestre.
- La nota final de la asignatura vendrá dada por la expresión:  $NF = PF \cdot 0,6 + T \cdot 0,4$ .

#### Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

El estudiante:

- Podrá conservar las notas de las pruebas parciales y del trabajo, previa solicitud a los profesores.
- Las condiciones de superación de la asignatura son iguales a las de 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 lo solicite podrá conservar la nota del trabajo (T) de su última convocatoria.
- La nota final de la asignatura será  $NF = TyP \cdot 0,6 + TL \cdot 0,4$ .

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

### No asignables a temas

**Horas** **Suma horas**

**Comentarios generales sobre la planificación:** Esta planificación es solo orientativa pudiendo experimentar cambios a lo largo de su desarrollo.

#### Tema 1 (de 11): Introducción

**Actividades formativas** **Horas**

Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	1.5

**Comentario:** Es una clase teórica de una hora on-line.

#### Tema 2 (de 11): Descripciones espaciales y transformaciones

**Actividades formativas** **Horas**

Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3

**Comentario:** Son dos horas de clases teóricas y resolución de ejercicios on-line.

#### Tema 3 (de 11): Cinemática de manipuladores

**Actividades formativas** **Horas**

Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	1
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	6

**Comentario:** Son dos horas que combinan clase teórica y resolución de ejercicios on-line más una hora exclusiva de ejercicios on-line, y una hora de prácticas de laboratorio (software de simulación de robots y sus sistemas de control) presenciales.

#### Tema 4 (de 11): Cinemática inversa de manipuladores

**Actividades formativas** **Horas**

Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	1
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	6

**Comentario:** Son dos horas que combinan clase teórica y resolución de ejercicios on-line más una hora exclusiva de ejercicios on-line, y una hora de prácticas de laboratorio (software de simulación de robots y sus sistemas de control) presenciales.

#### Tema 5 (de 11): Jacobianos: velocidades y fuerzas estáticas

**Actividades formativas** **Horas**

Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	1
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3

**Comentario:** Es una hora de clase teórica y resolución de ejercicios on-line y una hora de prácticas de laboratorio (software de simulación de robots y sus

sistemas de control) presenciales.

#### Tema 6 (de 11): Generación de trayectorias

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	1
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Evaluación Formativa [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	1
Prueba parcial [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	6
<b>Comentario:</b> Es una hora de clase teórica y resolución de ejercicios on-line y una hora de prácticas de laboratorio (software de simulación de robots y sus sistemas de control) presenciales. Se realizará una prueba parcial al finalizar este tema.	

#### Tema 7 (de 11): Dinámica de manipuladores

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	7
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	13.5
<b>Comentario:</b> Son siete horas de clase teórica y resolución de ejercicios on-line y dos horas de prácticas de laboratorio (software de simulación de robots y sus sistemas de control) presenciales.	

#### Tema 8 (de 11): Control de posición de manipuladores

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	7
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	16.5
<b>Comentario:</b> Son siete horas de clase teórica y resolución de ejercicios on-line, dos horas de prácticas de laboratorio (software de simulación de robots y sus sistemas de control) presenciales y dos horas presenciales de experimentación con un prototipo de robot.	

#### Tema 9 (de 11): Aplicación a robots móviles

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3
<b>Comentario:</b> Son dos horas de clase teórica y resolución de ejercicios on-line.	

#### Tema 10 (de 11): Aplicación a vehículos aéreos no tripulados

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3
<b>Comentario:</b> Son dos horas de clase teórica y resolución de ejercicios on-line.	

#### Tema 11 (de 11): Aplicación a robots espaciales

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Evaluación Formativa [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	1
Prueba parcial [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	6
<b>Comentario:</b> Son dos horas de clase teórica y resolución de ejercicios on-line.	

#### Actividad global

Actividades formativas	Suma horas
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	10
Evaluación Formativa [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2
Prueba parcial [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	67.5
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	29
<b>Total horas: 112.5</b>	

## 10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS

Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población ISBN	Año	Descripción
John J. Craig	Introduction to Robotics. Mechanics and Control	Addison-Wesley		1986	
Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacivico, Luigi Villani and Giuseppe Oriolo	Robotics. Modelling, Planning and Control	Springer		2009	
Antonio Barrientos, Luis Felipe Peñín, Carlos Balaguer y Rafael Aracil	Fundamentos de Robótica	Mc Graw Hill		2007	