

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Cinematica de robots

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Cinematica de robots
<b>Titulación</b>	05AY - Master Universitario en Automatica y Robotica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Primer semestre
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	53001152
<b>Nombre en inglés</b>	Robot kinematics

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	3	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Automatica y Robotica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Automatica y Robotica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Fundamentos de Robotica

Algebra lineal

## Competencias

---

CE1 - Capacidad para planificar los movimientos de un robot

CG1 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de la automática y la robótica

CT1 - Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería

CT7 - Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

## Resultados de Aprendizaje

---

RA4 - 4. Saber aplicar el álgebra dual al modelado cinemático de robots

RA5 - 5. Conocer los diferentes métodos de Interpolación de posición, orientación y desplazamiento utilizando diferentes herramientas matemáticas

RA1 - 1. Poder obtener el modelo cinemático directo e inverso de un robot manipulador por diversos procedimientos

RA2 - 2. Comprender el significado físico del modelo diferencial, la Jacobiana y las singularidades

RA3 - 3. Conocer los principios del álgebra dual

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Barrientos Cruz, Antonio <b>(Coordinador/a)</b>	Automática	antonio.barrientos@upm.es	Concertar cita por correo electrónico
Alvarez Fernandez, Manuel	Matemáticas	manuel.alvarez@upm.es	Concertar cita

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Se presentan herramientas y técnicas para el modelado cinemática (Modelo cinemático Directo, Inverso) y diferencial (Jacobiana) del robot manipulador, más allá de los métodos de Denavit Hartenberg.

Se examinan técnicas de interpolación de la orientación mediante cuaternios.

Se dan los principios matemáticos del álgebra dual y se aplican a través de los cuaternios duales, como una herramienta integral para modelar desplazamientos y generar trayectorias

## Temario

---

1. Revisión al Modelado Cinemático de Robots Manipuladores
2. El MCD mediante Cuaternios-Vectores
3. La fórmula de Rodrigues . Fórmula de Rodrigues extendida. Las Matrices de Desplazamiento (MD)
4. El MCD mediante las Matrices de Desplazamiento
5. El MCI mediante métodos iterativos. Gradiente y CCD
6. Modelo diferencial. La Jacobiana. Jacobiana Analítica y Geométrica
7. Modelo Diferencial Inverso. Singularidades. Manipulabilidad
8. Rotaciones y desplazamientos. Teorema de Euler y Teorema de Chasles.
9. Coordenadas Pluckerianas
10. Cuaternios
11. Números Duales. Matrices Duales. Cuaternios Duales
12. Interpoladores de orientación mediante Cuaternios. LERP. SLERP. SQUAD
13. Interpoladores de Desplazamientos mediante Cuaternios Duales. SCLERP

## Cronograma

**Horas totales:** 64 horas y 15 minutos

**Horas presenciales:** 28 horas y 15 minutos (36.2%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Presentación Introducción Revisión de las herramientas y bases matemáticas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Modelo Cinemático Directo. Revisión de las técnicas geométricas y de Denavit Hartenberg</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Utilización de Matlab para la obtención del Modelo Cinemático Directo</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Ejemplos de obtención del MCD mediante Denavit hartenberg</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 3	<p><b>Uso de los cuaternios para obtener el Modelado Cinemático Directo</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>La fórmula de Rodrigues . Fórmula de Rodrigues extendida. Las Matrices de Desplazamiento (MD)</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejemplos de obtención del MCD mediante las Matrices de Desplazamiento</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 4	<p><b>Modelo cinemático inverso. Métodos Geométricos y Métodos basados en DH</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Modelo cinemático inverso mediante las Matrices de Desplazamiento</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>El MCI mediante métodos iterativos. Gradiente y CCD</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p><b>Ejemplos de obtención del Modelo Cinemático Inverso</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Modelo diferencial. La Jacobiana. Jacobiana Analítica y Geométrica</b></p> <p>Duración: 01:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Trabajo 1a.- Visualización de la localización de un robot a partir de sus parámetros DH</b></p> <p>Duración: 10:00</p> <p>Ti: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 6	<p><b>Obtención de la Jacobiana Geométrica mediante derivación Relación entre Ips diferentes sistemas de coordenadas en la Jacobiana Analítica Cambios de base en la Jacobiana</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 7	<p><b>Modelo diferencial inverso. Singularidades, Índice de Manipulabilidad</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Trabajo 1b.- Visualización de la localización los vectores de la Jacobiana y del índice de manipulabilidad de un robot al variar su localización</b></p> <p>Duración: 15:00</p> <p>Ti: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 8	<p><b>Rotaciones y desplazamientos. Teoresmas de Euler y Chasles</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 9	<p><b>Coordenadas Pluckerianas. Los Cuaternios de Hamilton</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Trabajo 2. Modelo Cinemático Inverso mediante métodos Iterativos</b></p> <p>Duración: 10:00</p> <p>Ti: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 10	<p><b>Números duales. Concepto. Propiedades</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 11	<b>Matrices duales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 12	<b>Cuaternos duales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 13	<b>Interpoladores de orientación. Interpolación en ángulos de Euler Interpolación en cuaternos. LERP-SLERP-SQUAD</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 14	<b>Interpoladores sobre el álgebra dual. Interpolación de Desplazamientos mediantes CUaternos Duales- SCLERP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Examen</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Examen Final</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.



## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Trabajo 1a.- Visualización de la localización de un robot a partir de sus parámetros DH	10:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%		CT1, CG1
7	Trabajo 1b.- Visualización de la localización los vectores de la Jacobiana y del índice de manipulabilidad de un robot al variar su localización	15:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	30%		CT1, CG1, CT7
9	Trabajo 2. Modelo Cinemático Inverso mediante métodos Iterativos	10:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	20%		CT1, CG1, CT7
17	Examen	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No	40%		CE1, CG1
17	Examen Final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CE1, CT1, CG1, CT7

## Criterios de Evaluación

- Los trabajos suponen el desarrollo de un SW que implementa diferentes algoritmos. Se evaluará la correcta comprensión del algoritmo y la interpretación de los resultados. La presentación del trabajo se hará mediante un documento explicativo y un video en el que se muestre el uso del SW y el análisis crítico de los resultados que con este se muestran
- En la evaluación se tendrá en cuenta, tanto la correcta implementación del algoritmo, como las funcionalidades del SW, la exposición que se realiza mediante el video y muy especialmente el análisis crítico de los resultados mostrados mediante el desarrollo

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Trasparencias de las clases	Bibliografía	Disponibles en Aulaweb
Fundamentos de Robótica	Bibliografía	
Artículos y Lecturas recomendadas	Bibliografía	