

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Robotica

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2015-16 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Robotica
<b>Titulación</b>	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S. de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Séptimo semestre
<b>Módulo</b>	Especialidad
<b>Materia</b>	Automatica-electronica
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	55000105
<b>Nombre en inglés</b>	Robotics

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	4
<b>Curso Académico</b>	2015-16	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Algebra

Fisica general I

Fundamentos de programacion

Mecanica

Dinamica de sistemas

Fundamentos de electronica

Fundamentos de automatica

## Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

- CE26A - Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.
- CE28A - Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.
- CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.
- CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).
- CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.
- CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA18 - El conocimiento de la asignatura debe permitir abordar proyectos de automatización en los que se utilicen robots industriales así como el conocimiento de los sistemas y algoritmos que contribuyen al funcionamiento de un robot y al desarrollo de sistemas robóticos específicos

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Barrientos Cruz, Antonio <b>(Coordinador/a)</b>	Un.D.Automática	antonio.barrientos@upm.es	L - 14:30 - 15:00  Pedir cita por correo electrónico

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

### Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Del Cerro Giner, Jaime	j.cerro@upm.es	UPM (Venía Docendi)

## Descripción de la Asignatura

---

## Temario

---

1. Introducción
  - 1.1. Desarrollo, estado actual y tendencias de la robótica
  - 1.2. Definiciones y clasificación de los robots
2. Morfología del Robot Industrial
  - 2.1. Morfología mecánica del robot
  - 2.2. Actuadores y Sensores para el robot
  - 2.3. Elementos terminales
3. Herramientas matemáticas
  - 3.1. Representación de la posición
  - 3.2. Representación de la orientación. Matrices de Rotación y Cuaternios
  - 3.3. Matrices de Transformación Homogénea
  - 3.4. Relación y comparación entre los distintos métodos de localización espacial
  - 3.5. Uso de Matlab para el modelado y simulación de robots
4. Modelado cinemático de Robots manipuladores
  - 4.1. El problema cinemático directo. Métodos geométricos y mediante cambios de base. Procedimiento de Denavit Hartenberg.
  - 4.2. Cinemática Inversa. Métodos geométricos y mediante MTH. Desacoplo cinemático
  - 4.3. Modelo Diferencial. Matriz Jacobiana . Configuraciones singulares
5. Modelado dinámico de Robots manipuladores
  - 5.1. Modelo dinámico de la estructura mecánica de un robot rígido. Formulación de Newton Euler y Formulación de Lagrange . Algoritmos computacionales
  - 5.2. Modelado en el espacio de la tarea
  - 5.3. Modelado de los actuadores
6. Control Cinemático de Robots manipuladores
  - 6.1. Funciones del control cinemático
  - 6.2. Tipos de trayectorias. Generación y muestreo de trayectorias cartesianas
  - 6.3. Interpoladores de trayectoria
7. Control dinámico de Robots manipuladores
  - 7.1. Control Monoarticular
  - 7.2. Control Multiarticular
  - 7.3. Aspectos prácticos de diseño del Regulador

## 8. Programación de Robots

- 8.1. Métodos de programación de robots. Clasificación
- 8.2. Requerimientos de un sistema de programación de robots
- 8.3. Ejemplo de programación de un robot industrial

## 9. Implantación del Robot industrial

- 9.1. Diseño y control de una célula robotizada
- 9.2. Características a considerar en la selección de un robot
- 9.3. Seguridad en instalaciones robotizadas

## 10. Aplicaciones de los robots

- 10.1. Aplicaciones de los Robots industriales Manipuladores. Clasificación y características
- 10.2. Robots de servicio para uso profesionales
- 10.3. Características de los Robots de servicio personal

## 11. Robots móviles

- 11.1. Panorama general de los Robots Móviles
- 11.2. Cinemática del robot con ruedas
- 11.3. Sensores para la Navegación
- 11.4. Fusión sensorial
- 11.5. Guiado de Robots móviles

## Cronograma

**Horas totales:** 160 horas

**Horas presenciales:** 70 horas (44.9%)

**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>Introducción. Objetivos y Normas de la asignatura. Desarrollo del curso</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Formación de grupos de trabajo. Explicación del trabajo y modo de trabajo</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 1. Introducción. Historia y Concepto de Robot</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Tema 1. Introducción. Tipos de robots.</b></p> <p>Duración: 01:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Diferentes tipos de robots</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 2. Morfología del Robot. Componentes. Eslabones y Articulaciones</b></p> <p>Duración: 01:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Soft Robotics.</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tutoría en AULA Criterios para la concepción del Robot</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 3	<p><b>Tema 2.- Morfología. Transmisiones y Reductores</b></p> <p>Duración: 01:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Robots en sector agropecuario: Ejemplo robots de ordeño</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 2.- Morfología. Actuadores: Neumáticos, Hidráulicos y Motores DC</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tutoría en Despacho Revisión del diseño conceptual</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	

<p>Semana 4</p>	<p><b>Tema 2.- Morfología. Actuadores: Motores sin Escobillas y Paso a Paso</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Aprendizaje por refuerzo aplicado a la robótica</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 2.- Morfología. Sensores</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Robots Biónicos</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p>			
<p>Semana 5</p>	<p><b>Tema 2.- Morfología. Efectores finales</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 3.- Herramientas matemáticas. Especificación de la posición y orientación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Manipulación diestra (manipulando telas)</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 3.- Herramientas matemáticas. Matrices de Transformación Homógena</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Robots caminantes</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Tutoría: Control de Periferia mediante Labview y Arduino</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>ENTREGABLE (DOCUMENTO). Construcción de un Robot. Diseño de Detalle.</b> Duración: 15:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
<p>Semana 6</p>	<p><b>Tema 4.- Modelado Cinemático. Concepto. Modelo Directo</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Robot de Brazo Dual</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Directo</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Directo. Practicando DH</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

<p>Semana 7</p>	<p><b>Tema 4.- Modelado Cinemático. Ejercicios de DH</b> Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Directo con Cuaternios</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Impresoras 3D.</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Inverso. Modelo Diferencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>ENTREGABLE (DOCUMENTO). Construcción de un Robot. Selección de elementos constructivos</b> Duración: 12:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
<p>Semana 8</p>	<p><b>Tema 5.- Modelado Dinámico. Formulación de Newton-Euler y de Lagrange</b> Duración: 00:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejemplos de obtención del Modelo Dinámico de Robots de 2 gdl</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5.- Modelado Dinámico. Modelo en espacio de la tarea y modelo de los actuadores</b> Duración: 00:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6. Control cinemático. Funciones. Tipos de Trayectoria</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.- Control Cinemático. Muestreo. Interpoladores (Spline)</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Robots submarinos</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tutoría en Despacho Revisión del estado del trabajo de construcción de un robot</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	

<p>Semana 9</p>	<p><b>Tema 6.- Control Cinemático. Interpoladores (Parabólico)</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.- Control Dinámico. Control monoarticular. Control Multiarticular.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7. Control Dinámico. Aspectos prácticos de Diseño</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8.- Programación. Clasificación Programación por Guiado y Textual</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejemplos de programación de robots Guiado+Textual</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Tema 8.- Programación. Requerimientos del sistema de programación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8.- Programación. Tipos de movimientos.Estandarización</b> Duración: 00:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen escrito 1</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
<p>Semana 10</p>	<p><b>Tema 11. Robots móviles. Panorámica. Tipos de Ruedas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 11.- Robots móviles. Cinemática</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica de Programación de Robots</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
<p>Semana 11</p>	<p><b>Tema 11.- Robots móviles. Sensores para navegación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 11.- Robots móviles. Filtrado</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tutoría. Montaje del robot</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Entrega de Practica de programacion de robots</b> Duración: 04:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Control motores e Interfase H/M</b> Duración: 30:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>

Semana 12	<p><b>Tema 11.- Robots móviles. Guiado</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Implantación del Robot. Layouts.</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Implantación del Robot. Criterios de seleccion</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Protesis Robóticas</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Robot Montado sin Control</b> Duración: 15:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 13	<p><b>Tema 9. Implantación del Robot. Seguridad.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Implantación. Oferta de robots</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 10. Aplicaciones de la robótica industrial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica de Control de Robot móvil</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Construcción de un Robot. Documentacion</b> Duración: 10:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 14	<p><b>Tema 10. Aplicaciones de la Robótica de Servicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Discusión de caso práctico</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Construcción de un Robot. Demostración</b> Duración: 01:00 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 15				<p><b>Entrega de Practica Control Robot móvil</b> Duración: 04:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 16				<p><b>Trabajo Final (solo evaluacion prueba final)</b> Duración: 10:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial</p>

Semana 17				<p><b>Examen escrito 2</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad no 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	ENTREGABLE (DOCUMENTO). Construcción de un Robot. Diseño de Detalle.	15:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	10%		CG10, CG7, CG5
7	ENTREGABLE (DOCUMENTO). Construcción de un Robot. Selección de elementos constructivos	12:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	5%		CG1, CE28A, CG5
9	Examen escrito 1	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25%		CE26A
11	Entrega de Practica de programación de robots	04:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No	5%		CE26A
11	ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Control motores e Interfase H/M	30:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	10%		CG5, CG7, CG6, CE28A, CG1
12	ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Robot Montado sin Control	15:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	5%		CG5
13	Construcción de un Robot. Documentación	10:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	5%		CE28A, CG1, CG7, CG6, CG10, CG5
14	Construcción de un Robot. Demostración	01:00	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%		CG10, CE26A, CG5, CE28A, CG1, CG7, CG6
15	Entrega de Practica Control Robot móvil	04:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No	5%		CE28A, CG7
16	Trabajo Final (solo evaluación prueba final)	10:00	Evaluación sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	25%		CG6, CE28A, CG1, CG5, CG7
17	Examen escrito 2	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25%		CE26A
17	Examen final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No	75%	5 / 10	CE28A, CE26A, CG7, CG5, CG1, CG10

## Criterios de Evaluación

La evaluación continua se reparte a partes iguales (50%) entre contenidos teóricos y realizaciones prácticas

Los contenidos teóricos se evalúan en base a 2 pruebas escritas que incluyen la resolución de problemas y la evaluación del conocimiento de conceptos

Los contenidos prácticos se evalúan en base a un trabajo por equipos a desarrollar a lo largo del curso (construir y controlar un robot) y a 2 prácticas orientadas a la programación de un Robot Manipulador y al control de un Robot Móvil

La evaluación por prueba final precisará de aprobar un examen y entregar un trabajo práctico, con una puntuación del 75% y 25% respectivamente

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Fundamentos de Automática	Bibliografía	Libro de Texto
Labview	Equipamiento	Licencias de SW de la UPM
Arduino	Otros	HW (proporcionado por el alumno)
HW constructivo del robot	Otros	Motores, sensores y materiales constructivos aportados por el alumno
Matlab	Otros	Licencia SW de la UPM
VREP	Otros	SW de simulacion licencia libre