

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Robotica

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Primer semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Robotica
Titulación	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Semestre/s de impartición	Séptimo semestre
Módulos	Especialidad
Materias	Automatica-electronica
Carácter	Optativa
Código UPM	55000105
Nombre en inglés	Robotics

Datos Generales

Créditos	6	Curso	4
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

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

Fundamentos de programación

Álgebra

Física general I

Mecánica

Dinámica de sistemas

Fundamentos de electrónica

Fundamentos de automática

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 (Coordinador/a)	Un.D.Automática	antonio.barrientos@upm.es	M - 15:30 - 16:30 X - 12:30 - 14:00 Pedir siempre 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

Descripción de la Asignatura

La asignatura pretende dotar de conocimientos necesarios para **desarrollar y aplicar** robots, tanto en aplicaciones industriales como de servicio. EL enfoque es teórico-práctico desarrollando los conocimientos multidisciplinares necesarios durante las clases y abordado su uso práctico mediante trabajos . La asignatura se desarrolla en buena parte mediante el **Aprendizaje Basado en Proyectos**.

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: 140 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>6-9-16 -- Introduccion. Objetivos y Normas de la asignatura. Desarrollo del curso</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Formación de grupos de trabajo. Explicación del trabajo y modo de trabajo</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p>7-9-16 -- Tema 1. Introducción. Concepto de Robot Tipos de Robots</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p>13-9-16 -- Tema 2. Morfología del Robot. Componentes. Eslabones y Articulaciones</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.- Morfología. Configuraciones</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>14-9-16 -- Tema 2.- Morfología. Transmisiones y Reductores</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>12-9-16 Tutoría en AULA Criterios para la concepción del Robot</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p>Soft Robotics.</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p>Aprendizaje por refuerzo aplicado a la robótica</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 3	<p>20-9-16 -- Tema 2.- Morfología. Actuadores: Neumáticos, Hidráulicos</p> <p>Duración: 01:15</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.- Morfología. Actuadores: Motores DC</p> <p>Duración: 00:45</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>21-9-16 Tema 2.- Morfología. Actuadores: BL y MPP</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.- Morfología. Sensores presencia</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Control PID de una articulación de robot</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Manipulación diestra (manipulando telas)</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>17-9-16 -- ENTREGABLE (DOCUMENTO). Construcción de un Robot. Diseño Conceptual y lista de componentes</p> <p>Duración: 10:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>

Semana 4	<p>27-9-16 -- Tema 2.- Morfología. Sensores Posición</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.- Morfología. Efectores finales</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>28-10-16 -- Temas 3.- Herramientas matemáticas. Especificación de la posición y orientación. MTH y Cuaternios</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>26-9-16 a 7 10-16 -- Tutoría en despacho de profesor por grupos</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p>Robots Biónicos</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p>Robots caminantes</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 5	<p>4-10-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Concepto. Modelo Directo. Metodos Geométricos y Cambios de base</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>5-11-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Directo. Método DH</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Robots en sector agropecuario: Ejemplo robots de ordeño</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p>Robot de Brazo Dual</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 6	<p>11-10-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Directo. Practicando DH</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>12-10-16 -- Miercoles Sin Docencia</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>		<p>10-10-16 -- Tutoría AULA Revisión del diseño conceptual</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p>Exoesqueletos robóticos</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>15-10-16 ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Control PID de un DC con encoder</p> <p>Duración: 15:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 7	<p>18-10-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Directo con MD y con Cuaternios</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>19-10-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Cinemático Inverso. Métodos Geométricos. Desacoplamiento Cinemático. CCD</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Control de posición y trayectoria de un robot Scara</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Robots hiperredundantes</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p>Robots submarinos</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 8	<p>25-10-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Diferencial.. Jacobiana</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>26-10-16 -- Tema 4.- Modelado Cinemático. Modelo Diferencial. Jacobiana inversa, Singularidades</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 9	<p>31-10-16 -- Horario de Martes --- Tema 5.- Modelado Dinámico. Formulación de Newton-Euler y de Lagrange. Obtención para Robots de 2gdl. Modelo en espacio tarea</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2-11-16 -- Tema 6. Control cinemático. Funciones. Tipos de Trayectoria. Interpoladores. Control Diferencial</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>5-11-16 --- ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Sistema electromecánico</p> <p>Duración: 25:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 10	<p>8-12-16 -- Tema 7.- Control Dinámico. Control monoarticular. Control Multiarticular. Criterios de diseño</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>9-11-16 Miercoles Sin Docencia</p> <p>Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p>7-11-16 --- PEC-1 Examen escrito 1. Temas 1 a 6</p> <p>Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 11	<p>15-11-16 -- Tema 9. Implantación del Robot. Layouts. Criterios Selección</p> <p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>16-11-16 -- Tema 10. Aplicaciones de la robótica Charla Robots espacio</p> <p>Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p>Tema 10. Aplicaciones de la robótica industrial</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 12	<p>22-11-16 -- Tema 9. Implantación del Robot. Seguridad. Oferta</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 10. Aplicaciones de la robótica Charla Robots Aéreos</p> <p>Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p>23-11-16 -- Tema 10. Aplicaciones de la robótica de servicios</p> <p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>21-11-16 -- Cómo se programa un robot (Tema 8). Métodos y recursos</p> <p>Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 13	<p>29-11-16 -- Tema 11. Robots móviles. Panorámica. Tipos de Ruedas</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>30-11-16 -- Tema 11.- Robots móviles. Cinemática</p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica de Programación de Robots</p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

Semana 14	<p>Martes 6 Sin Docencia Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p>7-12-16 -- Tema 11.- Robots móviles. Guiado Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>10-12-16 -- Construcción de un Robot. Documento y Vídeo Duración: 20:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 15	<p>13-12-16 -- Tema 11.- Robots móviles. Sensores para navegación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>14-12-16 -- Tema 11.- Robots móviles. Navegación. Filtrado Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Construcción de un Robot. Presentación por grupos Duración: 01:00 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 16				<p>Trabajo Final (solo evaluación prueba final) Duración: 50:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial</p>
Semana 17				<p>Examen final Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial</p> <p>PEC-2 Examen escrito : Temas 7 a 11 Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua 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
3	17-9-16 -- ENTREGABLE (DOCUMENTO). Construcción de un Robot. Diseño Conceptual y lista de componentes	10:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	5%		CG10, CG5, CG7
6	15-10-16 ENTREGABLE (VÍDEO). Construcción de un Robot. Control PID de un DC con encoder	15:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	10%		CG1, CE28A, CG5, CE26A
9	5-11-16 --- ENTREGABLE (VIDEO). Construcción de un Robot. Sistema electromecánico	25:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	15%		CG7, CG1, CE28A, CG5, CG6
10	7-11-16 --- PEC-1 Examen escrito 1. Temas 1 a 6	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25%	3 / 10	CG1, CE26A
14	10-12-16 -- Contruccion de un Robot. Documento y Video	20:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	25%		CG5, CG6, CG7, CE26A, CG1, CG10, CE28A
15	Contruccion de un Robot. Presentacion por grupos	01:00	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%		
16	Trabajo Final (solo evaluacion prueba final)	50:00	Evaluación sólo prueba final	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	25%	5 / 10	CG5, CG6, CG7, CG1, CE28A
17	Examen final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No	75%	5 / 10	CG1, CG10, CE28A, CG5, CG7, CE26A
17	PEC-2 Examen escrito : Temas 7 a 11	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	3 / 10	CE26A

Criterios de Evaluación

La evaluación continua se reparte entre un 60% por el Trabajo y un 40% los exámenes

Los contenidos teóricos se evalúan en base a 2 pruebas escritas que incluyen la resolución de problemas y la evaluación del conocimiento de concepto. La puntuación de cada una es proporcional a la dimensión de la materia cubierta (25% y 15%)

Los contenidos prácticos se evalúan en base a un trabajo por equipos a desarrollar a lo largo del curso (construir y controlar un robot) con entregas parciales, cada una con su porcentaje

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	Equipamiento	Licencia SW de la UPM
VREP	Otros	SW de simulacion licencia libre
Robots Scara Makeblock	Equipamiento	Robots tipo Scara para las prácticas y para uso libre por parte del alumno
Motores, Drivers y Sensores	Equipamiento	Pequeño HW constructivo, prestado a los alumnos para que puedan anticipar sus desarrollos
Servos de Velocidad Posicion QUBE	Equipamiento	Sistemas de control de posición dotados de Motor DC , Encoder, Reductora , Cargas y SW de soporte sobre Simulink
Ordenadores	Equipamiento	Ordenadores tipo PC con USB y el SW necesario para las prácticas

Otra Información

La asignatura puede ser desarrollada de dos maneras

Examen Final, sin ser necesaria una atención continua la asignatura . Para aprobar será necesario realizar y aprobar (5/10) un trabajo teórico sobre el modelado y control cinemático de un robot (ejercicio) y superar el examen final (5/10)

Evaluación Continua. En este caso se debe progresar en el conocimiento de la asignatura de manera continuada durante todo el curso, para lo que se debe de **construir un robot** , desarrollado en equipo, e ir realizando entregas progresivas cuyo total suma un **60% de la nota final** , además de realizar **2 pruebas de evaluación continua** individuales que puntúan un **25%** y un **15%** de la nota final y en las que es preciso sacar más de 3 puntos. Dado el carácter práctico y constructivo del trabajo, esta modalidad exige una notable dedicación temporal

Durante el curso se desarrollan 3 prácticas , de **asistencia voluntaria**, orientadas al desarrollo del trabajo práctico y al uso de simuladores para la programación de un robot. Pueden verse ejemplos de trabajos de cursos anteriores en [este enlace](#)