



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53001562 - Diseño y Control de Robots

PLAN DE ESTUDIOS

05BH - Master Universitario En Automatica Y Robotica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001562 - Diseño y Control de Robots
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BH - Master Universitario En Automatica Y Robotica
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Roque Jacinto Saltaren Pazmiño (Coordinador/a)	Edif. CAR	roquejacinto.saltaren@upm.es	V - 15:30 - 16:30 Solicitar tutoria por correo electrónico

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

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Cely Gutiérrez, Juan Sebastián	js.cely@upm.es	Saltaren Pazmiño, Roque Jacinto

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Control Óptimo Y Adaptativo
- Sistemas No Lineales
- Programación Avanzada
- Técnicas Avanzadas De Control Por Computador
- Robótica Aplicada
- Modelado Y Simulación De Sistemas
- Ampliación De Robótica
- Matemáticas Para Automática Y Robótica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ampliación De Control
- Guiado Y Navegación de Robots
- Regulación Automática, Teoría de Sistemas, Programación.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

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 diseñar, simular y/o implementar soluciones tecnológicas que impliquen el uso de robots manipuladores y vehículos robotizados

CG06 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo

CT02 - Experimenta. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

4.2. Resultados del aprendizaje

RA13 - Debe saber aplicar los principios básicos y avanzados de control a los robots

RA14 - Conocer y ser capaz de seleccionar y dimensionar los elementos electromecánicos de los que se compone un robot

RA12 - El alumno debe comprender la necesidad de la obtención de modelos matemáticos que definan el movimiento del robot, y disponer de técnicas para su obtención.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Las clases son presenciales.

Muy IMPORTANTE: En la primera clase, los estudiantes tendrán que resolver un cuestionario acerca de los conocimientos previos exigidos. De acuerdo a los resultados, los dos módulos en que se divide la asignatura serán reajustados en sus horas, pudiendo ocurrir que se imparta solo parcialmente el módulo de diseño

El desarrollo de la asignatura parte de que los estudiantes cumplen con los requisitos y conocimientos previos recomendados y enumerados antes.

Por ejemplo, conocimientos acerca de Dinámica Analítica (Dinámica de Euler Lagrange, de Newton Euler),

Cinemática de Robots, Regulación Automática,

Control de Sistemas no Lineales (criterio de estabilidad de Lyapunov, etc.),

Programación y Simulación, ampliación de Robótica, Matlab y Simulink.

Los estudiantes deben descargar el paquete Matlab 2018b o más reciente y CAD INVENTOR del repositorio de la universidad y realizar los tutoriales básicos de este paquete de CAD. A criterio del profesor y de acuerdo con los estudiantes (que lo soliciten), el profesor podrá impartir una tutoría en un día distintos de clase sobre el uso de INVENTOR, para diseño mecánico

Los estudiantes deben ser conscientes de estas exigencias al matricular la asignatura.

Debido a las horas asignadas, la asignatura de Diseño y Control de Robots, tiene un enfoque muy específico claramente orientado en su temario al diseño mecánico y de control (selección, cálculo, dimensionamiento y representación, etc.). En el caso del diseño mecánico, el diseño, selección e integración de los componentes fundamentales de un robot (10 horas). En relación al módulo de control, al igual que en el caso de diseño, los temas se desarrollarán directamente enfocados al diseño de los controladores (se utilizará la metodología basada en la definición de la ley de control y ejemplos prácticos). El profesor recomendará las lecturas complementarias de artículos científicos, libros, etc.) que son obligatorias y necesarias para complementar los aspectos aplicados del diseño de controladores.

La asignatura se divide en dos módulos:

1. Módulo de diseño (6 horas)

En el modulo de diseño no se hará una introducción al estado del arte de los robots (tecnologías, tipos de robots, aplicaciones, etc), que deben haber sido estudiados en asignatura previas de robótica, por lo que se abordará directamente la discusión acerca del diseño de los componentes mecánicos fundamentales de los robots manipuladores y de servicio. El dimensionamiento, la selección de componentes y su caracterización.

Robots Manipuladores: Robots seriales, Robots Paralelos ; para el diseño de este tipo de robots se utilizara un software específico desarrollado por el profesor de la asignatura basado en el método recursivo de Newton-Euler.

En los siguientes tipos de robots se utilizarán los modelos cinemáticos, dinámicos y de diseño de publicaciones escogidas convenientemente.

Robots móviles: Robots con patas , Drones Submarinos, Robots con ruedas

Robots Especiales: Robots de asistencia, Robots de rehabilitación , Robots de cirugía, Exoesqueletos

2. Módulo de control (18 horas)

En este módulo, se recomienda que los estudiantes puedan tener su ordenador personal (portátil) disponible para ejercicios en clase, en su defecto los estudiantes deberán realizar además de los ejercicios y tareas para casa, los ejercicios de clase.

Al igual que en el modulo de Diseño, en el modulo de Control son imprescindibles los requisitos y conocimientos previos enumerados. Los siguientes son los temas que se impartirán en el modulo de control

Dinámica de sistemas: Mecánica analítica, métodos recursivos de N-E (es un breve repaso pues los estudiantes deben conocer los principios básicos de Dinámica y Cinemática de Robots)

Control de posición: Control PD Manipuladores, control PD robots móviles

Control de movimiento: Control basado en dinámica inversa Manipuladores , control basado en dinámica inversa

robots móviles

Control de fuerza: Estudio de tipos de control de fuerza e impedancia Manipuladores

5.2. Temario de la asignatura

1. Diseño de robots

- 1.1. Robots manipuladores seriales y paralelos
- 1.2. Robots móviles
- 1.3. Robots especiales
- 1.4. Accionamientos de potencia

2. Control de robots

- 2.1. Dinámica de robots (breve repaso basado en un problema propuesto que deben resolver los estudiantes)
- 2.2. Introducción al control mono-articular y control de posición
- 2.3. Control de movimiento
- 2.4. Control en espacio del efector final
- 2.5. Control de interacción con el entorno y control de impedancia (control de fuerza)

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p>Dinámica de Lagrange: Repaso del modelado de un mecanismo articulado de 2 DOF. Los estudiantes deben hallar el modelo dinámico mediante la ecuación de Lagrange-Euler Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Análisis dinámico de un mecanismo de 2 DOF: Análisis del par en el espacio de trabajo, par pico, par nominal, par gravitatorio, par de fuerzas centrífugas y de Coriolis, par RMS. Diseño de accionamiento de potencia Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Modelado dinámico y simulación computacional Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
2	<p>Propiedades dinámicas de los manipuladores rotatorios y análisis de estabilidad basado en Lyapunov Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Control monoarticular y control de posición Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Planificador de movimiento y control de movimiento Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Control de movimiento articular y en espacio del efector final Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Práctica-1: Simulación y análisis dinámico ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 02:00</p>
4	<p>Control de fuerza I Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Control de fuerza II Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Práctica-2: Control de movimiento ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 02:00</p>
5	<p>Criterios para el dimensionamiento estructural de mecanismos robóticos. Materiales estructurales, propiedades de la inercia y del centro de masa. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Sistemas de potencia:</p>			<p>Práctica-3: Control de fuerza ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 00:00</p>

	Dimensionamiento de accionamientos: Eléctricos y sus sistemas de transmisión de potencia mecánica. Hidráulicos y control de potencia. Neumáticos y control de potencia Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Criterios para el diseño de prototipos de robots: Manipuladores I Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Criterios para el diseño de prototipos de robots: Manipuladores II Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:00 E. Teórico 70%, práctico 30% (en computador) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:30
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Practica-1: Simulación y análisis dinámico	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	10%	4 / 10	CT11 CT02 CE01 CG06 CB10
4	Práctica-2: Control de movimiento	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	10%	4 / 10	CT11 CT02 CE01 CG06 CB10
5	Práctica-3: Control de fuerza	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:00	10%	4 / 10	CT11 CT02 CE01 CG06 CB10
7	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	70%	5 / 10	CT11 CT02 CE01 CG06 CB10

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	E. Teórico 70%, práctico 30% (en computador)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:30	100%	5 / 10	CT11 CT02 CE01 CG06 CB10

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final, convocatorias de Junio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CT11 CT02 CE01 CG06 CB10

7.2. Criterios de evaluación

30% Tareas y trabajos prácticos nota mínima 4/10, que será la nota media entre todas las prácticas.

70% Examen final (El examen final debe aprobarse con una nota mínima de 5/10 para computar la parte correspondiente de la evaluación continua)

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Paquetes Matlab y LabVIEW	Otros	El estudiante debe descargar e instalar las licencias de estos paquetes disponibles en la universidad
Transparencias	Bibliografía	El estudiante debe completar las transparencias en clase resolviendo algunas preguntas y resultados de simulaciones de modelos de control.
Scripts de Matlab y LabVIEW desarrollados por el profesor	Otros	El estudiante debe hacer usos intensivo de modelos de control en clase
Control of Robot Manipulators in Joint Space, R. Kelly, V. Santibañez, A. Loría	Bibliografía	Libro de texto

Robótica Aplicada	Bibliografía	Libro de texto del profesor
-------------------	--------------	-----------------------------

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Notas muy importantes

Las clases son presenciales y consistirán en una exposición magistral de cada tema de hora y media, con media hora de preguntas.

En la media hora final de cada clase, dado el caso, se realizará la solución de ejercicios de clase y simulaciones utilizando el programa Matlab y Simulink.

Los estudiantes deberán descargar e instalar la última versión de Matlab e INVENTOR disponibles en el repositorio de la universidad

Los estudiantes en la medida que sea posible, deberían tener disponible su ordenador personal en clase, con suficiente batería para realizar ejercicios cortos.

Forman parte de los contenidos de la asignatura **y de su evaluación**, el material y lecturas complementarias que indique el profesor

Todos los recursos docentes necesarios estarán disponibles en Moodle UPM

Notas sobre la recogida de los trabajos para resolver en casa.

Los trabajos en casa se recogerán mediante el portal de Moodle UPM, para esto en la "encuesta" de recogida de las tareas (trabajos) estará definida un día y una hora límite. No se aceptarán trabajos por fuera de estas fechas.