



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**615000334 - Robotica**

### PLAN DE ESTUDIOS

61CI - Grado En Ingeniería De Computadores

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer 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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	615000334 - Robotica
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	61CI - Grado en Ingeniería de Computadores
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieria De Sistemas Informaticos
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Javier De Lope Asiain (Coordinador/a)	4123	javier.delope@upm.es	Sin horario. Se determinan en la web del Departamento de Inteligencia Artificial y en el espacio Moodle de la asignatura.

Alberto Diaz Alvarez	4102	alberto.diaz@upm.es	Sin horario. Se determinan en la web del Departamento de Inteligencia Artificial y en el espacio Moodle de la asignatura.
----------------------	------	---------------------	--

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Inteligencia Artificial
- Fundamentos De Programacion
- Algebra

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Lenguaje de programación Python

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE2 - Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.

CE4 - Capacidad de diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones

CT8 - Trabajo en equipo: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA467 - Desarrolla aplicaciones en el ámbito de la Robótica

RA466 - Plantea el diseño de sistemas robóticos específicos

RA141 - Es capaz de trabajar como miembro de un equipo con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos y teniendo en cuenta los recursos disponibles. Se desenvuelve de modo que logra generar confianza y credibilidad en un grupo de colaboradores, además del compromiso para el logro de la visión corporativa a través de negociaciones y motivaciones, y no de manera coercitiva e individualista.

RA464 - Resuelve problemas en el ámbito de la Robótica, considerando y valorando alternativas

RA135 - Analiza las necesidades de automatización de un proceso industrial

RA465 - Realiza el análisis de robots manipuladores

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se estudian los fundamentos de la Robótica, así como su relación con la Ingeniería de los Computadores. Se estudian los fundamentos teóricos de la cinemática de manipuladores y su aplicación al diseño y modelado de robots industriales. Se revisan diferentes arquitecturas de diseño de software para desarrollar sistemas de control de robots móviles.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Introducción

- 1.1. Fundamentos de robótica industrial
- 1.2. Fundamentos de robótica autónoma

#### 2. Manipuladores

- 2.1. Transformaciones espaciales
- 2.2. Cinemática
  - 2.2.1. Caracterización geométrica
  - 2.2.2. Cinemática directa
  - 2.2.3. Cinemática inversa

#### 2.3. Cinemática diferencial

- 2.3.1. Jacobiana de una manipulador
- 2.3.2. Trayectorias

#### 3. Robótica móvil

- 3.1. Embodiment, sensores y actuadores
- 3.2. Comportamientos básicos
- 3.3. Arquitecturas de control de robots

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>1. Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.1. Transformaciones espaciales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>2.1. Transformaciones espaciales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.1. Transformaciones espaciales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>2.1. Transformaciones espaciales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.1. Transformaciones espaciales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>A1. Transformaciones espaciales</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 16:00</p>
4	<p><b>2.2.1. Caracterización geométrica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.2.1. Caracterización geométrica</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
5	<p><b>2.2.2. Cinemática directa</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.2.2. Cinemática directa</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
6	<p><b>2.2.3. Cinemática inversa</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.2.3. Cinemática inversa</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>C1. Cuestionario de manipuladores</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00</p>

7	<b>2.3. Cinemática diferencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>2.3. Cinemática diferencial</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			<b>A2. Estudio de manipuladores</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 16:00
8	<b>3.1. Embodiment, sensores y actuadores</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>A3. Software de manipuladores</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 16:00
9	<b>3.2. Comportamientos básicos</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10		<b>3.2. Comportamientos básicos</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11		<b>3.2. Comportamientos básicos</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>B1. Comportamientos básicos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 16:00
12	<b>3.3. Arquitecturas de control de robots</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>C2. Cuestionario de robótica móvil</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
13		<b>3.3. Arquitecturas de control de robots</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		<b>3.3. Arquitecturas de control de robots</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>B2. Coordinación de comportamientos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 32:00
15				
16				
17				

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 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	A1. Transformaciones espaciales	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	10%	4 / 10	CT8
6	C1. Cuestionario de manipuladores	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	10%	/ 10	
7	A2. Estudio de manipuladores	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	15%	4 / 10	CT8 CE4
8	A3. Software de manipuladores	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	15%	4 / 10	CE4 CT8
11	B1. Comportamientos básicos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	20%	4 / 10	CT8 CE2
12	C2. Cuestionario de robótica móvil	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	10%	/ 10	
14	B2. Coordinación de comportamientos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	32:00	20%	4 / 10	CT8 CE2

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

3	A1. Transformaciones espaciales	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	10%	4 / 10	CT8
6	C1. Cuestionario de manipuladores	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	10%	/ 10	
7	A2. Estudio de manipuladores	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	15%	4 / 10	CT8 CE4
8	A3. Software de manipuladores	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	15%	4 / 10	CE4 CT8
11	B1. Comportamientos básicos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	16:00	20%	4 / 10	CT8 CE2
12	C2. Cuestionario de robótica móvil	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	10%	/ 10	
14	B2. Coordinación de comportamientos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	32:00	20%	4 / 10	CT8 CE2

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
A1. Transformaciones espaciales	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	10%	4 / 10	CT8
A2. Estudio de manipuladores	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	06:00	15%	4 / 10	CT8 CE4
A3. Software de manipuladores	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	06:00	15%	4 / 10	CT8 CE4

B1. Comportamientos básicos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	08:00	20%	4 / 10	CT8 CE2
B2. Coordinación de comportamientos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	08:00	20%	4 / 10	CT8 CE2
C1. Cuestionario de manipuladores	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	10%	/ 10	
C2. Cuestionario de robótica móvil	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	10%	/ 10	

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se realiza a través de una serie de trabajos prácticos que se van entregando a lo largo del curso sobre los dos bloques en las que se centra la asignatura (manipuladores y robótica autónoma) y cuestionarios de tipo telemático. Los pesos de las actividades se detallan en el apartado anterior.

Los resultados de aprendizaje de las actividades del primer bloque son: RA135, RA141, RA464, RA465, RA466 y RA467. Los resultados de aprendizaje de las actividades del segundo bloque son: RA141, RA464, RA466 y RA467.

Para aprobar la asignatura es imprescindible presentar los trabajos prácticos y llegar a una nota mínima. Los cuestionarios no requieren de nota mínima. La media ponderada de las calificaciones es la calificación final de la asignatura. Los pesos de cada actividad vienen detallados en el apartado anterior. Se valora positivamente la asistencia y participación en el aula (participación activa en las actividades propuestas en el aula, puesta en común de trabajos, resolución positiva de supuestos que se planteen, etc.).

Si hay alumnos que quieran optar por la modalidad de "sólo prueba final" deben solicitarlo al coordinador de la asignatura al inicio del curso. Para la evaluación se realizan las mismas actividades que se entregan en la última semana. Para los cuestionarios se acordará una fecha para su realización.

Para la convocatoria extraordinaria también se realizan las mismas actividades que deberán entregarse el día del examen de la convocatoria. Los cuestionarios se realizan esa misma fecha. Siguiendo la normativa vigente, no se guarda ninguna nota obtenida por los alumnos si se han sometido a alguna

evaluación en el mismo curso, ya sea continua o mediante sólo prueba final, o en cursos anteriores.

En todos los casos se evalúa específicamente la competencia transversal "CT8 - Trabajo en equipo" a través de la prácticas que se realizan en grupo, reservándose para dicha evaluación un 5% de la calificación.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo (2009) Robotics. Modelling, Planning and Control. Springer-Verlag, London.	Bibliografía	Texto sobre manipuladores.
J.J. Craig (2005) Introduction to Robotics. Mechanics and Control. 3rd Ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.	Bibliografía	Texto sobre manipuladores.
J.G. Zato, J. de Lope (1994) Robótica. Fundamentos, Programación y Aplicaciones. Dept. Publicaciones EUJ.	Bibliografía	Texto sobre manipuladores.
J. de Lope (2001) Robots Móviles: Evolución Histórica y Técnicas de Programación. Fundación General de la UPM.	Bibliografía	Texto sobre robótica autónoma.
M.J. Mataric (2007) The Robotics Primer. MIT Press, Cambridge, MA.	Bibliografía	Texto sobre robótica autónoma.

R.R. Murphy (2000) Introduction to AI Robotics. MIT Press, Cambridge, MA.	Bibliografía	Texto sobre robótica autónoma.
Simulador V-REP	Equipamiento	Simulador con el que se realizan las prácticas con robots autónomos. Disponible para su descarga en <a href="http://www.coppeliarobotics.com/">http://www.coppeliarobotics.com/</a>
Departamento de Inteligencia Artificial	Recursos web	<a href="http://www.dia.fi.upm.es/">http://www.dia.fi.upm.es/</a>
Espacio Moodle de la asignatura	Recursos web	<a href="https://moodle.upm.es/">https://moodle.upm.es/</a>
Documentación y tutoriales de Python	Recursos web	<a href="https://docs.python.org/">https://docs.python.org/</a>

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En previsión de posibles recidivas de la epidemia de COVID, la presente guía contempla la impartición de la asignatura en formato bimodal: todas las actividades formativas planificadas inicialmente como actividades presenciales, en caso de ser necesario pasarán a desarrollarse a través de plataformas online

La comunicación con los docentes se efectuará preferentemente en los horarios de atención a los alumnos aunque dependiendo de las consultas y de la disponibilidad podrá establecerse fuera de dichos horarios. Si las cuestiones se establecen por correo electrónico u otro mecanismo online se tratará que las contestaciones sean inmediatas siempre que sea posible. En cualquier caso, siempre se cumplirán las normas y restricciones definidas por la Universidad.

Las actividades se realizarán a través de Moodle y todos sus módulos o herramientas (foros, buzones, espacios de videoconferencia, etc.) o la plataforma que recomiende la Escuela en el caso de que se trate de teleenseñanza. El correo electrónico generalmente es la mejor alternativa y también la más cómoda.

La asignatura se relaciona con el ODS9 y el ODS11.