



## Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, Doble Grado en Ingeniería Electrónica Industrial e Ingeniería Mecánica

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Robótica

**Denominación en inglés:**

Robotic

**Código:**

606610303, 609017303

**Carácter:**

Optativo

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	150	60	90

**Créditos:**

Grupos grandes	Grupos reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	0	1.86	0	0

**Departamentos:****Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Electrónica, Sistemas Informáticos y Automática	Ingeniería de Sistemas y Automática
Ingeniería Electrónica, Sistemas Informáticos y Automática	Tecnología Electrónica

**Curso:****Cuatrimestre:**

4º - Cuarto	Segundo cuatrimestre
-------------	----------------------

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:****E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

Ríos Gutiérrez, Juan	rios@uhu.es	959 217640	TUPB 22
----------------------	-------------	------------	---------

\*Profesor coordinador de la asignatura

Consultar los horarios de la asignatura

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de contenidos

#### 1.1. Breve descripción (en castellano):

Localización espacial, cinemática y dinámica de robots, arquitecturas y estrategias de control, técnicas y estrategias de navegación, vehículos no tripulados.

#### 1.2. Breve descripción (en inglés):

Spatial localization, kinematics and dynamics of robots, architectures and control strategies, techniques and strategies for navigation, unmanned vehicles.

### 2. Situación de la asignatura

#### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

Asignatura optativa de 4º curso que se imparte en el 2º cuatrimestre. Complementa a las asignaturas Automatización y Robótica Industrial I y II cursadas en el 1er y 2º cuatrimestre de 3er curso respectivamente.

#### 2.2. Recomendaciones:

Es recomendable haber superado las asignaturas Automatización y Robótica Industrial I y II.

### 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

Profundizar en el campo de la robótica complementando la formación recibida sobre esta disciplina en las asignaturas Automatización y Robótica Industrial I y II. En ellas se introduce el concepto de robot manipulador y de robot móvil, se presentan las configuraciones básicas y se trata el tema de la representación espacial y la planificación de trayectorias. Además se trata el tema de la programación de robots. En esta asignatura se profundizará fundamentalmente en los aspectos cinemáticos y dinámicos y el control de robots, haciendo especial incapié en la robótica móvil.

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1. Competencias específicas:

#### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G02:** Capacidad para tomar de decisiones
- **G03:** Capacidad de organización y planificación
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G05:** Capacidad para trabajar en equipo
- **G09:** Creatividad y espíritu inventivo en la resolución de problemas científicotécnicos
- **G12:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y profundo
- **T01:** Uso y dominio de una segunda lengua.
- **T02:** Conocimiento y perfeccionamiento en el ámbito de las TIC's

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

La docencia de la asignatura se impartirá en un aula con medios telemáticos, en la que se alternará entre sesiones teóricas y resolución de problemas. El desarrollo de la teoría se hará en pizarra y con presentaciones, según lo requieran los contenidos de cada tema. Se realizarán prácticas de laboratorio para afianzar los conocimientos introducidos en las clases teóricas.

Complementariamente se propondrán trabajos que traten de aglutinar los conocimientos adquiridos a lo largo del cuatrimestre.

## 6. Temario desarrollado:

- 1.- Introducción.
  - 1.1.- Ideas fundamentales.
  - 1.2.- Robots manipuladores. Tipos básicos.
  - 1.3.- Robots móviles. Configuraciones básicas.
  - 1.4.- Representación de la posición y orientación. Transformaciones.
- 2.- Cinemática de manipuladores.
  - 2.1.- Introducción.
  - 2.2.- Modelo directo.
  - 2.3.- Modelo inverso.
  - 2.4.- Matriz Jacobiana o modelo diferencial.
  - 2.5.- Matriz Jacobiana inversa.
- 3.- Cinemática de robots móviles.
  - 3.1.- Introducción.
  - 3.2.- Restricciones cinemáticas.
  - 3.3.- Modelo básico de robots móviles.
  - 3.4.- Modelo Jacobiano de robots móviles.
  - 3.5.- Modelo diferencial o Jacobiano de diferentes configuraciones.
- 4.- Dinámica.
  - 4.1.- Introducción.
  - 4.2.- Análisis dinámico de una articulación simple de rotación.
  - 4.3.- Generalización al robot de n articulaciones.
  - 4.4.- Obtención del modelo dinámico. Formulación Lagrange-Euler.
  - 4.5.- Obtención del modelo dinámico. Formulación Newton-Euler iterativa.
  - 4.6.- Dinámica en robots móviles.
- 5.- Control de robots. Introducción.
  - 5.1.- Sensores.
  - 5.2.- Generalidades sobre las arquitecturas de control de robots.
  - 5.3.- Arquitecturas para el control de robots manipuladores.
  - 5.4.- Arquitecturas para el control de robots móviles.
- 6.- Control de trayectorias en vehículos móviles.
  - 6.1.- Introducción.
  - 6.2.- Seguimiento de caminos explícitos.
  - 6.3.- Control geométrico mediante polinomios de orden 5.
- 7.- Control de articulaciones de robots manipuladores.
  - 7.1.- Control desacoplado de articulaciones.
  - 7.2.- Control por par computado.
  - 7.3.- Control en espacio cartesiano.
  - 7.4.- Otras técnicas de control.

Prácticas. El programa de prácticas se centra en el estudio de la robótica móvil, empleando un vehículo de tracción diferencial. Las prácticas a desarrollar son:

Práctica 1.-El ring.

Se pretende que el vehículo circule de forma indefinida por un recinto marcado. El objetivo de esta práctica es familiarizarse con el vehículo, su sistema sensorial, el entorno de programación RobotC y la estructura multihilo.

Práctica 2.- Odometría.

Se trata de estimar en todo momento la posición y orientación del vehículo partiendo de una postura conocida. Para ello se emplea la información de los encoders de las ruedas motrices. Se comienza también a crear una estructura multihilo que se ira completando en las siguientes prácticas. En esta se crea un hilo que desarrolla la odometría para calcular la posición y orientación del vehículo.

Práctica 3.- Velocidad/curvatura.

Se añade un nuevo hilo a la estructura creada en la práctica anterior que calcula, basándose en el modelo geométrico del vehículo, las velocidades de las ruedas motrices para que el vehículo evolucione con una velocidad y un radio de curvatura determinados.

Práctica 4. Seguidor de caminos.

Se pretende implementar el método de persecución pura para el seguimiento de un camino conocido. Para ello se crea un nuevo hilo que determina cuál debe ser la curvatura necesaria en cada intervalo de control para que el vehículo se acerque y siga el camino con el menor error posible.

Práctica 5.- Evitador de obstáculos.

Se trata de desarrollar un método para detectar un obstáculo en la trayectoria del vehículo y sortearlo para evitar la colisión. Se desarrolla de forma independiente y en la siguiente práctica se integra en la estructura multihilo.

Práctica 6.- Sistema subsumido.

Se desarrolla un sistema de inteligencia artificial de tipo reactivo con dos comportamientos: seguidor de caminos y evitador de obstáculos. Para ello, sobre la estructura multihilo creada en prácticas anteriores, se añaden dos nuevos hilos: un hilo que implementa el comportamiento evitador de obstáculos desarrollado en la práctica anterior y el hilo coordinador, que decidirá cual es el valor de curvatura que debe enviarse al hilo velocidad/curvatura de entre los definidos por los hilos seguidor de caminos y evitador de obstáculos, dando prioridad al evitador.

Práctica 7.- Colisión.

Se añade al sistema subsumido un nuevo comportamiento más prioritario que genere una maniobra de escape en caso que el evitador de obstáculos no consiga su cometido y se produzca la colisión del vehículo con un objeto. Para ello se debe crear el hilo correspondiente y modificar el coordinador. En este punto se ha desarrollado un sistema de inteligencia artificial de tipo subsumido con tres comportamientos: Seguidor de caminos, evitador de obstáculos y escape.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

- Ollero, A. "Robótica: Manipuladores y robots móviles". Marcombo-Boixareu Editores. 2001.
- Barrientos, A.; Peñín, L.; Balaguer, C. & Aracil, R. "Fundamentos de Robótica". 2da Edición. McGraw Hill, 2007.
- J. Craig. "Introduction to Robotics. Mechanics and Control". 3ra Edición. Prentice Hall. 2003.

### 7.2. Bibliografía complementaria:

- K.S. Fu, R.C. González y C.S.G. Lee. "Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia". McGraw-Hill Interamericana, 1988.
- R.P. Paul. "Robot Manipulators. Mathematics, Programming and Control". MIT Press, 1982.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Seguimiento Individual del Estudiante

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Tal como figura en la memoria de verificación de la titulación, se plantea un examen teórico práctico para validar el grado de superación de la asignatura.

Prácticas de laboratorio. Los alumnos deberán realizar las prácticas propuestas en el laboratorio, al menos en un porcentaje mínimo que se fijará en función del desarrollo del cuatrimestre. Aquellos alumnos que no superen las prácticas deberán realizar un examen de prácticas. Participación en clase. En todas las actividades formativas el profesor valorará la participación activa del alumno. Asistencia. Este aspecto se considera especialmente relevante, por lo que será valorada. Trabajos desarrollados durante el curso. Se valorará el desarrollo de los trabajos propuestos durante el curso.

Con todos estos elementos se plantean dos posibles métodos para superar la asignatura:

- Examen-Prácticas, en la que la nota final se calculará ponderando la nota del examen (60%) y la obtenida en el desarrollo de las prácticas (40%), debiendo aprobarse ambas partes para calcular la nota final.

- Evaluación continua, modalidad en la que se sustituye el examen por un seguimiento continuo de la evolución del alumno basado en la asistencia, participación y resolución de trabajos, además de las prácticas de laboratorio. La calificación final se calcularía ponderando todos estos factores: Asistencia y participación (15%), Realización de trabajos (45%), prácticas de laboratorio (40%)

De forma excepcional, según establece el artículo 9 de la Normativa de Evaluación de las Titulaciones de Grado de la Universidad de Huelva (aprobada en Consejo de Gobierno de 16 de julio de 2009), aquellos alumnos cuya falta de asistencia no les permita cumplir con el programa de prácticas podrán superar la asignatura examinándose también de dicha parte.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	0.9	0	0	0.6	0			
#2	3	0	0	1.5	0			
#3	1.5	0	0	0	0			
#4	3	0	0	1.5	0			
#5	3	0	0	1.5	0			
#6	3	0	0	1.5	0			
#7	3	0	0	1.5	0			
#8	3	0	0	1.5	0			
#9	3	0	0	1.5	0			
#10	3	0	0	1.5	0			
#11	3	0	0	0	0			
#12	3	0	0	1.5	0			
#13	3	0	0	1.5	0			
#14	3	0	0	1.5	0			
#15	3	0	0	1.5	0			
	41.4	0	0	18.6	0			