



# Grado en Ingeniería Electrónica y Automática 29827 - Robótica industrial

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 6.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- **María del Rosario Aragüés Muñoz** raragues@unizar.es
- **Antonio Romeo Tello** romeo@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El robot industrial es una máquina cuyo desarrollo implica a buena parte de las disciplinas impartidas en las ingenierías de tipo industrial: mecánica, electrónica, automática, electrotecnia, informática, ... Por ello, se precisa que el alumno haya cursado con aprovechamiento buena parte de las asignaturas instrumentales impartidas durante los semestres previos.

En lo relativo a la actitud como estudiante, el estudio y trabajo continuados desde el primer día del curso son fundamentales para superar con aprovechamiento la asignatura.

En cuanto a la tutorización, es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello. Adicionalmente, pueden realizarse consultas puntuales a través de correo electrónico, siempre y cuando la naturaleza de dicha consulta permita su resolución por esta vía.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la web del centro).

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en una de las plataformas ADD (Anillo Digital Docente) existentes (<http://add.unizar.es/>) y que será concretada al comienzo del curso (**Nota**). Para acceder a estas plataformas, se requiere que el estudiante esté matriculado).

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3h de clases en aula.
- Cada (aproximadamente) dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.
- Las actividades adicionales que se programen (trabajos, pruebas...) se anunciarán con suficiente antelación, tanto en clase como en el mencionado ADD.
- Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conoce en profundidad los subsistemas de accionamiento, sensorial y de control de un robot industrial
- 2:** Conoce los fundamentos técnicos para abordar el diseño del sistema de control y programación de un robot industrial
- 3:** Adquiere habilidades para modelar y programar un robot industrial
- 4:** Evalúa la conveniencia y viabilidad de robotizar procesos productivos, atendiendo a aspectos económicos, de calidad y seguridad
- 5:** Sabe diseñar una célula robotizada, seleccionando el robot e integrándolo con otros elementos del proceso productivo, y diseña la aplicación robótica utilizando el lenguaje de programación suministrado con el robot

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Robótica Industrial es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, que equivalen a **150h totales de trabajo**, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, problemas, laboratorio, ...) y 90 no presenciales (resolución de ejercicios, elaboración de trabajos, estudio...).

Esta asignatura trata sobre los fundamentos de los robots manipuladores utilizados en los procesos productivos automatizados. Es la cuarta asignatura del Grado relacionada con la ingeniería de sistemas y automática (ISA).

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos de la robótica de manipulación aplicada a los procesos productivos. Ello requiere abordar la disciplina desde dos visiones diferentes: la del usuario y la del diseñador de robots.

- Por un lado, el robot industrial es un elemento más de la producción automatizada, lo que obliga a considerar aquellos aspectos relacionados con la **visión del usuario** de un robot, tales como la selección del robot más adecuado y su integración en un entorno automatizado (la célula de trabajo), así como la programación de aplicaciones.
- Por otro lado, el futuro graduado en Ingeniería Electrónica y Automática debe ser capaz de intervenir en el **diseño** de aquellos aspectos de un robot industrial relacionados con su control, tanto a nivel cinemático como dinámico, lo que requiere abordar el modelado cinemático/dinámico de manipuladores, la generación de trayectorias y el servocontrol que permitirá seguirlas con la adecuada precisión.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El robot industrial es el más flexible y versátil de los elementos intervinientes en la producción automatizada, mientras que, debido a su propia naturaleza, requiere un elevado nivel de control automático (servocontrol) con el fin de realizar adecuadamente su función. Ello justifica su inclusión en aquellas titulaciones en las que, como en ésta, la automática juegue un papel relevante. En este sentido, Robótica Industrial guarda una íntima relación con las tres asignaturas de control precedentes (Señales y Sistemas, Sistemas Automáticos e Ingeniería de Control). Pero además, el robot industrial es una máquina pluridisciplinar, cuyo diseño y análisis requiere de sólidos conocimientos en los campos de la mecánica, la electrónica, la electrotecnia y la informática, por lo que guarda estrecha relación con las asignaturas previas pertenecientes a esos campos.

## Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados
- 2:** Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería
- 3:** Capacidad para combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional
- 4:** Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
- 5:** Capacidad para aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería
- 6:** Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
- 7:** Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma
- 8:** Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe
- 9:** Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería
- 10:** Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

El relevante papel que juega el robot industrial en los procesos productivos automatizados, le otorga a la asignatura un papel destacado en la titulación. Por otro lado, su carácter multidisciplinar obliga a poner en juego los conocimientos adquiridos en buena parte de las asignaturas de los 5 primeros semestres de la titulación, lo que le confiere un atractivo incuestionable desde el punto de vista ingenieril.

---

## Evaluación

---

## Actividades de evaluación

## **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

De acuerdo con la normativa de la Universidad de Zaragoza la evaluación de esta asignatura es de **tipo global**. Se basará en 3 ítems de calificación:

1. **Prueba escrita individual**, a realizar en las convocatorias oficiales y compuesta por cuestiones de tipo teórico práctico y problemas.
2. **Evaluación del trabajo práctico de laboratorio**: realizada a lo largo del curso (en cada sesión de prácticas), en base al estudio previo, desarrollo del trabajo, elaboración de memorias, resolución de cuestiones, etc.
3. **Evaluación de los trabajos docentes**: basada en la memoria entregada y la presentación oral realizada con arreglo al calendario de presentaciones que se establezca.

En caso de que un estudiante no haya realizado a lo largo del curso alguna de las actividades evaluadas en los ítems 2 y 3 (o bien si desea mejorar la calificación obtenida durante el curso), cada convocatoria oficial contemplará, además de la prueba escrita individual, pruebas individuales (a realizar en el laboratorio) que permitan evaluar los mencionados ítems.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de enseñanza se desarrollará en cuatro niveles principales: clases de teoría, resolución de casos, trabajos y laboratorio, con creciente nivel de participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de la asignatura, ilustrándose con numerosos ejemplos.
- En las clases de problemas/resolución de casos se desarrollarán problemas y casos relacionados con el modelado cinemático-dinámico del robot, su programación y el control, tanto a nivel cinemático (trayectorias) como dinámico (servocontrol).
- Se desarrollarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, en las que se incidirá especialmente en los aspectos relacionados con el uso del robot (programación, implantación, simulación, ...).
- Asimismo, se llevarán a cabo actividades de aprendizaje adicionales (trabajos) a realizar a lo largo del semestre, relacionados con el modelado cinemático y la programación de robots.

Hay que reseñar que la asignatura presenta un fuerte soporte teórico, por lo que resulta imprescindible una implicación importante por parte del estudiante, quien deberá poner énfasis en la asistencia a las clases magistrales y a las prácticas de laboratorio, el estudio personal continuado y la realización de los trabajos complementarios propuestos.

### **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

**TRABAJO PRESENCIAL: 2.4 ECTS (60 horas)**

**1) Clase presencial (tipo T1) (30 horas).**

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los conceptos y fundamentos del robot industrial, ilustrándolos con ejemplos reales.

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

1- Introducción a la robótica industrial.

2- Tecnologías en los robots industriales.

- Morfología: estructuras mecánicas
- Características estructurales y prestaciones
- Muñecas y órganos terminales
- Accionamientos
- Sensores de posición/velocidad y de esfuerzos

3- Cinemática de manipuladores

- Herramientas para la localización espacial
- Modelos geométricos directo e inverso: sistemáticas de resolución
- Modelo cinemático: jacobiano del robot y configuraciones singulares

4- Programación de robots.

- Tipos de lenguajes de programación
- Lenguajes textuales
- Programación en VAL II

5- Generación de trayectorias.

- Arquitectura del sistema de control
- Trayectorias articulares
- Trayectorias cartesianas

6- Modelado dinámico y servocontrol.

- Modelado dinámico de robots manipuladores
- Control independiente para cada articulación
- Control multiarticular de robots
- Control de esfuerzos

7- Selección e implantación

- Mercado y aplicaciones de los robots
- Normativas de seguridad

8- Investigación en robótica

### **2) Clases de problemas y resolución de casos (tipo T2) (15 horas).**

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Parte de esta actividad (6 horas) estará dedicada a los contenidos estarán relacionados con la presentación de los casos a tratar en los trabajos de asignatura propuestos

### **3) Prácticas de laboratorio (tipo T3) (15 horas).**

El estudiante realizará en el laboratorio de automatización y robótica del Área de Ingeniería de Sistemas y Automática (Laboratorio L0.06 del edif. Ada Byron) o de la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel un conjunto de prácticas en las que se pondrá énfasis en el control y programación de robots, su integración en entornos automatizados y en la simulación. Para cada práctica se dispondrá previamente de un guión que el estudiante deberá preparar con antelación a la sesión práctica. Las prácticas serán calificadas (según su naturaleza):

- En el propio laboratorio, a partir del estudio previo realizado por el estudiante y por medio de actividades adicionales (observación directa, resultados experimentales obtenidos, cuestionarios, u otros).

- Por medio de un gui3n que el alumno deber3 entregar al finalizar la sesi3n.

Las pr3cticas orientativas a realizar ser3n las siguientes:

1. Localizaci3n espacial y cinem3tica con la *Robotic Toolbox* de Matlab
2. Programaci3n de robots industriales.
3. Introducci3n a la herramienta de simulaci3n gr3fica de Robots industriales.
4. Integraci3n de robot en c3lula automatizada.
5. Modelado din3mico y servocontrol con la *Robotic Toolbox* de Matlab.

## 2: **TRABAJO NO PRESENCIAL: 3.6 ECTS (90 horas)**

### **4) Trabajos docentes (tipo T6) (30 horas).**

Actividades que el estudiante realizar3 en grupos de 2 estudiantes y que el profesor ir3 proponiendo a lo largo del per3odo docente. Como se ha comentado en la actividad presencial anterior, los trabajos versar3n sobre aspectos relacionados con el modelado y an3lisis cinem3tico, as3 como con la programaci3n de robots en entorno de simulaci3n espec3fico para tal fin.

### **5) Estudio personal (tipo T7) (56 horas).**

Estudio personal del estudiante, relacionado con la teor3a, la realizaci3n de problemas y la preparaci3n previa de las pr3cticas de laboratorio.

### **6) Pruebas de evaluaci3n (tipo T8) (4 horas).**

Adem3s de la funci3n calificadora, la evaluaci3n tambi3n es una herramienta de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensi3n y asimilaci3n alcanzado.

## **Planificaci3n y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentaci3n de trabajos**

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de pr3cticas en el laboratorio se imparten seg3n horario establecido por el centro (horarios disponibles en su p3gina web).

Cada profesor informar3 de su horario de atenci3n de tutor3a.

El resto de actividades se planificar3 en funci3n del n3mero de alumnos y se dar3 a conocer con la suficiente antelaci3n. Podr3 consultarse en <http://add.unizar.es>

## **Bibliograf3a**

### **Bibliograf3a**

**1. Transparencias de la asignatura.** Disponibles en <http://add.unizar.es>.

**2. Guiones de pr3cticas y trabajos.** Disponibles en <http://add.unizar.es>.

### **3. Texto de referencia:**

- Barrientos, A et al.: *Fundamentos de Rob3tica*. Madrid, Mc. Graw-Hill 2007

### **4. Textos complementarios:**

- Craig, John J.: *Robotica*. Mexico, Pearson Educaci3n 2006
- Torres, F. et al.: *Robots y Sistemas Sensoriales*. Madrid, Pearson Educaci3n 2002
- Ollero, A: *Rob3tica, Manipuladores y Robots M3viles*. Barcelona, Marcombo 2001
- Nof, S. Y.: *Handbook of Industrial Robotics*. Madrid, JohnWiley and Soons 1999

## **Referencias bibliogr3ficas de la bibliograf3a recomendada**

**Escuela Universitaria Polit3cnica**

- Craig, John J.. Robótica / John J. Craig . 3rd ed. México : Pearson educación, 2006
- Fundamentos de robótica / Antonio Barrientos ... [et al.]. - 2ª ed. Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 2012
- Handbook of industrial robotics / Edited by Shimon Y. Nof ; with a foreword by Isaac Asimov . - 2nd ed. New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop. 1999
- Ollero Baturone, Aníbal. Robótica : manipuladores y robots móviles / Aníbal Ollero Baturone Barcelona : Marcombo Boixareu, D.L. 2001
- Robots y sistemas sensoriales / Fernando Torres ... [et al.] . - 2ª ed. en español Madrid : Prentice Hall, 2002

### **Escuela de Ingeniería y Arquitectura**

- 1. Fundamentos de robótica / Antonio Barrientos ... [et al.]. - 2ª ed. Madrid [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2007
- 2. Craig, John J.. Robótica / John J. Craig . 3rd ed. México : Pearson educación, 2006
- 3. Robots y sistemas sensoriales / Fernando Torres ... [et al.] . - 2ª ed. en español Madrid : Prentice Hall, 2002
- 4. Ollero Baturone, Aníbal. Robótica : manipuladores y robots móviles / Aníbal Ollero Baturone Barcelona : Marcombo Boixareu, D.L. 2001
- 5. Handbook of industrial robotics / Edited by Shimon Y. Nof ; with a foreword by Isaac Asimov . - 2nd ed. New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop. 1999