



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Sistemas Robotizados

Grado en
Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

4º Curso - 1^{er} Cuatrimestre

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Sistemas Robotizados
Código:	600023
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial
Departamento y Área de Conocimiento:	Electrónica Tecnología electrónica
Carácter:	Obligatoria
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso, 1^{er} Cuatrimestre
Profesorado:	Rafael Barea Navarro Elena López Guillén
Horario de Tutoría:	Consultar al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura Sistemas Robotizados, perteneciente a la materia obligatoria de Automatización y Control, analiza los sistemas robotizados en general y se dedica fundamentalmente al estudio de la morfología y sistemas de percepción de los brazos robots industriales, al diseño de sistemas de control cinemático y dinámico para los mismos y a la programación de este tipo de sistemas robóticos en aplicaciones de automatización industrial.

Para el buen aprovechamiento de la asignatura, se parte del supuesto de que los alumnos tienen una formación previa suficiente en: sistemas de ecuaciones diferenciales lineales, sistemas de representación espacial, leyes fundamentales de la mecánica, circuitos electrónicos analógicos y digitales, sistemas mecánicos básicos, automática básica, modelado y simulación de sistemas, automatización, técnicas de control y conceptos básicos de electrónica de potencia. Como co-requisito aconsejable, cabe destacar el conocimiento de la herramienta matemática MATLAB.

1b. COURSE SUMMARY

This course deals with robotic systems in general, but focuses on the study of the morphology and sensorial systems of industrial robotic arms, the design of kinematic and dynamic controllers, and the programming of this type of robotic systems in industrial automation applications. The main concepts covered are the following: introduction to robotics; morphology, configurations and sensors for robotic arms; spatial representation methods; kinematic modelling and control; dynamic modelling and control; robot programming and implementation aspects for industrial arms.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/351/2009:

TR2 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

TR3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

TR4 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

TR5 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

TR9 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

TRU1 - Capacidad de análisis y síntesis.

TRU2 - Comunicación oral y escrita.

TRU3 - Capacidad de gestión de la información.

TRU4 - Capacidad de aprendizaje autónomo.

TRU5 - Capacidad para trabajar en equipo.

Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/351/2009:

CEI7 - Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

CEI8 - Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial.

CEI9 - Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.

CEI11 - Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RASR18. Reconocer los principios teóricos básicos de los sistemas robotizados (estructura, sistemas de percepción, control y programación).

RASR19. Resolver problemas de control cinemático/dinámico y de automatización industrial sobre sistemas robotizados.

RASR20. Diseñar un sistema de control mediante un brazo robot para una aplicación de automatización industrial a partir una especificación dada.

RASR21. Manejar un entorno de simulación robótico profesional y programar aplicaciones de automatización industrial mediante brazos robots tanto en entornos de simulación como en entornos reales.

RASR22. Redactar proyectos, memorias e informes técnicos en el ámbito de la ingeniería industrial para la instalación, montaje y explotación de procesos de automatización y control.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas
Tema 1. Introducción a la robótica. Definición de robot. Clasificación. Contexto histórico: origen y desarrollo de la robótica. Aplicaciones de los robots industriales.	4 horas
Tema 2. Morfología de un robot manipulador. Componentes de un robot. Estructura mecánica. Transmisiones y reductores. Actuadores. Sensores. Elementos terminales.	4 horas
Tema 3. Métodos de representación espacial. Localización espacial. Representación de la posición y la orientación. Matrices de transformación homogénea. Cuaternios. Comparación de métodos. Introducción a la toolbox de robótica de Matlab.	4 horas
Tema 4. Modelado y control cinemático. Cinemática directa de un brazo robot: procedimiento de Denavit-Hartenberg. Cinemática inversa de un brazo robot: resolución por métodos geométricos, matrices de transformación y desacoplo cinemático. Modelo diferencial: Jacobiana analítica y Jacobiana geométrica. Control cinemático: tipos de trayectorias; generación, muestreo e interpolación de trayectorias. Ejercicios con Matlab.	12 horas
Tema 5. Modelado y control dinámico. Modelo dinámico de la estructura de un robot: formulaciones de Lagrange y de Newton-Euler. Modelo dinámico en variables de estado y en el espacio de la tarea. Modelo dinámico de los actuadores. Control dinámico monoarticular y multiarticular; control adaptativo. Ejercicios con Matlab.	12 horas
Tema 6. Programación de robots. Métodos de programación de robots. Requerimientos. Programación de robots industriales. El lenguaje de programación RAPID. Desarrollo de aplicaciones utilizando el entorno RobotStudio de ABB.	14 horas
Tema 7. Criterios de implantación de un robot industrial. Diseño y control de una célula robotizada. Características a considerar en la selección de un robot. Seguridad. Mercado de robots.	2 horas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (56 horas de clase presencial +2 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes)
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Sistemas Robotizados se realizarán las siguientes actividades formativas **presenciales**:

- **Clases teóricas** impartidas en grupos grandes basadas en clases expositivas que permitan al docente introducir los conocimientos necesarios para el correcto desarrollo del proceso de aprendizaje. Estas clases presentarán contenidos imprescindibles objeto de un aprendizaje conceptual razonado que sirva posteriormente para desarrollar competencias más amplias.
- **Clases prácticas** impartidas en grupos pequeños para la resolución de ejercicios. El objetivo de estas clases será promover un aprendizaje significativo que permita al alumno profundizar en los conocimientos teóricos adquiridos, relacionarlos y aplicarlos de manera creativa a la resolución de situaciones que, a medida que avance el curso, irán pareciéndose paulatinamente a problemas de ingeniería reales.
- **Clases prácticas de laboratorio** impartidas en grupos pequeños basadas en la resolución de problemas prácticos tanto en simulación como con robots y entornos de desarrollo reales.
- **Tutorías**, tanto presenciales (individuales y grupales), como realizadas por otros medios como e-mail, chat, etc.
- **Exámenes**, incluyendo las distintas pruebas de evaluación presencial que se realizarán en la asignatura.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se completa con las siguientes **actividades no presenciales** que constituyen el trabajo personal del alumno. Contempla todo el tiempo dedicado fuera de clase para el estudio y asimilación de la asignatura por parte de un alumno medio. Así pues, se contemplarán las horas necesarias para realizar, entre otros, los siguientes trabajos:

- Lecturas de libros de texto básicos y lecturas complementarias de artículos o textos para completar y estudiar los contenidos de la asignatura.
- Búsqueda de información necesaria para la asimilación de conceptos teóricos o la resolución de problemas y prácticas de laboratorio.
- Resolución de problemas y ejercicios prácticos fuera de la clase presencial.
- Preparación y resolución parcial de prácticas de laboratorio fuera de la clase presencial.
- Preparación de memorias de prácticas y exposición de trabajos.
- Preparación de exámenes parciales y/o finales de la asignatura.

A lo largo del curso al alumno se le irán proponiendo actividades y tareas tanto teóricas como prácticas. Se realizarán distintas prácticas coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos tanto de

manera individual como en grupo de manera que el alumno pueda ir consolidando los conceptos adquiridos. Las prácticas se realizarán en grupos de dos alumnos lo que favorecerá el aprendizaje colaborativo y el reparto de tareas y roles entre ellos.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico (osciloscopio, fuente de alimentación, generador de señal, polímetro y brazo robot), así como de un ordenador con el software necesario que incluye el paquete MATLAB/SIMULINK, la Toolbox Robotica de Peter Corke, el simulador RobotStudio de ABB y los drivers de manejo de un brazo robot real de ABB.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente. Además, el profesorado proporcionará materiales propios elaborados específicamente para la asignatura de manera que el alumno puede cumplir con los objetivos de la asignatura, así como alcanzar las competencias previstas.

El alumno dispondrá a lo largo del cuatrimestre de al menos una tutoría grupal y de tutorías individuales a demanda (si son solicitadas por los propios alumnos). Ya sea de manera individual o en grupos reducidos, estas tutorías permitirán resolver las dudas y afianzar los conocimientos adquiridos. Además, ayudarán a realizar un adecuado seguimiento de los alumnos y a evaluar el buen funcionamiento de los mecanismos de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, todo el desarrollo de la asignatura se detallará pormenorizadamente en la página Web de la asignatura. En la página estarán disponibles todos los materiales elaborados para la asignatura, transparencias, enunciados y soluciones de ejercicios, enunciados de los problemas para las prácticas, cronogramas detallados para cada grupo y clase, notas de las pruebas intermedias y entregables, y toda aquella información que los docentes consideren oportuna para el correcto proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la [Normativa de Evaluación de los Aprendizajes](#) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

A continuación se detallan los procedimientos de evaluación correspondientes a las convocatorias ordinaria y extraordinaria.

Convocatoria ordinaria

a) Evaluación continua:

Los alumnos que opten por la evaluación continua deberán realizar las siguientes pruebas a lo largo del curso:

1. **Prueba de Evaluación Intermedia (PEI)** que consistirá en varias cuestiones teórico/prácticas que abarquen los contenidos de los temas 1 al 4 (**20% de la nota final del alumno**)
2. **Desarrollo de ejercicios (EJ) sobre cinemática/dinámica de brazos robots (temas 4 y 5)** utilizando la toolbox de robótica de Matlab. El alumno deberá presentar una memoria justificativa con los desarrollos realizados y los resultados obtenidos (**15% de la nota final del alumno**)
3. **Desarrollo de prácticas de laboratorio (LAB) sobre programación de robots (tema 6)** utilizando lenguaje RAPID y el entorno de programación RobotStudio tanto en simulación como con un brazo robot real de ABB. La asistencia a las prácticas es obligatoria. (**25% de la nota final del alumno**).
4. **Prueba de Evaluación Global (PEG)** con varias cuestiones teórico/prácticas que pueden abarcar el conjunto del temario cubierto por las clases de teoría, prácticas y laboratorio. (**40% de la nota final del alumno**).

Superación de la Evaluación Continua:

En consecuencia con los criterios de evaluación de la asignatura (sección 5.1), el alumno superará la Evaluación Continua al demostrar un nivel apropiado en la adquisición de las competencias teórico-prácticas y experimentales. Para ello, el alumno deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Haber superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con las prácticas de laboratorio (LAB), dirigidas al diseño de aplicaciones de control de brazos industriales. Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias, si asiste al laboratorio, completa todas las prácticas y su calificación en las pruebas relacionadas es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible.
- Haber realizado y entregado los ejercicios sobre cinemática/dinámica de robots (EJ).
- Haber realizado la prueba de evaluación intermedia (PEI) y la prueba de evaluación global (PEG).
- Haber superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con las pruebas teóricas. Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias si su calificación en el conjunto de pruebas relacionadas (PEI+PEG) es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible.

Calificación como No Presentado:

El alumno dentro del modelo de evaluación continua que no participe en el proceso de evaluación será calificado como "No presentado" en la convocatoria ordinaria. Se entenderá que el alumno no ha participado en el proceso de evaluación continua si no se presenta a la prueba de evaluación intermedia (PEI).

b) Evaluación final:

Los alumnos que se acojan al modelo de evaluación final (no continua) deberán ponerse en contacto con los profesores en el momento que ésta les sea concedida. Estos alumnos obtendrán su calificación de los siguientes apartados:

1. **Desarrollo de las prácticas de laboratorio (LAB) sobre programación de robots.** Deberán entregarse las prácticas y realizar una prueba para evaluar la adquisición de las competencias correspondientes (**25% de la nota final del alumno**)
2. **Desarrollo de ejercicios (EJ) sobre cinemática/dinámica de brazos robots (temas 4 y 5)**

utilizando la toolbox de robótica de Matlab. El alumno deberá presentar una memoria justificativa con los desarrollos realizados y los resultados obtenidos **(15% de la nota final del alumno)**

3. **Prueba de Evaluación Final (PEF)** que constará de las siguientes partes:
 - Las mismas cuestiones que la prueba de evaluación global (PEG) para el modelo de evaluación continua, que pueden abarcar el conjunto del temario cubierto en las clases de teoría, ejercicios y laboratorio **(40% de la nota del alumno)**
 - Uno o varios problemas adicionales cuya resolución integre de manera amplia los contenidos de todos los temas de las clases de teoría y ejercicios **(20% de la nota del alumno)**

Superación de la Evaluación Final (no continua):

Para considerar superada la asignatura según este modelo, será necesario:

- Haber realizado y entregado los ejercicios sobre cinemática/dinámica de robots (EJ).
- Haber superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con las prácticas de laboratorio (LAB). Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias, si completa todas las prácticas y su calificación en las pruebas relacionadas es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible.
- Haber superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con las pruebas teóricas (PEF). Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias si su calificación en estas pruebas (PEF) es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible.

Convocatoria extraordinaria

Para todos los alumnos, la convocatoria extraordinaria constará de:

1. **Prueba de Evaluación Final (PEF)** consistente en cuestiones y/o problemas que abarcarán de manera amplia los contenidos de todos los temas de las clases de teoría y ejercicios **(75% de la nota)**.
2. **Prueba de laboratorio (LAB)** que evaluará la adquisición de las competencias relacionadas con las prácticas de laboratorio **(25% de la nota)**.

Los alumnos que en la convocatoria ordinaria hayan superado la parte teórica o la práctica, podrán conservar la nota de la parte superada.

Para superar la asignatura será necesario superar por separado las pruebas de laboratorio y las teóricas, siguiendo el mismo criterio que en la convocatoria ordinaria.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes:

CE1. El alumno muestra capacidad para comprender los principios teóricos básicos de los sistemas robotizados (estructura, sistemas de percepción, control y programación).

CE2. El alumno demuestra capacidad para resolver problemas de sistemas de control cinemático/dinámico y de automatización industrial con iniciativa, razonamiento crítico y haciendo uso de ideas creativas e innovadoras basadas en los contenidos teóricos impartidos en la asignatura.

CE3. El alumno es capaz de diseñar un sistema de control mediante un brazo robot para una aplicación de automatización industrial a partir una especificación dada, realizando los

correspondientes cálculos, mediciones, planificación de tareas e interpretación de datos que fundamenten el diseño y haciendo uso de los recursos bibliográficos y herramientas informáticas necesarias.

CE4. El alumno demuestra capacidad para el manejo de un entorno de simulación robótico profesional y para la programación de aplicaciones de automatización industrial mediante brazos robots tanto en entornos de simulación como en entornos reales.

CE5. El alumno es capaz de redactar proyectos, memorias e informes técnicos en el ámbito de la ingeniería industrial para la instalación, montaje y explotación de procesos de automatización basados en sistemas robotizados.

De acuerdo a la normativa vigente y por considerarse la parte de laboratorio experimental esencial para la adquisición de las competencias objetivo de la asignatura Sistemas Robotizados, la realización y superación de las prácticas de laboratorio será considerada elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Por esta razón, las prácticas de laboratorio son comunes e imprescindibles en los dos tipos de evaluación: continua y no continua.

INSTRUMENTOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección establece los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los Criterios de Evaluación.

1. Prueba de Evaluación Intermedia (PEI): Consistente en la resolución de varias cuestiones teórico/prácticas que abarquen los contenidos de los temas 1 al 4.
2. Desarrollo de ejercicios (EJ) sobre cinemática/dinámica de brazos robots (temas 4 y 5) utilizando la toolbox de robótica de Matlab. El alumno deberá presentar una memoria justificativa con los desarrollos realizados y los resultados obtenidos..
3. Desarrollo de prácticas de laboratorio (LAB) sobre programación de robots (tema 6) utilizando lenguaje RAPID y el entorno de programación RobotStudio tanto en simulación como con un brazo robot real de ABB. La asistencia a las prácticas es obligatoria..
4. Prueba de Evaluación Global o Final (PEG/PEF) con varias cuestiones teórico/prácticas que pueden abarcar el conjunto del temario cubierto por las clases de teoría, prácticas y laboratorio.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

a) Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CEI8-9,TR2,TRU1-4	RASR18-19	CE1-CE2	PEI	20%
CEI7-9,TR3-4,TRU1-5	RASR18-20	CE1-CE3, CE5	EJ	15%
CEI7-9,CEI11, TR3-5,TR9,TRU1-5	RASR20-22	CE3-CE5	LAB	25%
CEI7-9,CEI11, TR3-5,TR9,TRU1-4	RASR18-22	CE1-CE5	PEG	40%

b) Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CEI7-9,TR3-4,TRU1-5	RASR18-20	CE1-CE3, CE5	EJ	15%
CEI7-9,CEI11, TR3-5,TR9, TRU1-5	RASR20-22	CE3-CE5	LAB	25%
CEI7-9,CEI11, TR3-5,TR9,TRU1-4	RASR18-22	CE1-CE5	PEF	60%

c) Convocatoria Extraordinaria

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CEI7-9,CEI11, TR3-5,TR9,TRU1-5	RASR20-22	CE3-CE5	LAB	25%
CEI7-9,CEI11, TR3-5,TR9,TRU1-4	RASR18-22	CE1-CE5	PEF	75%

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- Profesores de la asignatura. “Transparencias y Apuntes de clase”.

Se generará una documentación básica para el seguimiento de la asignatura por parte de los profesores implicados en su docencia consistente en una colección de transparencias sobre los distintos temas a abordar en la misma y apuntes sobre algunos temas que puedan resultar de interés. Esta información estará a disposición de los alumnos en la página web de la asignatura.

- Barrientos, Luis F. Peñín, C. Balaguer, R. Aracil. “Fundamentos de robótica”. McGraw Hill. Segunda edición 2007. ISBN: 978-84-481-5636-7.

Este libro es quizá el libro de referencia más usado a nivel nacional en el ámbito de la Robótica Industrial. El libro abarca la totalidad de los temas incluidos en el programa propuesto en este proyecto docente para la asignatura de Sistemas Robotizados. La asignatura cubre prácticamente la totalidad del libro excepto el tema de fundamentos de teleoperación. Cada uno de los capítulos del libro contiene ejemplos teóricos muy interesantes, así como diversos ejercicios resueltos para entorno MATLAB.

- P. Corke. “Robotics, Vision and Control Fundamental algorithms in MATLAB”. Springer. Novena edición 2011. ISBN: 978-3642201431.

Este libro abarca la totalidad de los temas incluidos en el programa propuesto en este proyecto

docente para la asignatura de Sistemas Robotizados, a excepción del último tema de programación de robots. El libro está dividido en 4 partes: I) Foundations, II) Mobile Robots, III) Arm-Type Robots and IV) Computer Vision. Las partes I y III son las que se corresponden con la asignatura. El libro presenta también la Toolbox de Robótica para MATLAB que se usa en la asignatura. El libro aborda cada capítulo comenzando por el desarrollo teórico de los conceptos a tratar para finalizar realizando un conjunto de ejercicios en MATLAB donde aplica dichos conceptos. Es por ello que se considera una buena referencia en inglés para realizar el seguimiento de la asignatura.

- Página Web ABB <http://www.abb.es>

En esta referencia se encuentra la documentación necesaria para el correcto seguimiento del último tema de la asignatura que versa sobre la programación de robots. Los documentos a utilizar son tres: "RAPID Reference Manual", donde se explican los fundamentos del lenguaje RAPID con gran cantidad de ejemplos prácticos. "Tutorials for RobotStudio" consisten en un conjunto de tutoriales con vídeos explicativos que explican la potencialidad del simulador RobotStudio. "ABB Robotics IRB xxxx user manual", es el manual de usuario del robot real que se utilizará en las prácticas de laboratorio de la asignatura.

6.2. Bibliografía complementaria

- Ollero. "Robótica, manipuladores y robots móviles". Marcombo. Primera edición 2007.
- John J. Craig. "Introduction to robotics, mechatronics and control", Prentice-Hall, Third edition. 2005.
- F. Torres, J. Pomares, P. Gil, S. Puente, R. Aracil. "Robots y sistemas sensoriales". Prentice Hall. 2002.
- M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar. "Robot Modeling and Control". Wiley. 2005.
- H. Choset, K.M. Lynch, S. Hutchinson, G.A. Kantor, W. Burgard, L.E. Kavraki, S. Thrun "Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series)". The MIT Press. 2005

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.