



**CONTROL Y PROGRAMACIÓN DE ROBOTS  
GUÍA DOCENTE CURSO 2014-15**

<b>Titulación:</b>	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática			<b>805G</b>	
<b>Asignatura:</b>	Control y programación de robots			<b>640</b>	
<b>Materia:</b>	Automática y control				
<b>Módulo:</b>	Formación obligatoria en tecnología electrónica industrial				
<b>Carácter:</b>	Obligatoria	<b>Curso:</b>	3	<b>Duración:</b>	Semestral
<b>Créditos ECTS:</b>	6,00	<b>Horas presenciales:</b>	60,00	<b>Horas estimadas de trabajo autónomo:</b>	90,00
<b>Idiomas en que se imparte la asignatura:</b>	Español				
<b>Idiomas del material de lectura o audiovisual:</b>	Inglés, Español				

**DEPARTAMENTOS RESPONSABLES DE LA DOCENCIA**

INGENIERÍA ELÉCTRICA			<b>R109</b>
<b>Dirección:</b>	C/ Luis de Ulloa, 20	<b>Código postal:</b>	26004
<b>Localidad:</b>	Logroño	<b>Provincia:</b>	La Rioja
<b>Teléfono:</b>	941299477	<b>Fax:</b>	941299478
<b>Correo electrónico:</b>			

**PROFESORADO PREVISTO**

<b>Profesor:</b>	Elvira Izurrategui, Carlos	<b>Responsable de la asignatura</b>	
<b>Teléfono:</b>	941299481	<b>Correo electrónico:</b>	carlos.elvira@unirioja.es
<b>Despacho:</b>	109	<b>Edificio:</b>	EDIFICIO DEPARTAMENTAL
<b>Tutorías:</b>	<a href="#">Consultar</a>		

**DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS**

- Modelo y control cinemáticos y dinámicos de robots industriales.
- Técnicas de programación de robots.
- Diseño y desarrollo de aplicaciones de automatización, robotización y control.

**REQUISITOS PREVIOS DE CONOCIMIENTOS Y COMPETENCIAS PARA PODER CURSAR CON ÉXITO LA ASIGNATURA**

**Recomendados para poder superar la asignatura.**

Tener conocimientos de las siguientes materias del módulo de formación obligatoria común a la rama industrial: fundamentos de ingeniería mecánica (teoría de mecanismos, ciencia de materiales, tecnología de fabricación, resistencia de materiales), fundamentos de ingeniería eléctrica, electrónica y automática (sistemas eléctricos, sistemas electrónicos, control y automatización industrial).

**CONTEXTO**

Las automatizaciones industriales requieren un elevado grado de flexibilidad y variedad en los productos fabricados. Los robots industriales permiten alcanzar estos objetivos. Por ello, es razonable la inclusión de una materia relacionada con el "control y la programación de robots" en aquellas titulaciones en las que, como en ésta, la automática juegue un papel relevante. En este sentido, la materia de la Robótica está estrechamente vinculada con otras materias de la titulación como la Automatización Industrial y el Control industrial.

Además dado el carácter multidisciplinar de la Robótica, tanto en la parte de análisis y diseño 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.

**COMPETENCIAS**

**Competencias generales**

- O3. 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.
- G1. Capacidad de análisis y síntesis
- G2. Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica
- G6. Habilidades informáticas básicas
- G8. Capacidad de aprendizaje
- G10. Capacidad crítica y autocrítica

- G11. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
- G13. Resolución de problemas
- G14. Toma de decisiones
- G19. Habilidad para trabajar de forma autónoma

### Competencias específicas

- E9. Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.

### RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Tendrá conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.

### TEMARIO

#### TEMARIO DE AULA

##### 1. Bloque temático I: Consideraciones básicas sobre la Robótica.

1.1 Introducción a la Robótica. Reseña histórica. Definiciones. Clasificaciones. Estructura mecánica de un robot. Características y especificaciones de un robot. Descripción de las estructuras robóticas: Estructura cartesiana, estructura cilíndrica, estructura polar, estructura articulada, estructura Scara, otras estructuras.

##### 2. Bloque temático II. Herramientas físicas y matemáticas necesarias en Robótica.

2.1. Introducción. 2.2. Descripciones matemáticas espaciales de la posición, rotación y localización de un sólido. 2.3. Cambio de descripciones y transformaciones espaciales: traslaciones; rotaciones (simples, compuestas); ángulos de alabeo, cabeceo y giro; ángulos de Euler; Modelo ángulo/eje, modelos descriptivos de la orientación. 2.4. Transformaciones homogéneas: coordenadas y matrices homogéneas; significado geométrico; aplicación de la matriz homogénea al brazo, muñeca y pinza de un robot. 2.5. Grafos de transformación y movimiento. 2.6. Localización y movimientos de objetos.

2.7. Aspectos físicos y mecánicos aplicados a la robótica. Centroides y centro de masas de un sólido rígido: aplicación a eslabones con geometrías tridimensionales. 2.8. Momento de inercia de un sólido rígido; aplicación a eslabones con geometrías tridimensionales. Teorema de Steiner. 2.9. Tensor de inercia de un sólido rígido. 2.10. Cinemática vectorial (posición, velocidad y aceleración lineal) de un sólido rígido en sistemas de referencia inerciales y no inerciales. 2.11. Cinemática vectorial (posición, velocidad y aceleración angular) de un sólido rígido en sistemas de referencia inerciales y no inerciales.

2.12. Descripción vectorial de las energías mecánicas (traslacional y rotacional) de un sólido rígido. 2.13. Leyes de equilibrio estático en un sólido rígido.

##### 3. Bloque temático III: Estudio de la cinemática de un robot.

3.1. El problema cinemático directo. Introducción. Planteamiento y resolución del problema cinemático directo P.C.D.: Representación de Denavit-Hartenberg; Sistemas de referencia según la notación de Denavit-Hartenberg; Pasos a seguir en la resolución del P.C.D.. Estudio del P.C.D. en varios brazos y muñecas de varios robots industriales. Estudio de la ubicación de un robot en un entorno de aplicación.

3.2. El problema cinemático inverso. Introducción. Planteamiento y resolución del problema cinemático inverso P.C.I.: Estudio de la existencia y unicidad del P.C.I.; Métodos de resolución del P.C.I. (métodos genéricos y métodos particulares); Desacoplo del P.C.I.; Fases en la resolución del P.C.I.. Estudio del P.C.D. en varios brazos y muñecas de varios robots industriales.

3.3. Estudio del mapa de velocidades de un robot. Introducción. Relaciones diferenciales entre los desplazamientos infinitesimales de las articulaciones de un robot y el desplazamiento infinitesimal de su elemento terminal. Método de obtención de la matriz Jacobiana: jacobiano de velocidad lineal y jacobiano de velocidad angular. Obtención del Jacobiano de varios robots industriales. Configuraciones singulares de un robot: Desacoplo del problema; Obtención de las configuraciones singulares del brazo y de la muñeca de un robot.

3.4. Estudio de la estática de un robot. Leyes de equilibrio estático aplicadas a un eslabón. Cálculo recursivo de las ecuaciones de la estática en un robot. Resolución de sencillos ejemplos de manipuladores industriales.

##### 4. Bloque temático IV. Introducción a la dinámica de un robot.

4.1. Estudio de la dinámica de un robot mediante la formulación de Newton-Euler. Introducción. Formulación recursiva de Newton-Euler: Ecuaciones dinámicas de Newton-Euler recursivas directas e inversas. Método de obtención del modelo dinámico de un robot mediante la formulación de Newton-Euler. Resolución de sencillos ejemplos de manipuladores industriales.

4.2. Estudio de la dinámica de un robot mediante la formulación de Lagrange-Euler. Introducción. Definición de la ecuación de Lagrange. Cálculo de las energías cinética y potencial de los eslabones de un robot: Tensores de inercia y Jacobianos de los eslabones; Tensor de inercia global del robot y Fuerzas gravitacionales. Fuerzas generalizadas de un robot. Método de obtención del modelo dinámico de un robot mediante la formulación de Lagrange Euler. Resolución de sencillos ejemplos de manipuladores industriales.

##### 5. Bloque temático V. Control cinemático de un robot. Planificación de trayectorias.

5.1. El control cinemático de un robot. Introducción. Relación entre el modelo cinemático de un robot y su control cinemático. Tipos de trayectorias de un robot. Generación y planificación de trayectorias: Interpoladores lineales, cúbicos, PSB, otros.

**6. Bloque temático VI. Introducción al control dinámico de un robot.**

6.1. Introducción a la teoría de control de sistemas lineales. Introducción. Modelos matemáticos que describen el comportamiento dinámico de sistemas. Descripción del comportamiento dinámico de sistemas de 1º y 2º orden: régimen transitorio y permanente. Estudio del error en régimen permanente. Estudio de la estabilidad. Controladores PID. Estudio de un servomecanismo como elemento de control de una articulación. Modelo de estado aplicado a las ecuaciones dinámicas de un robot.

6.2. Controles dinámicos de un robot. Introducción. Controles monoarticulares y multiarticulares. Control monoarticular PID. Control monoarticular PID con prealimentación. Control monoarticular PID con prealimentación. Otros tipos de control.

**7. Bloque temático VII. Métodos de programación de robots.**

7.1. Introducción. Métodos de programación de robots: programación por guiado y programación textual. Requerimientos de un sistema de programación de robots. Características básicas de los lenguajes de programación de robots. Ejemplos de programación de un robot industrial.

**8. Bloque temático VIII. Introducción a la tecnología de los robots.**

8.1. Introducción. Actuadores utilizados en robótica: actuadores neumáticos (cilindros y motores), actuadores hidráulicos (cilindros y motores), actuadores electromecánicos (motores paso a paso, c.c., c.a., etc). Sensores utilizados en robótica: Medida de la posición lineal y angular (encoders absolutos e incrementales, resolvers); Medida de la velocidad (dinamos tacométricas); otros sensores. Transmisiones y reductoras. Elementos terminales.

**TEMARIO DE LABORATORIO**

Prácticas dirigidas a la PROGRAMACIÓN de modelos utilizados en los robots industriales

Prácticas dirigidas a la PROGRAMACIÓN de tareas básicas sobre manipuladores didácticos.

Prácticas dirigidas a la PROGRAMACIÓN de un manipulador industrial ligero.

**BIBLIOGRAFÍA**

Tipo:	Título
Básica	Analytical robotics and mechatronics / Wolfram Stadler-- New York : McGraw-Hill, cop. 1995 <b>Absys Biba</b>
Básica	Fundamentals of robotics : analysis and control / Robert J. Schilling-- Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, cop. 1990 <b>Absys Biba</b>
Básica	Fundamentos de robótica / Antonio Barrientos...[et al.]-- 2ª ed-- Madrid : McGraw Hill/Interamericana de España, 2007 <b>Absys Biba</b>
Básica	Introduction to robotics : mechanics and control / John J. Craig-- 3rd ed-- Upper Saddle River (New Jersey) : Pearson Education International, [2005] <b>Absys Biba</b>
Básica	Introduction to robotics. Mc Kerrow P.J. Addison Wesley. ISBN: 0201182408.
Básica	Modelling and Control of Robot Manipulators. L. Sciavicco B. Siciliano. Springer-Verlag. ISBN: 1852332212
Básica	Robot Manipulators. Mathematics, programming and control. Paul R. P. MIT-Press. ISBN: 026216082X
Básica	Robot dynamics and control / Mark W. Spong, M. Vidyasagar-- New York : John Wiley & Sons, cop. 1989 <b>Absys Biba</b>
Básica	Robótica. Control, detección, visión e inteligencia. Fu K. S. Pearson Educacion. ISBN: 8476152140.
Básica	Theory of Robot Control. Carlos Canudas de Wit. Springer-Verlag. ISBN: 3540760547.
Complementaria	Robotics : modelling, planning and control / Bruno Siciliano...[et al.]-- New York : Springer, cop. 2009 <b>Absys Biba</b>
Complementaria	Fundamentos de robótica / Antonio Barrientos... [et al.]-- Madrid [etc.] : McGraw-Hill, [1997] <b>Absys Biba</b>
Complementaria	Introduction to Robotics : mechanics and control / John J. Craig-- 2nd ed-- Reading, Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company, 1989 <b>Absys Biba</b>
Complementaria	Robot analysis : the mechanics of serial parallel manipulators / Lung-Wen Tsai-- New York [etc.] : John Wiley & Sons, [1999] <b>Absys Biba</b>
Complementaria	Robots y sistemas sensoriales / Fernando Torres ... [et.al.]-- Madrid : Prentice Hall, [2002] <b>Absys Biba</b>
Complementaria	Theory of applied robotics : kinematics, dynamics, and control / Reza N. Jazar-- New York : Springer, [2007] <b>Absys Biba</b>

**Recursos en Internet****METODOLOGÍA****Modalidades organizativas**

Clases teóricas

Seminarios y talleres



Clases prácticas  
Tutorías  
Estudio y trabajo autónomo individual

**Métodos de enseñanza**

Método expositivo - Lección magistral  
Estudio de casos  
Resolución de ejercicios y problemas  
Aprendizaje cooperativo

**ORGANIZACIÓN**

Actividades presenciales	Tamaño de grupo	Horas
Clases prácticas de aula	Reducido	4,00
Clases prácticas de laboratorio	Laboratorio	24,00
Clases teóricas y pruebas presenciales de evaluación	Grande	32,00
<b>Total de horas presenciales</b>		<b>60,00</b>
Trabajo autónomo del estudiante		Horas
Elaboración de trabajos e informes		-
Estudio personal		40,00
Estudios previos, y análisis posterior de resultados de las prácticas		-
Resolución de ejercicios y problemas.		40,00
<b>Total de horas de trabajo autónomo</b>		<b>90,00</b>
<b>Total de horas</b>		<b>150,00</b>

**EVALUACIÓN**

Sistemas de evaluación	Recuperable	No Recup.
Pruebas escritas	60%	
Informes y memorias de prácticas		10%
Trabajos y proyectos	30%	
<b>Total</b>	<b>100%</b>	

**Comentarios**

Para los estudiantes a tiempo parcial (reconocidos como tales por la Universidad), las actividades de evaluación no recuperable podrán ser sustituidas por otras, a especificar en cada caso. Esta posibilidad se habilitará siempre y cuando la causa que le impida la realización de la actividad de evaluación programada sea la que ha llevado al reconocimiento de la dedicación a tiempo parcial.

Con el objetivo de planificar para el estudiante a tiempo parcial las actividades sustitutivas, éste deberá entregar al profesor responsable de la asignatura un documento acreditativo que justifique su dedicación parcial fuera de la universidad junto con su dedicación horaria.

**Criterios críticos para superar la asignatura**

Para superar la asignatura el alumno deberá cumplir:

1. Pruebas escritas. Mínimo: 4 puntos (sobre una escala de 0 a 10 puntos)
2. Trabajos y proyectos.
3. Informes y memorias de prácticas.
4.  $(\text{Pruebas escritas}) \cdot 0.6 + (\text{Trabajos y proyectos}) \cdot 0.3 + (\text{Informes de prácticas de laboratorio y resolución de problemas}) \cdot 0.1 \geq 5$  PUNTOS. (SOBRE UNA ESCALA DE 0 a 10 PUNTOS)