

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

**Sistemas Robotizados
(2020 - 2021)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Sistemas Robotizados	Código: 339393204
<ul style="list-style-type: none"> - Centro: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Lugar de impartición: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática - Plan de Estudios: 2010 (Publicado en 2011-12-12) - Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura - Itinerario / Intensificación: - Departamento/s: <ul style="list-style-type: none"> Ingeniería Informática y de Sistemas - Área/s de conocimiento: <ul style="list-style-type: none"> Arquitectura y Tecnología de Computadores Ingeniería de Sistemas y Automática - Curso: 3 - Carácter: Obligatoria - Duración: Segundo cuatrimestre - Créditos ECTS: 6,0 - Modalidad de impartición: Presencial - Horario: Enlace al horario - Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es - Idioma: Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés) 	

2. Requisitos para cursar la asignatura

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: LEOPOLDO ACOSTA SANCHEZ
- Grupo: Teoría (1, PA101)
General <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: LEOPOLDO - Apellido: ACOSTA SANCHEZ - Departamento: Ingeniería Informática y de Sistemas - Área de conocimiento: Ingeniería de Sistemas y Automática
Contacto <ul style="list-style-type: none"> - Teléfono 1: 922 31 82 64 - Teléfono 2: 679487120 - Correo electrónico: lacosta@ull.edu.es - Correo alternativo: leo@isaatc.ull.es - Web: www.campusvirtual.ull.es

Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	09:30	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	49
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	49

Observaciones: El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	49
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	49

Observaciones: El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

Profesor/a: RAFAEL ARNAY DEL ARCO
- Grupo: Prácticas (PE101, PE102, PE103) y Tutorías (TU101,TU102,TU103)
General - Nombre: RAFAEL - Apellido: ARNAY DEL ARCO - Departamento: Ingeniería Informática y de Sistemas - Área de conocimiento: Arquitectura y Tecnología de Computadores
Contacto - Teléfono 1: 922316502 - Ext. 6923 - Teléfono 2: - Correo electrónico: rarnayde@ull.edu.es - Correo alternativo: - Web: http://www.campusvirtual.ull.es
Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
02-11-2020	14-02-2021	Lunes	09:00	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Laboratorio Ingeniería Informática y de Sistemas
02-11-2020	14-02-2021	Martes	09:00	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Laboratorio Ingeniería Informática y de Sistemas

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Laboratorio Ingeniería Informática y de Sistemas
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Laboratorio Ingeniería Informática y de Sistemas

Observaciones:

Profesor/a: SANTIAGO TORRES ALVAREZ

- Grupo: **Prácticas (PE101, PE102, PE103) y Tutorías (TU101,TU102,TU103)**

General

- Nombre: **SANTIAGO**
- Apellido: **TORRES ALVAREZ**
- Departamento: **Ingeniería Informática y de Sistemas**
- Área de conocimiento: **Ingeniería de Sistemas y Automática**

Contacto

- Teléfono 1: **922 316502 ext. 6837**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **storres@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
-------	-------	-----	--------------	------------	--------------	----------

Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	50
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	50

Observaciones: Este calendario está sujeto a constantes variaciones por necesidades docentes y de gestión. Por eso el profesor dispone de un calendario para solicitud de tutorías, una vez autenticados desde la cuenta ULL.EDU.ES, accediendo al siguiente enlace: <http://goo.gl/TGck2k>.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	50
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	50

Observaciones: Este calendario está sujeto a constantes variaciones por necesidades docentes y de gestión. Por eso el profesor dispone de un calendario para solicitud de tutorías, una vez autenticados desde la cuenta ULL.EDU.ES, accediendo al siguiente enlace: <http://goo.gl/TGck2k>.

Profesor/a: ALBERTO FRANCISCO HAMILTON CASTRO

- Grupo:

General

- Nombre: **ALBERTO FRANCISCO**
- Apellido: **HAMILTON CASTRO**
- Departamento: **Ingeniería Informática y de Sistemas**
- Área de conocimiento: **Ingeniería de Sistemas y Automática**

Contacto

- Teléfono 1: **922 84 50 46**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **albham@ull.es**
- Correo alternativo: **albham@ull.edu.es**
- Web: **<https://sites.google.com/a/ull.edu.es/alberto-hamilton/>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
-------	-------	-----	--------------	------------	--------------	----------

Todo el cuatrimestre		Lunes	17:30	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10
Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:30	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:00	10:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10

Observaciones: La tutoría de los Jueves de 09:00 a 10:00, serán en línea. Para llevar a cabo la tutoría en línea, se hará uso de algunas de las herramientas institucionales disponibles para ello, preferentemente Google Meet, con la dirección del correo albham@ull.edu.es. La información actualizada sobre las tutorías (incidencias de cambios o cancelación) se publicarán en <https://goo.gl/7j9XP6>

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	16:30	18:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10
Todo el cuatrimestre		Miércoles	16:30	18:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10

Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	15 de la zona de despachos frente al aula 3.10
<p>Observaciones: La tutoría de los Jueves de 11:00 a 12:00, serán en línea. Para llevar a cabo la tutoría en línea, se hará uso de algunas de las herramientas institucionales disponibles para ello, preferentemente Google Meet, con la dirección del correo albham@ull.edu.es. La información actualizada sobre las tutorías (incidencias de cambios o cancelación) se publicarán en https://goo.gl/7j9XP6</p>						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Electrónica Industrial**
 Perfil profesional: **Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

5. Competencias

Específicas

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

Generales

T9 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Transversales

- O1** - Capacidad de análisis y síntesis.
- O5** - Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- O6** - Capacidad de resolución de problemas.
- O7** - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- O8** - Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

Básicas

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Contenidos teóricos:

Profesor: Leopoldo Acosta Sánchez

Módulo I: Brazos Robóticos

Tema 1: Conceptos básicos de brazos robóticos.

Introducción a la Robótica de Manipulación

Estructuras básicas. Morfología. Grados de libertad. Manipuladores.

Tema 2: Cinemática de Manipuladores.

- Geometría Homogénea. Representación de la posición y de la orientación. Matrices de transformación homogéneas. Traslaciones, Rotaciones y Perspectiva. Representación de Denavit-Hartenberg.
- Cinemática Directa. Concepto de Articulación. Variables generalizadas.
- Cinemática Inversa.

Tema 3: Sensores y Actuadores.

- Sensores de posición y velocidad. Acelerómetros. Giróscopos. Sensores de ultrasonidos. Telémetros láser.
- Actuadores. Motores DC. Servos. Motores paso a paso.
- Conceptos básicos de visión en Robótica. Estereovisión.

Tema 4: Conceptos básicos de Control de Manipuladores.

- Control cinemático de manipuladores. Planificación.

Módulo II: Robótica Móvil.

Tema 5: Modelos de robots móviles.

- Introducción a la Robótica Móvil.
- Configuraciones holónomas y no holónomas.
- Cinemática de robots móviles.

Tema 6: Localización y Navegación de robots móviles.

- Procesos de Sensado y Movimiento.
- Filtros de Kalman en Robótica.

Contenidos prácticos:

Profesores: Rafael Arnay del Arco, Santiago Torres Álvarez.

- Práctica Cinemática directa.
- Práctica Cinemática inversa.
- Práctica Robot Móvil.
- Práctica/seminario con un manipulador real.

Actividades a desarrollar en otro idioma

- Consulta bibliográfica.
- Manejo de herramienta informática en inglés.
- Parte de los contenidos del tema 6 se expondrán mediante videos en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

Se pondrá a disposición del alumnado los apuntes, más o menos detallados, de todos los temas de la asignatura. La metodología a emplear dependerá del tipo de actividad docente a realizar.

- Clases teóricas, en las cuales el profesor irá comentando y explicando el contenido de dichos apuntes y respondiendo a las dudas del alumnado. La explicación se combinará con la realización de ejercicios y ejemplos.
- Clases prácticas, en las cuales el profesor propondrá la realización de diversos ejercicios que ayuden al alumnado a comprender los distintos aspectos teóricos explicados en clase.
- Trabajos, en los cuales el alumnado deberá profundizar en ciertos aspectos concretos de la asignatura, que por su especificidad son tratados de manera aparte respecto a los contenidos teóricos y prácticos más generales.
- Seminarios, en los cuales el alumnado dispondrá de un punto de vista diferente sobre ciertos aspectos de la asignatura.

La relación entre horas teóricas y prácticas está bastante equilibrada, como se puede ver en el cuadro a continuación, lo cual habla del alto contenido práctico de la asignatura, en el que se visualizan la gran mayoría de aspectos teóricos desarrollados en las clases, de forma que el alumnado pueda adquirir la capacidad de conocimiento de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas o de problemas a grupo completo	24,00	0,00	24,0	[O1], [O6], [O7], [CB2], [27]
Prácticas de laboratorio o en sala de ordenadores a grupo reducido	20,00	0,00	20,0	[O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias a grupo completo o reducido	5,00	0,00	5,0	[T9], [O1], [O5], [O6], [O7], [CB2], [27]
Realización de trabajos (individual/grupal)	5,00	10,00	15,0	[T9], [O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	30,00	30,0	[O1], [O5], [O6], [O7], [CB2], [27]

Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	30,00	30,0	[O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]
Preparación de exámenes	0,00	20,00	20,0	[T9], [O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]
Asistencia a tutorías, presenciales y/o virtuales, a grupo reducido	3,00	0,00	3,0	[O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

Barrientos, Antonio et al. "Fundamentos de robótica". McGraw-Hill 2007.
<http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=386532>(Recurso electrónico) <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=523331>

Ollero Baturone, Aníbal. "Robótica: manipuladores y robots móviles". Barcelona. Marcombo 1991.
<http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=233353>

Bibliografía Complementaria

K. S. Fu, R. C. González, C. S. G. Lee. "Robótica : control, detección, visión e inteligencia". McGraw-Hill 1989.
<http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=179088>

Torres, Fernando et al. "Robots y sistemas sensoriales". Prentice-Hall 2002.
<http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=266353>

Kelly Rafael, Santibáñez Víctor."Control de movimiento de robots manipuladores". Prentice Hall 2003. <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=338948>

Ferraté G. et al "Robótica industrial". Marcombo 1986. <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=56475>

Craig, John J."Introduction to Robotics : Mechanics and Control". Pearson Education 2005. <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=384317>

Audí Piera, Daniel. "Cómo y cuándo aplicar un robot industrial". Marcombo 1988. <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=56502>

Otros Recursos

Material disponible en el Moodle:

- Apuntes
- Videos
- Artículos sobre aspectos determinados de la asignatura

Se harán prácticas de dos tipos:

- Simulación en un aula de ordenadores con el software MATLAB, OCTAVE o SICOSLAB.
- Con robots manipuladores reales.

También se mostrará al alumnado robots móviles reales.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

La evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016), o bien por el Reglamento de Evaluación que la Universidad de La Laguna tenga vigente en el momento de la convocatoria y/o de publicación de las actas correspondientes. En virtud de dicho reglamento, la evaluación de la asignatura es continua y consiste, según la Memoria de Verifica/Modifica de la titulación, en las siguientes pruebas:

Parte P1:

- Cuestionarios y pruebas de respuesta corta (RC) y pruebas de desarrollo (PD), con un peso del 45% en la nota final obtenida.
- Realización de seminarios (SM), con un peso del 5% en la nota final obtenida.

Parte P2

- Evaluación de las prácticas (PR), con un peso del 40% en la nota final obtenida.
- Realización de trabajos (TR), con un peso del 10% en la nota final obtenida.

Se debe obtener un mínimo de 4.0 puntos en la parte P1 y la parte P2 para aprobar la asignatura. En caso contrario, la nota final máxima que se puede obtener será de 4.5 puntos.

Requisitos mínimos para acceder a la evaluación continua de la asignatura:

Asistencia a las prácticas de la asignatura en un porcentaje superior al 75% del total de sesiones realizadas durante el cuatrimestre, y entrega de los cuestionarios o informes de todas las prácticas.

Mínimos para aprobar la asignatura:

Las pruebas RC y PD se realizan junto a la prueba final de la asignatura (PF), en la fecha oficial de la convocatoria que figure en el calendario académico, la cual consiste en un examen escrito.

En la prueba final PF, el alumnado se evalúa de las partes RC y PD y podrá evaluar cualquiera de las partes no superadas mediante la realización de una prueba indicada por el profesor, en la fecha oficial de convocatoria que figure en el calendario académico, manteniendo las notas del resto de pruebas superadas con la misma ponderación. La prueba PR podrá coincidir con la fecha del examen de convocatoria en función de la disponibilidad del laboratorio.

IMPORTANTE: El alumnado deberá solicitar la prueba PR con 7 días de antelación con respecto a la fecha oficial de convocatoria que figure en el calendario académico. Si el alumnado no asiste a dicha prueba final (PF), la calificación en el

acta será de "No presentado".

Evaluación alternativa:

Si el alumnado no se evalúa de forma continua, en la prueba final PF debe evaluarse de cada una de las partes de la asignatura mediante la realización de las pruebas que el profesor le indique, en la fecha oficial de convocatoria que figure en el calendario académico. La prueba de PR podrá coincidir con la fecha del examen de convocatoria en función de la disponibilidad del laboratorio.

IMPORTANTE: El alumnado deberá solicitar la prueba PR con 7 días de antelación con respecto a la fecha oficial de convocatoria que figure en el calendario académico.

Evaluación del 5% en inglés:

Las actividades y evaluaciones en inglés están contenidas dentro de las pruebas RC, PD y PR. La evaluación de dichas pruebas contemplará, por tanto, la evaluación del inglés en esta asignatura.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]	Cumplimentación de cuestionarios sobre las prácticas. Entrega de los trabajos presencialmente en el laboratorio.	40,00 %
Pruebas de desarrollo	[T9], [O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]	Dominio de los conocimientos teóricos y operativos de la materia	45,00 %
Trabajos y proyectos	[T9], [O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]	En cada trabajo se analizará: - Estructura del trabajo - Originalidad - Presentación	10,00 %
Seminarios	[O1], [O5], [O6], [O7], [O8], [CB2], [27]	Realización de seminarios de contenido práctico.	5,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá ser capaz de:
 Conocer los principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.
 Dominar las técnicas de resolución de la cinemática directa.
 Seleccionar el robot adecuado en función del problema.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

El cronograma de la asignatura se muestra en la siguiente tabla. La distribución de los temas por semana es orientativo, y puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Introducción a la Robótica de Manipulación.	3.80	6.00	9.80
Semana 2:	1	Estructuras básicas. Morfología. Grados de libertad. Manipuladores.	3.80	6.00	9.80
Semana 3:	2	Geometría Homogénea. Matrices de transformación homogéneas. Representación Denavit-Hartenberg.	3.80	6.00	9.80
Semana 4:	2	Cinemática Directa. Concepto de Articulación. Variables generalizadas. Práctica Cinemática directa 2D.	3.80	6.00	9.80
Semana 5:	2	Introducción a la Cinemática Inversa. Práctica Cinemática directa 3D sin pinza.	3.80	6.00	9.80
Semana 6:	3	Sensores de posición y velocidad. Acelerómetros. Giróscopos. Sensores de ultrasonidos. Telémetros láser. Práctica Cinemática directa 3D sin pinza.	3.80	6.00	9.80
Semana 7:	3	Actuadores. Motores DC. Servos. Motores paso a paso. Prácticas/Seminarios brazos robóticos.	3.80	6.00	9.80
Semana 8:	3	Conceptos básicos de visión en Robótica. Estereovisión. Prácticas/Seminarios brazos robóticos.	3.80	6.00	9.80
Semana 9:	4	Control cinemático de manipuladores. Planificación. Práctica Cinemática inversa 3D sin pinza.	3.80	6.00	9.80

Semana 10:	4	Introducción a la Robótica Móvil. Práctica Cinemática directa 3D con pinza.	3.80	6.00	9.80
Semana 11:	5	Cinemática de robots móviles. Práctica Cinemática inversa 3D con pinza.	3.80	6.00	9.80
Semana 12:	5	Localización y Navegación. Práctica Cinemática inversa 3D con pinza. Práctica de robótica móvil	3.80	6.00	9.80
Semana 13:	6	Procesos de Sensado y Movimiento. Práctica de robótica móvil	3.80	6.00	9.80
Semana 14:	6 Repaso/Trabajos	Filtros de Kalman en Robótica.	3.80	6.00	9.80
Semana 15 a 17:	Trabajo autónomo del alumno y realización de pruebas de evaluación.	Repaso/Trabajos Entrega de trabajos (actividad en inglés) Evaluación práctica sobre Robot Móvil.	6.80	6.00	12.80
Total			60.00	90.00	150.00