

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Informática Industrial y Robótica (Interuniversitario)

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Robótica Inteligente y Sistemas Autónomos
(2023 - 2024)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Robótica Inteligente y Sistemas Autónomos	Código: 835971105
<ul style="list-style-type: none">- Centro: Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado- Lugar de impartición: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología- Titulación: Máster Universitario en Informática Industrial y Robótica (Interuniversitario)- Plan de Estudios: 2022 (M597) (Publicado en 2022-01-15)- Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Ingeniería Informática y de Sistemas- Área/s de conocimiento: Arquitectura y Tecnología de Computadores Ingeniería de Sistemas y Automática- Curso: 1- Carácter: Obligatoria- Duración: Primer cuatrimestre- Créditos ECTS: 4,5- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Español	

2. Requisitos de matrícula y calificación

En la ULL no se impartirá en Gallego

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: SANTIAGO TORRES ALVAREZ
- Grupo: Teoría (1), Prácticas (PE101)
General <ul style="list-style-type: none">- Nombre: SANTIAGO- Apellido: TORRES ALVAREZ- Departamento: Ingeniería Informática y de Sistemas- Área de conocimiento: Ingeniería de Sistemas y Automática

Contacto

- Teléfono 1: **922316502 - 6837**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **storres@ull.es**
- Correo alternativo: **storres@ull.edu.es**
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	11:30	13:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.027
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:30	11:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.027
Todo el cuatrimestre		Viernes	09:30	11:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.027

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		Lunes	10:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.027

Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.027
----------------------	--	--------	-------	-------	---	--------

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>.

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:
Perfil profesional:

5. Competencias

Básicas

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Generales

CG1 - Buscar y seleccionar alternativas considerando las mejores soluciones posibles

CG4 - Extraer, interpretar y procesar información, procedente de diferentes fuentes, para su empleo en el estudio y análisis

CG5 - Capacidad para proponer nuevas soluciones en proyectos, productos o servicios

CG6 - Adquirir nuevos conocimientos y capacidades relacionados con el ámbito profesional del máster

CG9 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora

CG11 - Valorar la aplicación de tecnologías emergentes en el ámbito de la industria y la robótica

CG12 - Desarrollar la capacidad para asesorar y orientar sobre la mejor forma o cauce para optimizar los recursos

Transversales

CT01 - Adquirir la terminología y nomenclatura científico-técnica para exponer argumentos y fundamentar conclusiones

CT03 - Aplicar una metodología que fomente el aprendizaje y el trabajo autónomo

Específicas

- CE01** - Capacidad para aplicar técnicas de análisis de datos y técnicas inteligentes en robótica y/o informática industrial
- CE04** - Capacidad para uso y desarrollo de código y librerías que permitan captar el entorno y actuar sobre él en sistemas robóticos y/o industriales
- CE05** - Capacidad para uso y desarrollo de código y librerías que permitan realizar visión por computador o realidad aumentada sobre sistemas robóticos y/o industriales
- CE09** - Capacidad para el uso, simulación y diseño de sistemas mecánicos empleados en entornos robóticos y/o industriales
- CE07** - Capacidad para definir, diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos
- CE10** - Capacidad para el uso, simulación e implementación de tecnologías de fabricación tradicionales o emergentes empleados en sistemas robóticos y/o industriales

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que el/la alumno/a conozca los distintos tipos de robots inteligentes que pueden operar en diferentes entornos, así como los principios básicos de inteligencia y cognición. Por tanto, se desarrollan los siguientes contenidos teóricos y prácticos para la consecución de estos objetivos.

Contenidos teóricos por temas:

Profesor(es): Santiago Torres Álvarez.

- Tema 1: Robots en aplicaciones industriales (líneas de producción y otros entornos en planta).
- Tema 2: Robots en entornos abiertos y sus aplicaciones.
- Tema 3: Topologías, cinemáticas y principios de operación de diferentes categorías de robots.
- Tema 4: Sensorización y actuación, principios y dispositivos de acuerdo con las diferentes aplicaciones.
- Tema 5: Inteligencia y cognición, visión general de principios y diferencias con sistemas tradicionales.
- Tema 6: Introducción a sistemas de control y comunicaciones en robots inteligentes.
- Tema 7: Principios de colaboración entre robots y robótica colaborativa.

Contenidos prácticos por temas:

Profesor(es): Santiago Torres Álvarez.

- Prácticas con unidades robóticas reales relativas a la programación de robots móviles.
- Prácticas con unidades robóticas reales relativas a la planificación de trayectorias y elaboración de mapas del entorno.
- Prácticas con unidades robóticas reales relativas a la colaboración entre unidades robot para cumplir objetivos comunes.

Actividades a desarrollar en otro idioma

- La bibliografía y parte del material y recursos en el aula virtual estarán en inglés.
- Los informes de las prácticas deberán ser realizados en inglés. Los guiones de las mismas también estarán en inglés.
- Los comentarios de los códigos desarrollados en las prácticas deberán estar en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado

Aplica el Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado (MECA - ULL)

Descripción

La metodología a emplear dependerá del tipo de actividad docente a realizar.

- Clases teóricas, en las cuales el profesor irá comentando y explicando los contenidos de la materia y respondiendo a las dudas del alumnado. La explicación se combinará con la realización de debates activos con el profesor y entre el alumnado sobre aspectos teóricos de la asignatura.
- 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. Además, se marcarán proyectos a realizar por el alumnado con las unidades robóticas disponibles, con diferentes objetivos y/o con diferentes modos de resolución en función del alumnado.

Se utilizarán estrategias de aprendizaje activas, y personalizadas en función del seguimiento que se haga del desempeño de cada estudiante en la asignatura. Se asignarán tareas, prácticas y/o proyectos en función de las destrezas y competencias de cada estudiante. Asimismo, se incorporarán bibliografía y recursos necesarios para la adquisición de los contenidos previstos en la asignatura, una vez analizadas las dudas y cuestiones planteadas por los/las estudiantes en la impartición de las clases o en las sesiones de tutoría.

La metodología ABP se aplicará en la asignatura puesto que deberán desarrollar un proyecto final, en el cual cada uno de los estudiantes tendrá asignada una o varias tareas. Dichas tareas deberán ser difundidas o expuestas al resto de la clase, de forma que se puedan integrar las distintas soluciones en el resultado final del proyecto. Por lo tanto, la metodología de Aprendizaje Colaborativo también es de aplicación. Los conocimientos prácticos y teóricos adquiridos en la rerealización del proyecto serán reforzados con los contenidos teóricos impartidos en el aula.

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
Enseñanza teórica	20,00	0,00	20,0	[CB6], [CB7], [CB10], [CG6], [CG11], [CT01], [CE07], [CG9], [CG5], [CE01], [CE10]

Enseñanza práctica	15,00	0,00	15,0	[CB6], [CB7], [CB10], [CG1], [CG6], [CG11], [CG12], [CT03], [CE07], [CG4], [CG9], [CE05], [CE04], [CG5], [CE01], [CE09], [CE10]
Trabajo personal	0,00	74,50	74,5	[CB6], [CB7], [CB10], [CG1], [CG6], [CG11], [CG12], [CT01], [CT03], [CE07], [CG4], [CG9], [CE05], [CE04], [CG5], [CE01], [CE09], [CE10]
Evaluación	3,00	0,00	3,0	[CB6], [CB7], [CG1], [CG6], [CG11], [CT01], [CE07], [CG9], [CG5], [CE01], [CE09], [CE10]
Total horas	38,00	74,50	112,50	
Total ECTS			4,50	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

Nikolaus Correll. Introduction to Autonomous Robots: Kinematics, Perception, Localization and Planning -revised version-(2020). ISBN 13: 9780692700877. Link: <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/316>

Murphy, Robin R. Introduction to AI Robotics. Cambridge, Massachusetts: Mit, 2000. Print. Intelligent Robots and Autonomous Agents. Link: <https://puntoq.ull.es/permalink/f/6auhvr/ullabsysULL00267418c-3>

Zhou, Changjiu, Darío Maravall, and Da Ruan. Autonomous Robotic Systems. Vol. 116. Heidelberg: Physica-Verlag, 2003. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Link: https://puntoq.ull.es/permalink/f/1rcchus/TN_cdi_askewsholts_vlebooks_9783790817676
. Link directo al recurso electrónico de ULL: <https://link-springer-com.accedys2.bbt.ull.es/book/10.1007/978-3-7908-1767-6>

Parker, James R.

Python

. Mercury Learning and Information, 2021. Link:

<https://puntoq.ull.es/permalink/f/6auhvr/ullsf4100000011808920>

. Link directo al recurso electrónico de ULL:

<https://ebookcentral-proquest-com.accedys2.bbt.ull.es/lib/bull-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6522952>

Bibliografía Complementaria

Driankov, Dimiter, and Alessandro Saffiotti. Fuzzy Logic Techniques for Autonomous Vehicle Navigation. Vol. 61. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 2001. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Link:

https://puntoq.ull.es/permalink/f/1rcchus/TN_cdi_askewsholts_vlebooks_9783790818352

. Link directo al recurso electrónico de ULL:

<https://link-springer-com.accedys2.bbt.ull.es/book/10.1007/978-3-7908-1835-2>

Laugier, Christian, and Raja Chatila.

Autonomous Navigation in Dynamic Environments

. Vol. 35. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, 2007. Springer Tracts in Advanced Robotics. Link:

https://puntoq.ull.es/permalink/f/1rcchus/TN_cdi_hal_primary_oai_HAL_inria_00356874v1

. Link directo al recurso electrónico de ULL:

<https://link-springer-com.accedys2.bbt.ull.es/book/10.1007/978-3-540-73422-2>

Choset, Howie, Sebastian Thrun, Kevin M Lynch, George A Kantor, Seth Hutchinson, Lydia E Kavraki, and Wolfram Burgard. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementation. Cambridge, Mass: Bradford Book, 2005. Intelligent Robotics and Autonomous Agents. Link:

https://puntoq.ull.es/permalink/f/1rcchus/TN_cdi_skillsoft_books24x7_bke00000749

. Link directo al recurso electrónico de ULL:

<https://ebookcentral-proquest-com.accedys2.bbt.ull.es/lib/bull-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3339140>

Otros Recursos

Apuntes y material en el aula virtual.

Unidades robóticas reales para la docencia práctica.

Aula de ordenadores.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación (REC) de la Universidad de La Laguna (Boletín Oficial de la Universidad de La Laguna de 23 de junio de 2022), modificado parcialmente en Consejo de Gobierno el 31 de mayo de 2023, o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación o Modificación vigente.

En virtud de dicho reglamento, **todo el alumnado está sujeto a evaluación continua en la primera convocatoria de la asignatura, salvo el o la estudiante que se acoja a la evaluación única, lo que tendrá que ser comunicado por el propio alumnado antes de haberse presentado a las actividades cuya ponderación compute, al menos, el 40% de la evaluación continua** (ver art. 5.5 del REC), o excepcionalmente por circunstancias sobrevenidas (ver art. 5.7 del REC).

EVALUACIÓN CONTINUA

La **evaluación continua** para esta asignatura consiste, según la Memoria de Verifica/Modifica para la titulación, en las siguientes pruebas:

- Pruebas escritas objetivas (PO), con un peso del 30% en la nota final obtenida.
- Evaluación de trabajos y proyectos (TP), con un peso del 50% en la nota final obtenida.
- Evaluación de prácticas de laboratorio (PR), con un peso del 20% en la nota final obtenida.

En relación a la evaluación continua, conforme al artículo 4.7 del REC **"se entenderá agotada la convocatoria desde que el alumnado se presente, al menos, a las actividades cuya ponderación compute el 50 % de la evaluación continua, salvo en los casos recogidos en el artículo 5.5"**. Por lo tanto, una vez realizado cualquier conjunto de actividades cuya suma de ponderaciones alcance el 50% supone el agotamiento de la evaluación continua de la asignatura. Una vez agotada la evaluación continua la calificación en el acta **no podrá ser "No presentado"**.

Obligatoriedad de las actividades: Será obligatorio realizar todas las pruebas de evaluación propuestas en la asignatura.

Mínimos para aprobar la asignatura:

- La PO se realiza junto a la prueba final de la asignatura (PF), en la fecha oficial de la convocatoria que figure en el calendario académico. **Se debe obtener un mínimo de 4.0 puntos en PO para aprobar la asignatura.**
- Las pruebas de TP y PR se realizan en las horas de prácticas de la asignatura. **Se debe obtener un mínimo de 5.0 puntos en TP y de 5.0 en PR para aprobar la asignatura.**

Si alguno de estos requerimientos mínimos no se cumpliera, la nota final máxima que se puede obtener será de 4.5 puntos. Por tanto la nota final (NF) se obtiene tras la aplicación de la siguiente fórmula, donde se consideran puntuaciones sobre 10.0 puntos:

- Si $(PO \geq 4.0)$ Y $(TP \geq 5.0)$ Y $(PR \geq 5.0)$, $NF = 0.30 \cdot PO + 0.50 \cdot TP + 0.20 \cdot PR$.
- En caso contrario,
 - Si se ha agotado la evaluación continua, $NF = \min(4.5; 0.30 \cdot PO + 0.50 \cdot TP + 0.20 \cdot PR)$,
 - Si no se ha agotado la evaluación continua, $NF = \text{"No Presentado"}$.

En la prueba final PF de la primera convocatoria, el alumnado se evalúa de la parte PO. Las partes TP y PR deben haber sido evaluadas antes del fin del periodo lectivo de la primera convocatoria.

La modalidad de evaluación continua se extenderá a la segunda convocatoria. Por lo tanto, la segunda convocatoria podrá utilizarse para recuperar las pruebas de evaluación continua no superadas en la primera convocatoria de la asignatura, manteniendo las notas del resto de pruebas superadas con la misma ponderación. Las pruebas PR y TP podrán coincidir con la fecha del examen de convocatoria en función de la disponibilidad del laboratorio. **IMPORTANTE: El alumnado deberá solicitar la prueba PR y/o TP como mínimo con 7 días de antelación respecto a la fecha oficial de la segunda convocatoria** que figure en el calendario académico.

EVALUACIÓN ÚNICA

Si el alumnado no se evalúa de forma continua (por las circunstancias que se describen en el REC), debe evaluarse de todo el contenido teórico y práctico de la asignatura. La evaluación única, cuya realización debe ser comunicada al profesorado de la asignatura con una antelación mínima de 7 días respecto a la fecha oficial en la que el/la estudiante quiera presentarse, consiste en las siguientes pruebas:

- Una prueba teórica (PT) donde se evaluarán aspectos teóricos, y que equivale a las pruebas PO de la evaluación continua;
- Una prueba práctica (PP) donde se evaluarán contenidos prácticos, y que equivale a las pruebas TP y PR de la evaluación continua.

Si la realización de estas pruebas no puede realizarse el mismo día debido a su extensión, el profesorado convendrá con el alumnado una fecha alternativa para su realización. La ponderación de las distintas pruebas de evaluación en la NF de la asignatura es: $NF = 0.30 \cdot PT + 0.70 \cdot PP$. La prueba PP podrá coincidir con la fecha del examen de convocatoria en función de la disponibilidad del laboratorio.

Respecto a la 5ª convocatoria y posteriores:

El alumnado que se encuentre en la quinta o posteriores convocatorias y desee ser evaluado por un Tribunal, deberá presentar una solicitud a través del procedimiento habilitado en la sede electrónica, dirigida al Director/a de la Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación mínima de diez días hábiles al comienzo del periodo de exámenes.

Respecto a la conservación de actividades formativas prácticas del curso anterior:

El estudiantado que así lo desee podrá mantener las calificaciones de las pruebas prácticas obtenidas en el curso anterior. Para ello, es de aplicación la siguiente tabla de equivalencias:

- Curso anterior: Calificación obtenida en TP -----> Curso actual: TP.
- Curso anterior: Calificación obtenida en PR -----> Curso actual: PR.

Evaluación del 5% de inglés:

Las actividades y evaluación en inglés están contenidos dentro de las pruebas TP 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 escritas objetivas (exámenes)	[CE10], [CE07], [CE09], [CE01], [CT01], [CG11], [CG9], [CG6], [CG5], [CG1], [CB10], [CB7], [CB6]	Pruebas de evaluación por escrito de conceptos teóricos y resolución de casos.	30,00 %
Evaluación de trabajos y proyectos	[CE10], [CE07], [CE09], [CE05], [CE04], [CE01], [CT03], [CT01], [CG12], [CG11], [CG9], [CG6], [CG5], [CG4], [CG1], [CB10], [CB7], [CB6]	Realización de trabajos y/o proyectos relativos a la programación de robots, la planificación de trayectorias, la construcción de mapas, y la ejecución de tareas colaborativas.	50,00 %
Evaluación de prácticas de laboratorio	[CE10], [CE07], [CE09], [CE05], [CE04], [CE01], [CT03], [CG12], [CG11], [CG9], [CG6], [CG5], [CG4], [CG1], [CB10], [CB7], [CB6]	Realización de prácticas sobre sistemas reales y/o simulados.	20,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

- Conocer los diferentes tipos de robots en función de su aplicación.
- Conocer las estructuras mecánicas básicas con las que se construyen las distintas morfologías robóticas, así como las claves y parámetros de su comportamiento.
- Conocer los principios de funcionamiento de los distintos tipos de sensores y actuadores adaptados a los diferentes entornos de operación.
- Maneja la documentación propia de un sistema robótico.
- Disponer de una visión general de las diferentes posibilidades y objetivos de control en robots inteligentes, así como las tecnologías básicas que se pueden aplicar.
- Conocer de forma general las capacidades y aproximaciones más conocidas a la colaboración autónoma entre robots, así como los principios y problemas de la colaboración entre robots y humanos.

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.
La evaluación de las prácticas de laboratorio (PR) se hará durante el cuatrimestre a medida que se vayan alcanzando los objetivos marcados en las mismas.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases teóricas y prácticas.	2.00	4.00	6.00
Semana 2:	1	Clases teóricas y prácticas. Propuesta de trabajos y/o proyectos.	2.00	4.00	6.00
Semana 3:	2	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	4.00	6.00
Semana 4:	2	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	4.00	6.00
Semana 5:	3	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	4.00	6.00
Semana 6:	3 y 4	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	4.00	6.00
Semana 7:	4	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	3.00	4.00	7.00
Semana 8:	5	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	5.00	7.00
Semana 9:	5	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	5.00	7.00
Semana 10:	5 y 6	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	2.00	5.00	7.00
Semana 11:	6	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	3.00	5.00	8.00
Semana 12:	6	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	3.00	5.00	8.00
Semana 13:	6 y 7	Clases teóricas y prácticas. Realización de trabajos y/o proyectos.	3.00	5.00	8.00
Semana 14:	7	Clases teóricas. Evaluación de trabajos y/o proyectos (TP). Exposiciones y defensas.	3.00	6.00	9.00
Semana 15:	7	Clases teóricas. Evaluación de trabajos y/o proyectos (TP). Exposiciones y defensas.	3.00	6.50	9.50

Semana 16 a 18:	EVALUACIÓN	Evaluación y trabajo autónomo del alumnado.	2.00	4.00	6.00
Total			38.00	74.50	112.50