



| Guía docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                    |           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                    | 2020/21   |
| Asignatura (*)        | Desarrollo de Aplicaciones en Robótica: ROS Avanzado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    | Código                             | 770538014 |
| Titulación            | Máster Universitario en Informática Industrial e Robótica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                    |           |
| Descriptor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                    |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Curso              | Tipo                               | Créditos  |
| Máster Oficial        | 2º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Primero            | Optativa                           | 3         |
| Idioma                | CastellanoGallego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                                    |           |
| Modalidad docente     | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                                    |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                    |           |
| Departamento          | Ciencias da Computación e Tecnoloxías da Información                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                    |           |
| Coordinador/a         | Becerra Permuy, Jose Antonio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correo electrónico | jose.antonio.becerra.permuy@udc.es |           |
| Profesorado           | Becerra Permuy, Jose Antonio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correo electrónico | jose.antonio.becerra.permuy@udc.es |           |
|                       | Mallo Casdelo, Alma María                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    | alma.mallo@udc.es                  |           |
| Web                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                    |           |
| Descripción general   | El objetivo de esta asignatura es que el alumno sea capaz de abordar aplicaciones de robótica reales con ROS y Python, incluyendo pruebas con simuladores físicos 3D y la implantación en robots reales.                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                    |           |
| Plan de contingencia  | 1. Modificaciones en los contenidos<br>No se realizarán cambios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                                    |           |
|                       | 2. Metodologías<br>*Metodologías docentes que se mantienen<br>Se mantienen todas las metodologías.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                    |           |
|                       | *Metodologías docentes que se modifican<br>Todas las metodologías tendrán que ser adaptadas. Así, la sesión magistral, las prácticas de laboratorio y la prueba mixta se realizarán mediante Teams y / o Moodle. La presentación de los trabajos tutelados se realizará también mediante Teams. Los dispositivos físicos empleados en todas las metodologías serán reemplazados por simuladores.                                                       |                    |                                    |           |
|                       | 3. Mecanismos de atención personalizada al alumnado<br>A excepción de las tutorías en despacho, se mantienen los mismos mecanismos de atención personalizada, a saber: videoconferencia y mensajería por Teams, Moodle y correo electrónico, por este orden de preferencia. Adicionalmente, si el profesorado observa que hay dudas comunes a un grupo de alumnos, se podrán programar tutorías de grupo reducido mediante videoconferencia por Teams. |                    |                                    |           |
|                       | 4. Modificaciones en la evaluación<br>No hay cambios en la evaluación, más allá de que será realizada telemáticamente mediante Moodle o Teams.<br><br>*Observaciones de evaluación:                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                    |           |
|                       | 5. Modificaciones de la bibliografía o webgrafía<br>Toda la bibliografía recomendada fue adquirida por la biblioteca del centro en PDF además de en papel, por lo que podría ser proporcionada a los alumnos. En el caso de que eso no fuese posible por una cuestión de derechos de autor, el profesorado proporcionaría una substitutoria de libre acceso.                                                                                           |                    |                                    |           |

| Competencias del título |                                                                                                                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                  | Competencias del título                                                                                                                              |
| A4                      | 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 |



|     |                                                                                                                                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A5  | 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                                    |
| A6  | CE06 - Capacidad para diseñar, simular y/o implementar soluciones tecnológicas que impliquen el uso de robots y/o sistemas de informática industrial en un entorno, contemplando aspectos éticos y legales |
| A9  | CE09 - Capacidad para el uso, simulación y diseño de sistemas mecánicos empleados en entornos robóticos y/o industriales                                                                                   |
| B1  | 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                            |
| B5  | 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.                                 |
| B6  | CG1 - Buscar y seleccionar alternativas considerando las mejores soluciones posibles                                                                                                                       |
| B10 | CG5 - Capacidad para proponer nuevas soluciones en proyectos, productos o servicios                                                                                                                        |
| B12 | CG7 - Analizar de forma crítica la propia experiencia de prácticas                                                                                                                                         |
| B14 | CG9 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora                                                                                                  |
| B18 | CG13 - Plantear y resolver problemas, interpretar un conjunto de datos y analizar los resultados obtenidos; en el ámbito de la informática industrial y la robótica                                        |
| C4  | CT04 - Desarrollar el pensamiento crítico                                                                                                                                                                  |
| C5  | CT05 - Adquirir la capacidad para elaborar un trabajo multidisciplinar                                                                                                                                     |

| Resultados de aprendizaje                                                                                                        |                          |                                                   |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------|------------|
| Resultados de aprendizaje                                                                                                        | Competencias del título  |                                                   |            |
| Saber desarrollar aplicaciones de robótica complejas utilizando un IDE completo, incluyendo la depuración de los nodos.          | AM4<br>AM6               | BM14                                              |            |
| Saber utilizar un simulador 3D en ROS.                                                                                           | AM4<br>AM5<br>AM6<br>AM9 | BM12<br>BM14                                      |            |
| Conocimiento de algunas librerías habituales en ROS para la utilización de sensores y actuadores habituales, incluyendo cámaras. | AM4<br>AM5<br>AM6<br>AM9 | BM14                                              |            |
| Conocimiento de librerías que permiten implementar técnicas SLAM en ROS.                                                         | AM4<br>AM5<br>AM6<br>AM9 | BM1<br>BM5<br>BM6<br>BM10<br>BM12<br>BM14<br>BM18 | CM4<br>CM5 |
| Experiencia en el desarrollo de aplicaciones ROS sobre robots reales.                                                            | AM4<br>AM5<br>AM6<br>AM9 | BM1<br>BM5<br>BM6<br>BM10<br>BM12<br>BM14<br>BM18 | CM4<br>CM5 |

| Contenidos                              |                                                      |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Tema                                    | Subtema                                              |
| Integración de ROS en un IDE de Python. | ROS en Visual Studio Code.<br>Depuración con Winpdb. |



|                                                                             |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Simulación 3D en ROS.                                                       | Gazebo.                                                                          |
| Ejemplos de utilización de sensores y actuadores reales con ROS.            | 2D range finders.<br>3D sensors.<br>Pose estimation.<br>Cameras.<br>ROS Control. |
| Utilización de cámaras y librerías de procesado de imágenes en ROS.         | ROS Pipeline.<br>Imagen RGB.<br>Imagen estéreo.<br>Imagen de profundidad.        |
| SLAM en ROS.                                                                | OpenSLAM GMapping.<br>Hector SLAM.<br>OpenVSLAM.                                 |
| Implementación de ejemplos completos utilizando simulación y robots reales. | Implementación de ejemplos completos utilizando simulación y robots reales.      |

| Planificación            |                                     |                    |                                          |               |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas   | Competencias                        | Horas presenciales | Horas no presenciales / trabajo autónomo | Horas totales |
| Sesión magistral         | A6 B1 B10 C4                        | 7                  | 10.5                                     | 17.5          |
| Prácticas de laboratorio | A4 A5 A6 A9 B6 B12<br>B14 B18       | 10                 | 15                                       | 25            |
| Trabajos tutelados       | A4 A5 A6 A9 B5 B6<br>B12 B14 B18 C5 | 0                  | 28.5                                     | 28.5          |
| Prueba mixta             | A6 B1 B10 C4                        | 2                  | 0                                        | 2             |
| Atención personalizada   |                                     | 2                  | 0                                        | 2             |

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

| Metodologías             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías             | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sesión magistral         | Actividad presencial en el aula que sirve para establecer los conceptos fundamentales de la materia. Consiste en la exposición oral haciendo uso profuso de medios audiovisuales y buscando la participación de los alumnos mediante el planteamiento de casos prácticos y la realización de preguntas, con el fin de facilitar el aprendizaje y fomentar el espíritu crítico.                                                                                     |
| Prácticas de laboratorio | Mediante esta actividad los alumnos implementarán en el laboratorio pequeños programas / sistemas que ejemplificarán los conceptos vistos en las sesiones magistrales, de forma que puedan probar en el mundo real algunos de los métodos y técnicas, y valorar de primera mano los problemas (y sus implicaciones) que surgen en la implementación.                                                                                                               |
| Trabajos tutelados       | Realización de uno o varios trabajos a lo largo del cuatrimestre, planteados de forma incremental, realizados de forma autónoma y tutorizados por los profesores, que implicarán llevar a la práctica gran parte de los conceptos vistos en las sesiones magistrales. El trabajo será realizado en grupo y los alumnos entregarán, en soporte informático, una memoria y tendrán que realizar también una presentación ante el profesor y sus compañeros de clase. |
| Prueba mixta             | Prueba de evaluación que se realizará en las correspondientes oportunidades de las convocatorias oficiales. Consistirá en una prueba escrita con preguntas muy breves y / o de tipo test, con la finalidad de comprobar el afianzamiento de los conceptos teóricos más importantes vistos en la asignatura.                                                                                                                                                        |

| Atención personalizada |             |
|------------------------|-------------|
| Metodologías           | Descripción |



|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trabajos tutelados | Trabajos tutelados: será necesario mostrar los avances que se vayan realizando para ofrecer la orientación adecuada, resolver dudas y asegurar la calidad del trabajo. Estas tutorías se realizarán en grupo y de forma presencial en el despacho del profesor. |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Evaluación               |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Metodologías             | Competencias                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Calificación |
| Prueba mixta             | A6 B1 B10 C4                     | <p>Prueba final de la materia que consistirá en la realización de un examen individual. Esta prueba tendrá preguntas de tipo teóricas y prácticas relacionadas con los conceptos estudiados en las clases magistrales, en las prácticas de laboratorio o con los contenidos de los trabajos / proyectos tutelados.</p> <p>Nomenclatura empleada en la sección de observaciones para esta actividad:<br/>PM: nota obtenida en esta prueba.</p>                                                                                                                                                                  | 25           |
| Prácticas de laboratorio | A4 A5 A6 A9 B6 B12 B14 B18       | <p>Consistirá en la recopilación de todas las prácticas de laboratorio realizadas durante el curso. Estas deberán realizarse en el tiempo asignado a las clases prácticas, y se entregarán al final de las mismas. Durante su realización, el alumno puede plantear dudas al profesor o consultar los materiales que estime oportuno. Por tanto, esta actividad evaluará el trabajo diario del alumno en las clases prácticas.</p> <p>Nomenclatura empleada en la sección de observaciones para esta actividad:<br/>PL: nota obtenida en los ejercicios realizados en las clases prácticas de laboratorio.</p> | 35           |
| Trabajos tutelados       | A4 A5 A6 A9 B5 B6 B12 B14 B18 C5 | <p>Desarrollo de un proyecto aplicado en grupos reducidos. Será necesario entregar los materiales (documento y presentación) en tiempo y forma siguiendo las indicaciones del enunciado. Además, requerirá la exposición oral por parte de todos los integrantes del grupo de trabajo, empleando para eso la presentación entregada. La no realización de la presentación supondrá una nota de cero en esta actividad.</p> <p>Nomenclatura empleada en la sección de observaciones para esta actividad:<br/>TT: nota obtenida en el trabajo tutelado.</p>                                                      | 40           |

| Observaciones evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Para poder aprobar la materia el estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos (puntuación entre 0 y 10 en todas las actividades): Que la nota en las prácticas de laboratorio sea mayor o igual que 5. Que la nota en el trabajo tutelado sea mayor o igual que 5. Que la nota en la prueba mixta sea mayor o igual que 5. Si no se cumplen todos los requisitos anteriores la cualificación será de suspenso y la nota numérica máxima que se podrá obtener, en la oportunidad correspondiente, será de 4,5 puntos. Si se cumplen los requisitos exigidos, la nota final se calculará de la siguiente forma: <math>NOTA\ FINAL = 0,35 \times PL + 0,40 \times TT + 0,25 \times PM</math>. Si bien la asistencia a las clases no es obligatoria, el primer requisito convierte en muy difícil aprobar la asignatura si el número de ausencias a las clases en el laboratorio es elevado. En el caso de los alumnos matriculados a tiempo parcial, dependiendo de las circunstancias y si los profesores lo consideran necesario, la parte de la puntuación de las diferentes prácticas de laboratorio podrá pasarse al trabajo tutelado, a cambio de la obligación de la existencia de una tutoría cada semana para garantizar el correcto aprovechamiento de la asignatura. Notas sobre las actividades: - Todas las actividades tendrán una única oportunidad para su entrega durante el curso académico, salvo la prueba mixta que tendrá dos oportunidades oficiales de examen. Por lo tanto, las notas obtenidas durante el curso en las prácticas y en el trabajo tutelado se guardan para la oportunidad de julio, NO SIENDO POSIBLE REPETIRLAS. - De acuerdo al artículo 14, apartados 1 y 3 de la normativa*, la copia o intento de copia (o cualquier comportamiento impropio) durante una prueba implicará la cualificación de suspenso con un 0 en las dos oportunidades de la convocatoria anual. - De acuerdo al artículo 14, apartado 4 de la misma normativa, el plagio de cualquier trabajo implicará la cualificación de suspenso con un 0 en dicho trabajo. * Normativa de evaluación, revisión y reclamación de las calificaciones de los estudios de grado y máster universitario, cuya última versión es del 29 de junio de 2017.</p> |



## Fuentes de información

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Básica         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Joseph, L., &amp; Cacace, J. (2018). Mastering ROS for Robotics Programming: Design, build, and simulate complex robots using the Robot Operating System. Second Edition.. Packt Publishing Ltd.</li><li>- Newman, W. (2017). (2017). A Systematic Approach to Learning Robot Programming with ROS.. CRC Press.</li><li>- Fairchild, C., &amp; Harman, T. L. (2017). ROS Robotics By Example: Learning to control wheeled, limbed, and flying robots using ROS Kinetic Kame. Second Edition.. Packt Publishing Ltd.</li></ul> |
| Complementaria |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Python para Ingenieros Introductorio/770538011

Desarrollo de Aplicaciones en Robótica: Introducción a ROS/770538013

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Python para Ingenieros Avanzado/770538012

### Asignaturas que continúan el temario

## Otros comentarios

Para ayudar a conseguir un entorno sostenible y cumplir con el objetivo de la acción número 5 ("Docencia e investigación saludable y sostenible ambiental y social") del "Plan de Acción Green Campus Ferrol" la entrega de los trabajos documentales que se realicen en esta materia:1. Se solicitará en formato virtual y/o soporte informático.2. Se realizará a través de Moodle, en formato digital sin necesidad de imprimirlos.3. De realizarse en papel:- No se emplearán plásticos.- Se realizarán impresiones a doble cara.- Se empleará papel reciclado.- Se evitará la impresión de borradores.

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías