



POLITÉCNICA

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

Datos Descriptivos

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| ASIGNATURA: | 4530 ROBÓTICA SUBMARINA |
| MATERIA: | CONSTRUCCIONES NAVALES |
| CRÉDITOS EUROPEOS: | 5 |
| CARÁCTER: | OPTATIVA |
| TITULACIÓN: | MÁSTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA |
| CURSO/SEMESTRE | 2º CURSO, SEGUNDO SEMESTRE |
| ESPECIALIDAD: | |

| | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| CURSO ACADÉMICO | 2021-2022 | | |
| PERIODO IMPARTICION | Septiembre- Enero | Febrero - Junio | |
| | | x | |
| IDIOMA IMPARTICIÓN | Sólo castellano | Sólo inglés | Ambos |
| | x | | |

| | | |
|---|--|--|
| DEPARTAMENTO: | ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y SISTEMAS OCEÁNICOS Y NAVALES | |
| PROFESORADO | | |
| NOMBRE Y APELLIDO (C =Coordinador) | DESPACHO | Correo electrónico |
| JOSÉ A. SOMOLINOS SÁNCHEZ (C) | P01.39 | joseandres.somolinos@upm.es |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|--|--|
| CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA | |
| ASIGNATURAS SUPERADAS | Dinámica del buque |
| | Hidrodinámica avanzada del buque |
| | Electrónica, Automática, Navegación y Comunicaciones (Grado) |
| | |
| OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS | Fundamentos de cinemática y dinámica de sistemas |
| | Fundamentos de ingeniería de control |
| | Instrumentación y Control a Bordo |

Contenidos y Actividades de Aprendizaje

| CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO) | | |
|--|--|--------------------------|
| TEMA / CAPITULO | APARTADO | Indicadores Relacionados |
| PARTE I. Robótica Submarina Descriptiva | | |
| Tema 1. Introducción | 1.1.- Objetivos y estructura de la asignatura | T01-01 |
| Tema 2. Clasificación de Robots Sub y marinos | 2.1.- Clasificación de los UUVs y ASVs(1/2 hora) | T02-01 |
| | 2.2.- ROVs de exploración | T02-02 |
| | 2.3.- ROVS de intervención | T02-03 |
| | 2.4.- AUVs y Gliders | T02-04 |
| | 2.5.- Aplicaciones de la robótica marina | T02-05 |
| Tema 3. Diseño y operación de UUVs | 3.1.- Integración de sistemas en el diseño de un AUV (2 horas) | T03-01 |
| | 3.2.- Operación de un ROV (2 horas en canal) | T03-02 |

| CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO) | | |
|---|--|---------------------------------|
| TEMA / CAPITULO | APARTADO | Indicadores Relacionados |
| PARTE II. Control de Robots Submarinos | | |
| Tema 4. Modelado Básico de Robots Submarinos | 4.1.- Introducción | T04-01 |
| | 4.2.- Cinemática | T04-02 |
| | 4.3.- Dinámica. Dinámica de los Accionamientos | T04-03 |
| | 4.4.- Efectos Hidrodinámicos. Gravedad. Empuje | T04-04 |
| | 4.5.- Dinámica general en forma matricial | T04-05 |
| Tema 5. Modelado de sistemas submarinos | 5.1.- Dinámica de Manipuladores a bordo | T05-01 |
| | 5.2.- Cinemática Diferencial | T05-02 |
| | 5.3.- Dinámica conjunta Vehículo-Manipulador | T05-03 |
| | 5.4.- Interacción con el Entorno | T05-04 |
| Tema 6. Introducción a sistemas de control por técnicas de estados | 6.1.- Sistemas en Espacio de Estados | T06-01 |
| | 6.2.- Controlabilidad y Observabilidad | T06-02 |
| | 6.3.- Estabilidad de sistemas lineales y no lineales | T06-03 |
| | 6.4.- Realimentación de estado | T06-04 |
| | 6.5.- Introducción a los observadores | T06-05 |
| Tema 7. Diseño de Controladores para UAVs de 6 GDL | 7.1.- Controladores en sistema de referencia fijo | T07-01 |
| | 7.2.- Controladores en sistema a bordo | T07-02 |
| | 7.3.- Controladores mixtos | T07-03 |
| | 7.4.- Controlador por Jacobiano Transpuesto | T07-04 |
| Tema 8. Detección de Fallos/Estrategias ante Fallos | 8.1.- Introducción | T09-01 |
| | 8.2.- Lista de fallos habituales | T09-02 |
| | 8.3.- Esquemas de detección de fallos | T09-03 |

| CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO) | | |
|---|--|--------------------------|
| TEMA / CAPITULO | APARTADO | Indicadores Relacionados |
| PARTE III. Integración del conjunto. Trabajo Práctico. | | |
| Tema 9. Integración del sistema de control | 9.1.- Modelo dinámico simple | T10-01 |
| | 9.2.- Diseño de reguladores | T10-02 |
| | 9.3.- Efecto de corrientes. Compensación | T10-03 |
| | 9.4.- Efecto de perturbaciones | T10-04 |
| | 9.5.- Integración final | T10-05 |

Trabajos Prácticos:

El desarrollo teórico de la asignatura estará basado en explicaciones del profesor, apoyadas en presentaciones multimedia. La parte práctica constará de una serie de trabajos prácticos (TP) a realizar por los alumnos fuera del aula, que serán resueltos y expuestos en clase al final del curso, además de la realización de ejercicios individuales de comprensión de los contenidos explicados. Estos trabajos están orientados al desarrollo del trabajo en equipo, el de las habilidades de iniciativa, comunicación y creatividad y el reforzamiento de los conceptos fundamentales de la asignatura.

Las tareas a llevar a cabo serán las indicadas en la parte III (Tema 10). Se llevará a cabo de la forma siguiente:

- Se habrá de obtener un modelo dinámico simple de un UAV/ROV, realizar su simulación en MATLAB-SIMULINK.
- Se diseñará un Sistema de Control ante ausencia total de perturbaciones externas.
- Se añadirán efectos de pérdida de empuje en las cercanías de la superficie.
- Se añadirán efectos de perturbaciones: corrientes, incertidumbres paramétricas. Se re-diseñará el sistema de Control.
- Se simulará el comportamiento del buque bajo una trayectoria preasignada y unas condiciones ambientales predefinidas.
- Se debatirá el comportamiento del UAV/ROV bajo el sistema de control diseñado, las condiciones ambientales predefinidas y la trayectoria a realizar.

DESARROLLO TEMPORAL DE LA ASIGNATURA:

Se parte de una asignación de 2 horas a la semana en el calendario de clase para las actividades en aula y las dos evaluaciones (Tema 6 y Trabajo Práctico). Para alcanzar las horas totales, se requerirán horas adicionales que se consensuarán con el alumnado.

De acuerdo con esta base, las 15 semanas útiles del semestre se desarrollarán en base al siguiente cronograma:

| Febrero | Clases con Profesor | | Trabajo Personal del Alumno | |
|-------------------------|---------------------|------------|-----------------------------|------------|
| Semana | | ACUMULADAS | | ACUMULADAS |
| 01 | introd... + 1 hora | 2 horas | 2 horas | 2 horas |
| 02 | 2 horas | 4 horas | 2 horas | 4 horas |
| 03 | 3 horas | 7 horas | 6 horas | 10 horas |
| Marzo | | | | |
| 04 | 3 horas | 10 horas | 6 horas | 16 horas |
| 05 | 3 horas | 13 horas | 6 horas | 22 horas |
| 06 | 3 horas | 16 horas | 6 horas | 28 horas |
| Vacaciones Semana Santa | | | Vacaciones Semana Santa | |
| 07 | 3 horas | 19 horas | 6 horas | 34 horas |
| Abril | | | | |
| 08 | 3 horas | 22 horas | 6 horas | 40 horas |
| 09 | 2 horas | 24 horas | 5 horas | 45 horas |
| 10 | 2 horas | 26 horas | 5 horas | 50 horas |
| 11 | 2 horas | 28 horas | 5 horas | 55 horas |
| Mayo | | | | |
| 12 | 2 horas | 30 horas | 5 horas | 60 horas |
| 13 | 2 horas | 32 horas | 6 horas | 65 horas |
| 14 | 2 horas | 34 horas | 9 horas | 70 horas |
| 15 | 2 horas | 36 horas | | |

EVALUACIÓN:

El alumno dispondrá del plazo indicado por la normativa para optar por la evaluación continua o por el método de sólo examen final.

Los alumnos que opten por la evaluación continua realizarán dos pruebas de evaluación a lo largo del semestre. Deberán realizar los trabajos prácticos programados, asistir regularmente a clase, de forma proactiva, realizando las tareas semanales que se indiquen. La calificación se obtendrá de la siguiente forma:

- 15 % por la primera evaluación (pseudo-test parte I)
- 15 % por actividades en clase (incluyendo presentaciones y/o trabajos (parte I)
- 30 % por la segunda evaluación (parte II)
- 30 % por la realización con aprovechamiento de los trabajos prácticos (parte II)
- 10 % por la correcta secuenciación del aprendizaje en el semestre.

Para superar la asignatura por curso es necesario obtener una calificación mayor o igual de 5 puntos, y no obtener calificación menor de 3 puntos en ninguna de las partes.

Los alumnos que opten por el método de sólo examen final, realizarán un único examen en el que se evaluará de forma teórico práctica los contenidos de la asignatura.

La duración del examen será de 2 a 3 horas, con una parte de teoría y otra de ejercicios.

Para el aprobado por curso y paso al examen global el tribunal podrá considerar casos especiales que por enfermedad u otros problemas sobrevenidos, hayan impedido que el alumno cumpla con todas las condiciones indicadas. También en casos justificados de conocimientos prácticos suficientes y obtención de una buena calificación en el examen final, podrá eximir de la realización de la prueba práctica final.

CARGA DE TRABAJO DE LA ASIGNATURA (por horas):

(Para el alumno que opta por el sistema de evaluación continua)

| PARTE I. Robótica Submarina Descriptiva | Teoría | Ejercicios | Total Aula | Trabajos Prácticos | Trabajo Personal Alumno |
|---|--|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Tema 1. Introducción | 1 | - | 1 | - | 1 |
| Tema 2. Clasificación de Robots Sub y marinos | 5 | 0 | 5 | - | 5 |
| Tema 3. Diseño y operación de UUVs | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| TOTAL PARTE I | 6 | 2 | 6 | 2 | 10 |
| | | | | | |
| PARTE II. Control de Robots Submarinos | Teoría | Ejercicios | Total Aula | Trabajos Prácticos | Trabajo Personal Alumno |
| Tema 4. Modelado Básico de Robots Submarinos | 2 | - | 2 | - | 2 |
| Tema 5. Modelado de sistemas submarinos | 3 | 1 | 4 | - | 4 |
| Tema 6. Introducción a sistemas de control por técnicas de estado | 4 | 2 | 6 | - | 6 |
| Tema 7. Diseño de Controladores para UAVs de 6 GDL | 8 | 2 | 10 | - | 10 |
| Tema 8. Detección de Fallos/Estrategias de Tolerancia | 6 | 2 | 8 | - | 8 |
| TOTAL PARTE II | 23 | 7 | 30 | - | 30 |
| | | | | | |
| PARTE III. Integración del Conjunto | Teoría | Ejercicios | Total Aula | Trabajos Prácticos | Trabajo Personal Alumno |
| Tema 9. Integración del Sistema de control | - | - | - | 4 | 25 |
| TOTAL PARTE III | - | - | - | 4 | 25 |
| | | | | | |
| Evaluaciones parciales | - | - | 1 | - | 5 |
| | | | | | |
| Total asignatura: | 45 horas con Profesor (9 horas/Crédito ECTS) | | | | 70 horas |

Total horas alumno: 115 (23,0 horas / crédito ECTS)

MATERIAL DISPONIBLE PARA EL ESTUDIO:

- G.Antonelli. Underwater Robots. 3rd edition. Springer Verlag. 2014
- A.J. Sorensen. Marine Control Systems. Propulsion and Motion Control of Ships and Ocean Structures. Report UK-12-76. 2013
- T.I. Fossen. Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control. Ed. Wiley 2011
- Rules for Classification of Ships. Dynamic Positioning Systems. DNV. July 2013
- Rules for Classification and Construction. I. Ship Technology. GL. D15. Dynamic Positioning Systems. 2013

Material distribuido en clase:

- Enunciados de ejercicios a resolver por los alumnos

Material disponible en la plataforma (MOODLE):

- Guía resumida de la asignatura
- Presentaciones (ppt) de clase