



## Guía docente

### 280725 - 280725 - Control Avanzado de Sistemas Marinos

Última modificación: 27/05/2024

**Unidad responsable:** Facultad de Náutica de Barcelona

**Unidad que imparte:** 707 - ESAII - Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES ENERGÉTICAS MARÍTIMAS (Plan 2016). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2024

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Catalán

#### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** ROSA M. FERNANDEZ CANTI

**Otros:** Primer quadrimestre:  
ROSA M. FERNANDEZ CANTI - MGOIE

#### CAPACIDADES PREVIAS

---

Es recomendable tener conocimientos de física (segunda ley de Newton, analogías, circuitos lineales), matemáticas (transformada de Laplace, teoría de la variable compleja, desarrollo de Taylor), y ordenadores (matlab).

#### REQUISITOS

---

Curso básico de regulación automática

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

**Específicas:**

CE7-MGOIEM. Capacitat per conèixer, entendre i utilitzar els principis de control avançat de processos d'operació, manteniment i reparació

**Genéricas:**

CG1-MGOIEM. Conocimientos suficientes en materias básicas y tecnológicas, que le capaciten para el desarrollo de nuevos métodos y procedimientos

CG2-MGOIEM. Capacidad para resolver problemas complejos y tomar decisiones con responsabilidad sobre bases científicas y tecnológicas en el ámbito de su especialidad

CG5-MGOIEM. Capacidad de integración de sistemas marítimos complejos y de traducción en soluciones viables

CG11MGOIEM. Capacitat per realitzar tasques d'investigació, desenvolupament i innovació en l'àmbit de la seva especialitat

#### Transversales:

CT2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

CT1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

#### Básicas:

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.

CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

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.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Trabajo semanal (entrega semanal de tareas por Atenea)

Recibir, comprender y sintetizar conocimientos.

Plantear y resolver problemas, a mano y con la ayuda del ordenador.

A lo largo del curso se desarrollará un trabajo individual ("anteproyecto de sistema de control"), al que se irán aplicando los conceptos presentados en las clases de teoría. Este trabajo consiste en diseñar, y presentar por escrito en 5 fases, el sistema de control para una aplicación marina a escoger por cada estudiante. A final de curso, cada estudiante deberá presentar su proyecto.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

Dados diferentes sistemas del buque y/o instalaciones marinas,

1. Saber obtener modelos de su comportamiento dinámico que permitan el posterior diseño de sistemas de control.
2. Saber plantear especificaciones de comportamiento realistas (estabilidad, velocidad, precisión, realizabilidad, coste).
3. Dado el modelo y las especificaciones diseñar el sistema de control retroactivo de un lazo, saber instrumentarlo y saber escoger la ley de control.
4. Saber diseñar el controlador por diferentes métodos (polinómicos, empíricos, gráficos), a mano y con la ayuda del ordenador, y saber discretizarlo
5. Conocer el concepto de control óptimo, ser capaz de escoger índices de comportamiento razonables y diseñar los controladores correspondientes.
6. Saber diseñar controladores en el espacio de estado, tanto por fijación de polos como por optimización.
7. Saber analizar el comportamiento del sistema de control, analógico y digital, con ayuda del ordenador.

The STCW competences associated to this course are:

A-III/2 - 3. Operation, surveillance, performance, assessment and maintaining safety of propulsion plant and auxiliary machinery, including the KUPs: A-III/2 - 3.4 Functions and mechanism of automatic control for main engine, and A-III/2 - 3.5 Functions and mechanism of automatic control for auxiliary machinery.

A-III/2 - 5. Manage operation of electrical and electronic control equipment, including the KUPs: A-III/2 - 5.1 Marine electrotechnology, electronics, power electronics, automatic control engineering and safety devices, A-III/2 - 5.2 Design features and system configurations of automatic control equipment and safety devices, A-III/2 - 5.3 Design features and system configurations of operational control equipment for electrical motors, and A-III/2 - 5.5 Features of hydraulic and pneumatic control equipment.



## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	100.00

Dedicación total: 45 h

## CONTENIDOS

### Tema 0. Introducción al control de los sistemas marinos. Matlab y Simulink

**Descripción:**

Se presentan varios ejemplos de sistemas de control aplicados a sistemas marinos. También se presenta la herramienta de simulación Matlab/Simulink

**Actividades vinculadas:**

Fase I del ASC: Formulación del problema de control a resolver

**Dedicación:** 6h 30m

Grupo grande/Teoría: 6h 30m

### Tema 1. Modelos e instrumentación (A-III/2-3.4, A-III/2-3.5)

**Descripción:**

- 1.1 Función de transferencia
- 1.2 Respuesta temporal (1er y 2o orden)
- 1.3 Esquemas de bloques
- 1.4 Respuesta frecuencial
- 1.5 Instrumentación de lazos de control

**Actividades vinculadas:**

Fase II del ASC: Selección de la instrumentación y modelización de los componentes

**Dedicación:** 20h

Grupo grande/Teoría: 20h

### Tema 2. Retroacción y sistemas de control en lazo cerrado

**Descripción:**

- 2.1 Teoría de la Retroacción
- 2.2 Efectos y limitaciones

**Dedicación:** 16h

Grupo grande/Teoría: 16h

### Tema 3. Análisis de estabilidad y comportamiento (A-III/2 - 5.1, A-III/2 - 5.5)

**Descripción:**

- 3.1 Lugar geométrico de las raíces de Evans
- 3.2 Constantes de error
- 3.3 Criterio de Routh-Hurwitz

**Actividades vinculadas:**

Fase III del ASC: Especificaciones y análisis de un controlador proporcional

**Dedicación:** 13h

Grupo grande/Teoría: 13h

### Tema 4. Diseño de controladores I (A-III/2 - 5.2, A-III/2 - 5.3)

**Descripción:**

- 4.1 Formulación de especificaciones
- 4.2 Síntesis directa de controladores
- 4.3 Regulador PID
- 4.4 Métodos empíricos: Ziegler-Nichols
- 4.5 Métodos gráficos (I): Evans
- 4.6 Optimización de controladores. ISE, ITAE
- 4.7 Métodos gráficos (II): Lead-lag

**Actividades vinculadas:**

Fase IV del ASC: Diseño de controladores

**Dedicación:** 35h 30m

Grupo grande/Teoría: 35h 30m

### Tema 5. Implementación digital de controladores

**Descripción:**

- 5.1 Sistemas de control digitales. Selección del muestreo
- 5.2 Transformada Z. Respuesta temporal y frecuencial
- 5.3 Métodos de discretización
- 5.4 Diseños de controladores digitales. Dead beat, Kalman y Dahlin

**Actividades vinculadas:**

Fase V del ASC: Discretización e implementación del controlador

**Dedicación:** 9h

Grupo grande/Teoría: 9h



## Tema 6. Diseño de controladores II

### Descripción:

- 6.1 Descripción en el espacio de estado
- 6.2 Conversiones
- 6.3 Controlabilidad y observabilidad
- 6.4 Control modal
- 6.5 Control óptimo estocástico LQG
- 6.6 Control robusto
- 6.7 Control adaptativo

### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 25h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación final es la suma de las calificaciones parciales siguientes:

$$N_{\text{final}} = 0.4 \times N_{\text{asc}} + 0.3 \times N_{\text{parcial}} + 0.15 \times N_{\text{ex}} + 0.15 \times N_{\text{pr}}$$

N<sub>final</sub>: Nota final del curso

N<sub>asc</sub>: Nota del anteproyecto de sistema de control

N<sub>parcial</sub>: Nota del examen parcial

N<sub>ex</sub>: Nota de los ejercicios semanales

N<sub>pr</sub>: Nota de las prácticas quincenales con matlab/simulink

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o de evaluación continua, se considerará como no puntuada (y su valor será 0).

Se penalizará el retraso en las entregas de las memorias de prácticas, ejercicios propuestos y fases del anteproyecto de sistema de control (cada día de retraso restará un punto a la nota de la actividad).

El alumno que no realice el anteproyecto de sistema de control constará como "no presentado" a la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

- Kuo, B.C. Sistemas de control automático. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1996. ISBN 9688807230.
- García de Jalón, J.; Rodríguez, J. Ignacio. Aprende Matlab 7.0 como si estuviera en primero [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, 2005 [Consulta: 14/07/2021]. Disponible a: <http://ocw.uniovi.es/file.php/146/T4MaterClase/MATLAB/matlab70primero.pdf>.
- Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna [en línea]. 5a ed. Madrid: Pearson Educación, 2010 [Consulta: 01/09/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=1259](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1259). ISBN 9788483226605.
- Phillips, Charles L; Chakraborty, Aranya; Nagle, H. Troy. Digital control system analysis & design [en línea]. Fourth edition. Boston: Pearson Prentice Hall, 2015 [Consulta: 01/09/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5174338>. ISBN 9781292061887.

### Complementaria:

- Jackson, Leslie.; Boyd, G. Instrumentation and control systems. 5th ed. London: Adlard Coles Nautical, 2013. ISBN 9781408175590.
- Embleton, William. Reed's engineering knowledge instruments & control systems for deck officers. 5th ed. Surrey, UK: Thomas Reed, 1995. ISBN 0901281158.



- Jackson, L.; Russell, P.A.; Morton, T.D. General engineering knowledge for marine engineers. London: Bloomsbury, 2013. ISBN 9781408175965.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

Apuntes y vídeos teóricos de la asignatura, enunciados de prácticas y ejercicios en Atenea