



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Control Industrial

Grado en
Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

4º Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GIEC)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Control Industrial
Código:	370006 (GIEC)
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)
Departamento y Área de Conocimiento:	Electrónica Electrónica
Carácter:	Optativa (Orientada) (GIEC)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso - 1º Cuatrimestre (GIEC)
Profesorado:	Felipe Espinosa
Horario de Tutoría:	Consultar en el Aula Virtual de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

1a. PRESENTACIÓN

En esta asignatura el alumno conocerá las técnicas de modelado de procesos reales a controlar, identificando las componentes lineales y no lineales de los mismos. A partir del modelo de sistemas multivariables se abordará el análisis de sus propiedades (controlabilidad, observabilidad y estabilidad). Se aprenderá a diseñar sistemas realimentados que permitan compensar perturbaciones externas o cambios en el comportamiento de la propia planta, así como a estimar variables no accesibles del proceso y necesarias para cerrar el lazo de control. El alumno aprenderá las ventajas del Filtro de Kalman como estimador de estados cuando el ruido de los sensores y del propio proceso no son despreciables.

En paralelo con las clases teóricas se desarrollarán sesiones prácticas para validar sobre prototipos reales de laboratorio los conocimientos adquiridos. Para un adecuado desarrollo de la asignatura misma se recomienda tener unas nociones básicas de teoría de control, sistemas digitales programables y funciones de Matlab propias para control.

1b. COURSE SUMMARY

In this course the student will know modeling techniques to control real processes, identifying their linear and nonlinear components. From the multivariable model of systems, analysis properties (controllability, observability and stability) will be addressed. The student will learn to design close loop controllers compensating disturbances or changes in the owner plant behavior, and estimating not accessible variables involved in the control law. Advances control techniques, such as LQR and Kalman filter, will be analyzed and applied to real plants.

In parallel with theoretical classes practical sessions in lab will be held in order to validate the control fundamentals on mechatronic prototypes. For proper development of the subject it is recommended to have a basic understanding of control theory, programmable digital systems and Matlab toolboxes related to control systems.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

TR3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

TR8 - Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

CSE1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.

CSE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CSE6 - Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Identificar las componentes lineales y no lineales de la respuesta dinámica de un proceso real multivariable. Expresar las componentes lineales en el espacio de estados.

RA2. Resolver el diseño de controladores mediante realimentación del vector de estados, comparando alternativas como reubicación de autovalores y optimización de controladores.

RA3. Sintetizar el diseño de observadores de estados, determinísticos y estocásticos, comprendiendo las propiedades y limitaciones del Filtro de Kalman.

RA4. Demostrar capacidad para trasladar los conocimientos teóricos a la implementación real de controladores aplicados a prototipos de laboratorio.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
Modelado e identificación de sistemas MIMO. Técnicas de identificación y modelado. Estabilidad, controlabilidad y observabilidad de sistemas MIMO.	0,5 ECTS
Entorno de desarrollo para simulación y control de procesos. Herramientas para diseño, simulación e implementación electrónica de controladores.	0,5 ECTS
Análisis, diseño e implementación de controladores. Reguladores, servosistemas, y técnicas de control óptimo.	2 ECTS
Análisis, diseño e implementación de observadores. Observador predictor y observador actualizado. Versión completa y reducida. Filtro de Kalman.	1 ECTS
Aplicación al seguimiento de trayectorias de un robot. Simulación e implementación remota de controladores lineales para seguimiento de trayectorias de un robot.	2 ECTS

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	56 horas de clases teóricas, resolución de problemas y prácticas de laboratorio. 2 h (examen)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas incluyendo estudio de conceptos teóricos, resolución de problemas propuestos y preparación de prácticas de laboratorio
Total horas	150 horas

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

- Clases Teóricas: conceptos teóricos y resolución de problemas.
- Clases Prácticas: trabajo en laboratorio con sistemas reales de control electrónico.
- Tutorías: individuales y grupales.

Se realizarán distintas prácticas de carácter pedagógico coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos, de manera que el alumno pueda experimentar tanto individualmente como en grupo los conocimientos presentados, consolidando así los conceptos adquiridos.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental necesario (herramientas de diseño e implementación de controladores digitales, prototipo mecatrónico a controlar, red de comunicación, etc.), así como un ordenador con software de diseño, configuración, supervisión y diagnóstico. En esta asignatura, se propone que las prácticas se realicen en grupos de dos alumnos.

El profesorado de esta asignatura proporcionará materiales propios elaborados específicamente para la ella (documentos de fundamentos teóricos, colecciones de ejercicios y problemas, manuales de prácticas, etc.) de manera que el alumno puede cumplir con los objetivos de la asignatura y alcanzar las competencias previstas.

El alumno dispondrá a lo largo del cuatrimestre de tutorías grupales e individuales según las necesidades del mismo. Estas tutorías permitirán resolver las dudas y afianzar los conocimientos adquiridos. Además, ayudarán a realizar un adecuado seguimiento de los alumnos y a evaluar el buen funcionamiento de los mecanismos de enseñanza-aprendizaje.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

Convocatoria ordinaria

Evaluación continua

La parte teórica de la asignatura se evaluará mediante dos **pruebas de evaluación parcial** (PEI1 y PEI2). La parte práctica se evaluará a partir de las **actividades de laboratorio** propuestas y coordinadas con la parte teórica (PEI1 y PEI2), que podrán ser reflejadas en una memoria.

Evaluación final:

Los alumnos que hayan superado las PEIs están exentos de realizar la prueba de evaluación final (PEF), obteniendo una calificación equivalente al promedio de las PEIs. La prueba de evaluación final (PEF) de la parte teórica consistirá en un examen final, con dos partes PEF_{1,2} que faciliten la recuperación de una o de las dos pruebas de evaluación parcial anteriores. La PEF de la parte práctica consistirá en una única práctica final de laboratorio.

Convocatoria Extraordinaria

- De la parte teórica. Consistirá en un único examen que cubra todos los resultados de aprendizaje teóricos establecidos para la asignatura.
- De la parte práctica. Consistirá en el diseño y realización de una práctica final de laboratorio que cubra todos los resultados de aprendizaje prácticos establecidos para la asignatura.

Para acogerse al proceso de evaluación final, el alumno debe solicitarlo por escrito al director del centro en las dos primeras semanas de su incorporación, indicando las razones que impiden seguir el sistema de evaluación continua. El director del centro comunicará la resolución en un máximo de 15 días. En caso de no haber recibido respuesta, se considera estimada esta solicitud.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de los resultados de aprendizaje por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes:

CE1. El alumno muestra capacidad e iniciativa a la hora de modelar sistemas reales, identificando componentes lineales y no lineales. CE2.

CE2. El alumno puede realizar el diseño completo de un sistema de seguimiento de referencias para una planta multivariable compensando perturbaciones externas.

CE3. El alumno demuestra que puede diseñar observadores determinísticos y estocásticos como parte de un sistema completo de control multivariable.

CE4. El alumno es capaz de integrar conocimientos de electrónica, comunicaciones y teoría de control, así como aplicarlos en la implementación de controladores en laboratorio.

CE5. El alumno ha adquirido conocimientos técnicos suficientes para comparar resultados simulados y experimentales de un sistema realimentado de control multivariable.

INSTRUMENTOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección especifica los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

- Pruebas de Evaluación Parcial (PEI-T1 y PEI-T2).** Consisten en exámenes teóricos que pueden incluir dos partes
 - Preguntas tipo test sobre aspectos básicos de los contenidos desarrollados en clase.
 - Ejercicios relacionados con el análisis y diseño de controladores.
- Evaluación de la **actividad desarrollada en el laboratorio** prevista para cubrir los contenidos prácticos de la asignatura en coordinación con la parte teórica (PEI-L1 y PEI-L2). Se podrá requerir la memoria escrita de esta actividad.
- Pruebas de Evaluación Final (PEF):** Tanto en la parte teórica como en la práctica, los alumnos que no hayan superado las pruebas parciales tendrán la oportunidad de recuperarlas en la correspondiente PEF.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

En la **convocatoria ordinaria – evaluación continua** la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación		Peso en la calificación
TR3, CSE1, CSE4, CSE6	RA2, RA3	CE1, CE2, CE3	PEI-T1	PEF _{1,2}	25%
			PEI-T2		25%
TR8, CSE1, CSE4, CSE6	RA1, RA4	CE1, CE4, CE5	PEI-L1	PEF _{1,2}	25%
			PEI-L2		25%

Se considerará que los alumnos han **superado la asignatura** (demostrando la consecución de los resultados teórico-prácticos de aprendizaje) siguiendo la evaluación continua si se cumplen los siguientes requisitos:

- Han superado satisfactoriamente las **pruebas teóricas** (PEI-T_{1,2} o PEF_{1,2}). Se entenderá que un alumno supera los resultados de aprendizaje teóricos satisfactoriamente si su calificación en el

conjunto de las pruebas teóricas es igual o superior al 50% de la nota máxima posible, habiendo obtenido una nota mínima en cada una de las partes, PEI-T1-PEF1 y PEI-T2-PEF2, de al menos el 40% de la nota máxima.

- Han superado satisfactoriamente las actividades **prácticas de laboratorio** correspondientes (PEI-L_{1,2} o PEF_{1,2}). Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente los resultados de aprendizaje prácticos si asiste al menos al 80% de las sesiones de laboratorio y completa las actividades prácticas con calificación igual o superior al 50% de la nota máxima posible, habiendo obtenido una nota mínima en cada una de las partes de al menos el 40% de la nota máxima.
- La calificación final, habiendo superado la componente teórica y la componente práctica, resultará de la media ponderada de ambas.
- El alumno que siga el modelo de evaluación continua, y sea evaluado en dos o más pruebas de las cuatro posibles (2 PEI-T, 2 PEI-L), se considerará presentado en la convocatoria ordinaria.

Convocatoria Ordinaria. Evaluación Final (no continua)

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR3, CSE1, CSE4, CSE6	RA2, RA3	CE1, CE2, CE3	PEF-T	50%
TR8, CSE1, CSE4, CSE6	RA1, RA4	CE1, CE4, CE5	PEF-L	50%

Convocatoria extraordinaria

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR3, CSE1, CSE4, CSE6	RA2, RA3	CE1, CE2, CE3	PEF-T	50%
TR8, CSE1, CSE4, CSE6	RA1, RA4	CE1, CE4, CE5	PEF-L	50%

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- Documentación elaborada por los profesores de la asignatura relacionada con los aspectos teóricos y prácticos de la misma.
- Sistemas de Control en Tiempo Discreto. 2ª Edición. Autor: K. Ogata. Editorial: Prentice Hall.
- Manuales de los prototipos de laboratorio a controlar.

6.2. Bibliografía complementaria

- The Art of Control Engineering. Autores: K. Dutton, S. Thompson, B. Barraclough. Editorial Addison-Wesley.
- Manuales de Matlab, Simulink, RTW, y toolboxes de identificación y control de sistemas.

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.