

CONTROL DISCRETO

Presentación de la asignatura

Curso 2022/2023

©2022 Autor Enrique Hernández Balaguera
Algunos derechos reservados
Este documento se distribuye bajo la licencia
“Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional” de Creative Commons,
disponible en
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

1. Información general
2. Objetivos
3. Temario
4. Organización de la docencia
5. Evaluación de la asignatura
6. Bibliografía

1. Información general

- Máster en **Ingeniería Industrial**
- Asignatura obligatoria: 1^{er} curso, 2^o semestre
- 4,5 Créditos ECTS (36 horas lectivas)
- Profesorado:
 - Enrique Hernández Balaguera** (responsable de la asignatura)
enrique.hernandez@urjc.es. Despacho 166, Departamental II (Móstoles)
 - Juan Alejandro Castaño Peña** (profesor de apoyo)
juan.castano@urjc.es. Despacho 149, Departamental II (Móstoles)



**GUÍA DOCENTE
CONTROL DISCRETO**

MÁSTER U. EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

CURSO 2022-23

I.-Identificación de la Asignatura	
Tipo	OBLIGATORIA
Período de impartición	1 curso, 2S semestre
Nº de créditos	4.5
Idioma en el que se imparte	Castellano

IV.B.-Actividades formativas	
Tipo	Descripción
Lecturas	Clases magistrales de teoría.
Prácticas / Resolución de ejercicios	Clases prácticas de resolución de ejercicios.
Laboratorios	Prácticas de simulación de sistemas de control con MATLAB y Simulink.

Vicerrectorado de Calidad, Ética y Buen Gobierno

2. Objetivos

Competencias Generales

- CG01. Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
- CG02. Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.
- CG08. Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
- CT1. Aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.
- CT5. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CT11. Emplear las técnicas, destrezas y herramientas modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

Competencias Específicas

- CE08. Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

Objetivos generales

- Conocimiento de los conceptos básicos para realizar el control discreto o digital de un sistema físico y de sus variables de control
- Capacidad para realizar la descripción matemática de los sistemas de control
- Diseño de controladores para sistemas dinámicos lineales, y análisis e interpretación de los resultados
- Integración de sistemas de naturaleza heterogénea en un único sistema
- Análisis de sistemas ya implantados en el ámbito industrial

3. Temario

➤ Teoría y problemas:

- **Presentación de la asignatura**
- **Tema I. Introducción a los sistemas de control en tiempo discreto.**
 - I.1 Introducción
 - I.2 Sistemas de control digital
- **Tema II. La transformada Z: funciones elementales, propiedades, transformada inversa. Solución de ecuaciones en diferencias.**
 - II.1 Transformada Z directa
 - II.2 Convolución de secuencias discretas
 - II.3 Transformada Z inversa
 - II.4 Solución de ecuaciones en diferencias mediante la Transformada Z
- **Tema III. Análisis de sistemas de control en tiempo discreto. Estabilidad. Discretización de sistemas continuos.**
 - III.1 Modelado matemático de los procesos de muestreo y retención
 - III.2 La Función de Transferencia Pulso (FDTP)
 - III.3 Correspondencia plano S - Plano Z
 - III.4 Análisis de estabilidad
 - III.5 Análisis de la respuesta transitoria y permanente
- **Tema IV. Diseño de sistemas de control en tiempo discreto.**
 - IV.1 Controladores y filtros digitales
 - IV.2 Filtros de respuesta finita e infinita al impulso (FIR - IIR)
 - IV.3 Método del Lugar de las Raíces (LDR)
 - IV.4 Método de la respuesta en frecuencia
 - IV.5 Método de diseño analítico
- **Tema V. Espacio de estados. Controlabilidad y observadores de estados.**
 - V.1 Análisis de sistemas discretos en el espacio de estados
 - V.2 Controlabilidad y observabilidad

IV.-Contenido

IV.A.-Temario de la asignatura

Tema 1. Introducción a los sistemas de control en tiempo discreto.

Tema 2. La transformada Z: Funciones elementales, propiedades, transformada inversa. Solución de ecuaciones en diferencias.

Tema 3. Análisis de sistemas de control de naturaleza heterogénea en tiempo discreto. Estabilidad. Discretización de sistemas continuos.

Tema 4. Diseño de sistemas de control en tiempo discreto.

Tema 5. Identificación de sistemas discretos de control en el espacio de estados. Controlabilidad y observadores de estados.

➤ Prácticas: Aplicaciones de Matlab y Simulink al diseño de sistemas de control en tiempo discreto.

4. Organización de la docencia

➤ Clases de teoría y problemas (16+8=24 horas):

- Explicación de los conceptos fundamentales de cada tema. Se seguirá el material disponible en Aula Virtual.
- Semanas 1 a 12: del 30 de enero al 19 de abril.
- Horario general: Lunes de 17 a 19h y miércoles alternos de 15 a 17h.
- Aula S01 – Laboratorios II. Descansos de 17.50 a 18h (lunes) y de 15.50 a 16h (miércoles).

➤ Prácticas (8 horas):

- Aprendizaje de técnicas de discretización y diseño de controladores discretos mediante MATLAB y Simulink.
- Se impartirán 4 sesiones correspondientes a 3 aplicaciones prácticas.
- Semanas 3 a 13: del 13 de febrero al 24 de abril.
- Horario habitual. Aulas de informática por especificar.

➤ Evaluación (4 horas):

- Examen parcial de teoría y problemas (semana 7) y de prácticas (semana 14).

➤ Tutorías:

- Concertar con antelación con el profesor por correo-e.
- Se realizarán presencialmente o por videoconferencia utilizando la herramienta *Microsoft Teams*.

4. Organización de la docencia

Programación

- **Enero:**
 - **L30:** Presentación de la asignatura. Tema I: Introducción a los sistemas de control en tiempo discreto.
- **Febrero:**
 - **X01:** Tema II.1, II.2. y II.3: La transformada Z directa, inversa y convolución de secuencias discretas.
 - **L06:** Tema II.4: Solución de ecuaciones en diferencias mediante la Transformada Z. Problemas.
 - **L13:** Práctica 1: Secuencias discretas.
 - **X15:** Tema III.1: Análisis de sistemas de control en tiempo discreto. Modelado matemático de los procesos de muestreo y retención.
 - **L20:** Tema III.2 y III.3: La Función de Transferencia Pulso (FDTP). Correspondencia plano S - Plano Z. Problemas.
 - **L27:** Tema III.4: Análisis de estabilidad. Problemas.
- **Marzo:**
 - **X01:** Tema III.4 y III.5: Análisis de la respuesta transitoria y permanente.
 - **L06:** Tema III.5: Discretización de sistemas continuos. Influencia del tiempo de muestreo en la respuesta temporal. Problemas.
 - **L13:** Práctica 2: Análisis de la respuesta temporal de sistemas discretos.
 - **X15:** **Examen parcial de teoría y problemas (temas I, II y III).**
 - **L20:** Tema IV.1 y IV.2: Diseño de sistemas de control en tiempo discreto: Controladores y filtros digitales (FIR - IIR).
 - **L27:** Tema IV.3, IV.4 y IV.5: Método del Lugar de las Raíces (LDR), respuesta en frecuencia y diseño analítico. Problemas.
 - **X29:** Práctica 3: Diseño de reguladores discretos.
- **Abril:**
 - **L17:** Tema V.1: Espacio de estados: Análisis de sistemas discretos.
 - **X19:** Tema V.2: Controlabilidad y observadores de estados.
 - **L24:** Prácticas 1, 2 y 3: Ejercicios y proyectos de prácticas.
- **Mayo:**
 - **X03:** **Examen de prácticas de la asignatura.**

5. Evaluación de la asignatura

Descripción de las pruebas de evaluación y su ponderación

En cualquiera de las convocatorias, la calificación final para superar la asignatura deberá ser igual o superior a 5 sobre 10.

Evaluación en la convocatoria ordinaria:

En la convocatoria ordinaria se realizarán tres pruebas de evaluación presenciales:

- Prueba escrita parcial correspondiente a los contenidos teórico-prácticos de los temas 1, 2 y 3 (no liberatoria). Sobre 10 puntos. Sin nota mínima. No reevaluable. Ponderación en la calificación final: 30%.
- Prueba práctica de simulación con MATLAB y Simulink. En aula de informática. Sobre 10 puntos. Sin nota mínima. No reevaluable. Ponderación en la calificación final: 20%.
- Prueba escrita final de todos los contenidos del curso. Sobre 10 puntos. La nota mínima de la prueba escrita para poder superar la asignatura será de 5 sobre 10. Ponderación en la calificación final: 50%.

Si la nota de la prueba escrita final es inferior a 5 a pesar de que la aplicación de los porcentajes previamente dados otorga una calificación aprobada, la nota máxima que figurará en actas será de 4,5 puntos.

Evaluación en la convocatoria extraordinaria:

En la convocatoria extraordinaria no se reevaluará ni la prueba escrita parcial, ni la prueba de prácticas realizada con MATLAB y Simulink. Tan sólo se realizará de nuevo la prueba escrita final de todos los contenidos del curso, sobre 10 puntos, y que volverá a tener una nota mínima de 5 sobre 10. La calificación final de la convocatoria extraordinaria será el 30% prueba parcial (temas 1, 2 y 3) + 20% de la primera prueba práctica con MATLAB y Simulink + 50% de la nueva prueba escrita final. Análogamente a la convocatoria ordinaria, si la nota de la prueba escrita final es inferior a 5 a pesar de que la aplicación de los porcentajes previamente dados otorga una calificación aprobada, la nota máxima que figurará en actas será de 4,5 puntos.

➤ Examen parcial de teoría y problemas

- Contenido evaluable: temas I, II y III.
- Ponderación: 25% (sin nota mínima).
- No liberatorio y no reevaluable.
- 15 de marzo de 15 a 17h. Aula S01 – Laboratorios II.

➤ Examen de prácticas con MATLAB y Simulink

- Ponderación: 25% (sin nota mínima).
- No reevaluable.
- 3 de mayo de 15 a 17h. Aula de informática por especificar.

➤ Examen final de teoría y problemas

- Contenido evaluable: temas I al V.
- Ponderación: 50% (nota mínima de 5).
- Reevaluable en la convocatoria extraordinaria.
- 19 de mayo (16-19 h) y 28 de junio (15-18 h). Aulas por determinar en la convocatoria ordinaria y extraordinaria.

6. Bibliografía

- **Katsuhiko OGATA**, *Discrete-time control systems*. Prentice Hall (1994).
- **Alan V. OPPENHEIM, Roland W. SCHAFER, John R. BUCK**, *Discrete-time signal processing*. Pearson - Prentice Hall. 3ª edición (2010).
- **Benjamin C. KUO**, *Digital control systems*. Oxford University Press (1995).
- **Charles L. PHILLIPS, H. Troy NAGLE, Aranya CHAKRABORTTY**, *Digital control system analysis & design*. Pearson - Prentice Hall (2014).
- **Gene F. FRANKLIN, J. DAVID POWELL, Michael L. WORKMAN**, *Digital control of dynamic systems*. Prentice Hall. 3ª edición (1997).

