



PRESENTACIÓN

Breve descripción:

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Tecnologías Industriales (Bloque Común a la Rama Industrial /Fundamentos de Electricidad, Electrónica y Automática)
- Ingeniería Mecánica (Bloque Común a la Rama Industrial/Fundamentos de Electricidad, Electrónica y Automática)
- Ingeniería Eléctrica (Bloque Común a la Rama Industrial/Fundamentos de Electricidad, Electrónica y Automática)
- Ingeniería en Electrónica Industrial (Bloque Común a la Rama Industrial /Fundamentos de Electricidad, Electrónica y Automática)
 - Ingeniería Biomédica (Fundamentos de Ingeniería /Electrónica y Señal)

Detalles:

- **ECTS:** 4 ECTS
- **Curso, semestre:** 3er curso, 1º semestre
- **Carácter:** Obligatorio
- **Idioma:** Castellano

Profesores de la asignatura:

- Gil Nobajas, Jorge Juan/Catedrático
- Gutiérrez Calderón, José Sebastián/Profesor titular

COMPETENCIAS DE LA MEMORIA DEL TÍTULO DE GRADO QUE SE DEBEN ADQUIRIR EN ESTA ASIGNATURA

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CE12 - Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

INGENIERÍA MECÁNICA

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.



Universidad de Navarra

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CE12 - Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

INGENIERÍA ELÉCTRICA

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CE12 - Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CE12 - Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

INGENIERÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.



PROGRAMA

PARTE TEÓRICO-PRÁCTICA: CONTROL AUTOMÁTICO DE SISTEMAS CONTINUOS

Tema 1: Introducción a la Automática

Breve introducción histórica. Definiciones. Clasificación de los sistemas de control. Ejemplos.

Tema 2: Modelado de señales

Adquisición de señales. Señales causales. Señales en el dominio de Laplace. Señales de entrada y salida de sistemas.

Tema 3: Modelado de sistemas

Concepto de función de transferencia. Ejemplos de sistemas mecánicos, eléctricos y térmicos. Diagramas de bloques y reglas de simplificación.

Tema 4: Respuesta temporal de sistemas

Solución analítica de la respuesta temporal. Simulación de la respuesta temporal en Simulink. Análisis de la respuesta transitoria. Influencia de los polos y ceros.

Tema 5: Respuesta en frecuencia de sistemas

Concepto de respuesta en frecuencia. Representación gráfica de la respuesta en frecuencia: diagrama de Bode. Método para dibujar diagramas de Bode. Representación de diagramas de Bode en Matlab.

Tema 6: Introducción al control por realimentación

Respuesta en lazo cerrado: seguimiento de la referencia y rechazo de las perturbaciones. Análisis del error en régimen permanente. Concepto de estabilidad. Métodos de análisis de la estabilidad. Criterio de Routh-Hurwitz.

Tema 7: Diseño en el lugar de raíces

Introducción y concepto de lugar de las raíces. Método para dibujar el lugar de las raíces. Elección de la ganancia de un controlador P.

Tema 8: Diseño en el dominio de la frecuencia

Concepto de ancho de banda. Estabilidad relativa de los sistemas: margen de ganancia y margen de fase. Elección de la ganancia de un controlador P.

Tema 9: Controladores PID

Generalidades de los controladores PID. Actuación proporcional, derivativa e integral. Controladores tipo PI, PD y PID. Ajuste analítico de los parámetros del PID. Ajuste experimental de los parámetros del PID por el método de Ziegler-Nichols.

PARTE PRÁCTICA: MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS CON MATLAB / SIMULINK

CONTENTS OF THE COURSE

THEORETICAL PART: AUTOMATIC CONTROL OF CONTINUOUS SYSTEMS



Chapter 1: Introduction

Historical introduction. Initial definitions. Control systems classification. Examples.

Chapter 2: Signal modeling

Signal acquisition. Causal signals. Signals in Laplace domain. Input and output signals.

Chapter 3: Control systems representation

Definition of transfer function. Examples of mechanical, electrical, and thermal systems. Block diagram. Simplification rules of block diagrams.

Chapter 4: Time response of a system

Unit-step response. Transient response of first-order systems. Transient response of second-order systems: damping factor, maximum overshoot, settling time. Transient response of high-order systems. Effect of a zero in the transient response. Pole-zero cancellation. Dominant poles.

Chapter 5: Frequency response analysis

Frequency response of systems. Graphical representation of the frequency response (Nyquist, Nichols, Bode).

Chapter 6: Introduction to closed-loop control systems

Feedback control systems. Tracking control systems: setpoint, noise and external disturbance. Steady state analysis. Stability analysis. Routh-Hurwitz criterion.

Chapter 7: Root-locus technique

Basic properties of the root loci. Construction of the root loci. Calculation of a proportional gain on the root loci (proportional control law).

Chapter 8: Controller design in frequency domain

Concept of bandwidth. Gain and phase margins: relative stability. Design of a proportional controller using the Bode diagram.

Chapter 9: PID controllers

Basic algorithm. Proportional actuation concept. Derivative actuation concept. Integral actuation concept. Standard, parallel and serial PID forms. Experimental design of PID controllers: Ziegler-Nichols method. Variations of PID controllers: PI-D, I-PD and integral wind-up. Analytical design of PID controllers: poles placement.

PRACTICAL PART: SYSTEM MODELING AND SIMULATION WITH MATLAB / SIMULINK

ACTIVIDADES FORMATIVAS

La dedicación del alumno se estima en 112 horas (4 ECTS) divididas de la siguiente manera:

- Clases presenciales teóricas: 30 horas
- Clases presenciales prácticas, laboratorios o talleres: 10 horas
- Tutorías: 2 horas
- Estudio personal: 65 horas



Universidad de Navarra

- Evaluación: 5 horas

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases expositivas
- Trabajo individual o en grupo, resolución de problemas e informes de laboratorio
- Estudio del alumno basado en diferentes fuentes de información
- Realización de pruebas evaluadas

Las **clases expositivas** en el aula incluyen la explicación de los contenidos teóricos, la resolución de ejercicios prácticos y la explicación del manejo de herramientas informáticas útiles para la asignatura (Matlab / Simulink).

El **trabajo individual** consistirá en la resolución de dos casos prácticos (el enunciado es distinto para cada alumno) para los que será necesario aplicar los conocimientos teóricos de clase y el manejo de Matlab. Estos casos prácticos también están destinados a evaluar la competencia técnica transversal de Formulación y Resolución de Problemas.

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

La evaluación de la asignatura se realizará en base a las calificaciones obtenidas en los casos prácticos y el examen final. La calificación final será la mejor nota de estas dos opciones:

- **Media ponderada:** caso práctico 1 (10 %) + caso práctico 2 (10 %) + examen final ordinario (80 %).
- **Examen final ordinario** (100 %).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación de la asignatura en la convocatoria extraordinaria se realizará en base a un examen final extraordinario y los casos prácticos de la convocatoria ordinaria si los tuviere aprobados. La calificación final será la mejor nota de estas dos opciones:

- **Examen final extraordinario** (100 %).
- **Media ponderada:** caso práctico 1 (10 %) + caso práctico 2 (10 %) + examen final extraordinario (80 %).

HORARIOS DE ATENCIÓN

Dr. Jorge Juan Gil Nobajas (jjgil@unav.es)

- Despacho D01. Edificio Ibaeta. Planta baja.
- Horario de tutoría: concertar por correo electrónico.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica:

- JORGE JUAN GIL, "Control Automático", 1ª edición, EUNSA, 2021. ISBN 978-84-313-3650-9. [Localízalo en biblioteca](#)



Universidad de Navarra

- KATSUHIKO OGATA, "Ingeniería de Control Moderna", 4ª edición, Pearson Prentice-Hall, 2003. ISBN 84-205-3678-4. [Localízalo en biblioteca](#)
- RICHARD CARL DORF y ROBERT H. BISHOP, "Sistemas de Control Moderno", 10ª edición, Pearson Prentice-Hall, 2005. ISBN 84-205-4401-9. [Localízalo en biblioteca](#)

Bibliografía complementaria:

- PAOLO BOLZERN, RICCARDO SCATTOLINI y NICHOLA SCHIAVONI, "Fundamentos de Control Automático", 3ª edición, McGraw-Hill, 2009. ISBN 978-84-481-6640-3. [Localízalo en biblioteca](#)
- BENJAMIN C. KUO, "Automatic Control Systems", 7ª edición, Prentice-Hall, 1995. ISBN 0-13-312174-7. [Localízalo en biblioteca](#)
- JOHN J. D'AZZO y CONSTANTINE H. HOUPIS, "Linear Control System Analysis and Design", 4ª edición, McGraw-Hill, 1995. ISBN 0-07-016321-9. [Localízalo en biblioteca](#)
- GENE F. FRANKLIN, J. DAVID POWELL y ABBAS EMAMI-NAEMI, "Control de sistemas dinámicos con retroalimentación", 1ª edición, Addison-Wesley, 1991. ISBN 0-201-64421-5. [Localízalo en biblioteca](#)