

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

Curso 2019 - 2020
 (Fecha última actualización: 03/05/2019)
 (Fecha de aprobación en el Consejo de Departamento: 13/05/2019)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Tecnología específica: Electrónica Industrial	Automática y Comunicaciones Industriales	3º	6º	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)		DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
Oresti Baños Legrán (Teoría) Gonzalo Olivares Ruiz (Prácticas)		Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, ETS de Ingenierías Informática y Telecomunicaciones, 2a Planta, Despacho 26/30/31, C/ Daniel Saucedo Aranda, s/n 18071 Granada (España) Correo electrónico: oresti@ugr.es , gonzalo@ugr.es Teléfono: 958248598, 958243259			
		HORARIO DE TUTORÍAS			
		El horario de tutorías de cada uno de los profesores de la asignatura se puede consultar en la web de grados: http://grados.ugr.es/electronica/pages/infoacademica/profesorado/*/35			
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE		OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica, así como la asignatura de "Fundamentos de Control".					



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 1 / 9



KYyOsSInd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Regulación automática y técnicas de control. Modelado y simulación de sistemas.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS**Competencias Básicas y Generales**

CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

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.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG0 - Hablar bien en público.

Competencias Transversales

T1 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.

T2 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.

T3 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.

Competencias Específicas

E7 - Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

E8 - Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial.

E11 - Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.

CI13 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CI14 - 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.

CI15 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CI16 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CI17 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CI18 - Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.

CI110 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CI111 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 2 / 9



KYyOsSInd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS DE APRENDIZAJE)

El alumno será capaz de:

- Obtener modelos para sistemas de control en el espacio de estados.
- Analizar sistemas de control descritos en el espacio de estados.
- Diseñar sistemas de control realimentados descritos en el espacio de estados.
- Aplicar procedimientos de identificación de sistemas lineales
- Analizar y diseñar sistemas de control en tiempo discreto.
- Diseñar sistemas de control óptimo.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**TEMARIO TEÓRICO:****Tema 1. Representación de sistemas en el espacio de estados.**

- Modelos de sistemas dinámicos.
- Identificación de sistemas lineales.
- Concepto de estado.
- Ecuaciones de estado.
- Correlación con funciones de transferencia.
- Formas canónicas.
- Resolución de la ecuación de estado.
- Controlabilidad y observabilidad.

Tema 2. Diseño de controladores en el espacio de estado continuo.

- Método de ubicación de polos.
- Determinación de la matriz de realimentación.
- Diseño de servosistemas.
- Servosistemas con integrador.
- Diseño con observadores de estado.
- Ejemplos.

Tema 3. Modelado de sistemas en el espacio de estados.

- Modelos básicos de sistemas físicos.
- Modelado de circuitos y sistemas mecánicos.
- Modelado de motores de corriente continua.
- Modelo lineal del péndulo invertido.
- Modelado de vehículos.
- Modelos de sistemas hidráulicos y térmicos.

Tema 4. Sistemas de control digital.

- Señales discretas, muestreo y retención.
- Ecuaciones en diferencias.
- Transformada z.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 3 / 9



KYyOsSInd8ufREBXy0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Transformaciones bilineales.
- Representación en el espacio de estados de sistemas discretos.
- Discretización de sistemas continuos.
- Estabilidad.

Tema 5. Diseño de controladores digitales.

- Polos dominantes en z.
- Controladores PID discretos.
- Diseño de reguladores discretos por ubicación de polos.
- Diseño de servosistemas digitales.
- Observadores de estado discretos.
- Ejemplos de diseño.

Tema 6. Control óptimo.

- Índices de comportamiento: funciones de coste.
- Regulador cuadrático lineal (LQR).
- Ecuación de Ricatti.
- Reglas de diseño óptimo.
- Ejemplos de diseño de servosistemas con control LQR.
- Estimación óptima de estados.

TEMARIO PRÁCTICO:

- Práctica 1. Modelado y simulación de sistemas físicos en el espacio de estados.
- Práctica 2. Diseño de reguladores continuos por ubicación de polos.
- Práctica 3. Sistema de control de la velocidad de crucero de un vehículo.
- Práctica 4. Control y simulación de péndulo invertido con observadores.
- Práctica 5. Sistemas de control en tiempo discreto.
- Práctica 6. Diseño y simulación de servosistemas digitales.
- Práctica 7. Diseño y simulación de controlador digital con observadores de estado.
- Práctica 8. Ajuste y simulación de servosistemas digitales óptimos.
- Práctica 9. Control LQR en tiempo real de un servomotor.
- Práctica 10. Control óptimo experimental de sistemas mecatrónicos (ejemplos).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Ogata K. Ingeniería de control moderna. Pearson-Prentice Hall
- Valera A. Modelado y control en el espacio de estados. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Ricolfe. C; Valera. A. Actividades Prácticas de Control en El Espacio de Estados. Ed. Univ. Politéc. Valencia,

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Ogata K. Sistemas de control en tiempo discreto. Pearson Education
- Shashian B. Control system design using Matlab. Prentice Hall
- Dorf R.C; Bishop. Sistemas de control moderno. Pearson-Prentice Hall
- Rugh. Linear system theory. Prentice Hall
- Gajic. Modern Control System Engineering. Prentice Hall.
- Kuo. Digital Control Systems. Oxford Univ Press.
- Isemann. Digital Control Systems. Springer



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 4 / 9



KYyOsSInd8ufREBXy0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Ogata. Designing linear control systems vía Matlab. Prentice Hall.
- Philips. Digital Control Systems. Analysis and Design. Prentice Hall.

ENLACES RECOMENDADOS

- Comité Español de automática: <http://www.cea-ifac.es/>
- Página con enlaces de interés: <http://www.automation-info.com/>
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial: <http://grados.ugr.es/electronica>

METODOLOGÍA DOCENTE

1. Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)

Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.
Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica.

2. Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos
Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

3. Seminarios (grupo pequeño)

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.
Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...)
Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.
Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

6. Tutorías académicas (grupo pequeño)

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor
Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 5 / 9



KYyOsSInd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La calificación final que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y 10 con una precisión de un dígito decimal. En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación escogida, la calificación se obtendrá como se detalla a continuación:

Convocatoria ordinaria:

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la evaluación continua, que en el caso de esta asignatura se compone de las siguientes actividades:

Teoría:

-Exámenes y entregas de ejercicios y trabajos propuestos.

Prácticas:

-Prácticas de laboratorio, resolución de problemas y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo). Se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos, o en su caso las entrevistas personales con los alumnos y las sesiones de evaluación.

Seminarios y exposición de trabajos:

-Asistencia y debate en seminarios y exposición de trabajos de la asignatura.

La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las actividades a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas:

Actividades Formativas	Ponderación	Mínimo
Teoría	50%	2,5
Prácticas	40%	2,0
Seminarios y exposición de trabajos	10%	
Total	100%	5,0

Convocatoria extraordinaria:

En las convocatorias extraordinarias se utilizará la evaluación única final (ver más abajo). Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada, que puede consultarse en: <http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr71/ncg712>

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Además de la evaluación continua, para la convocatoria ordinaria el alumno puede optar por la evaluación de la asignatura mediante una única prueba final, que se celebrará el día indicado por el centro para tal efecto y constará de las siguientes pruebas:

- Examen escrito de teoría
- Examen de prácticas



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 6 / 9



KYyOsS1nd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las pruebas de la evaluación única final a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas:

Pruebas de evaluación única final	Ponderación	Mínimo
Examen escrito de teoría	60%	3,0
Examen de prácticas	40%	2,0
Total	100%	5,0

RÉGIMEN DE ASISTENCIA

Para la evaluación continua la asistencia a las prácticas y a los seminarios de la asignatura es obligatoria, con un mínimo de asistencia del 80%.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Plataforma docente (material de la asignatura, organización de los grupos de prácticas, convocatorias de exámenes y entregas a los profesores):
<https://swad.ugr.es/es?crs=7822>



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 7 / 9



KYyOsSInd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

SYLLABUS**THEORETICAL SUBJECT MATTER:****Topic 1. Representation of systems in state space.**

Dynamic system models.
 Identification of linear systems.
 Concept of state.
 Equations of state.
 Correlation with transfer functions.
 Canonical forms.
 Solving the equation of state.
 Controllability and observability.

Topic 2. Design of controllers in continuous state space.

Pole Placement Method.
 Determination of the feedback matrix.
 Servo-systems design.
 Servo-systems with an integrator.
 Designing with observers.
 Examples.

Topic 3. Modeling systems in state space.

Basic models of physical systems.
 Modeling of circuits and mechanical systems.
 Modeling of DC motors.
 Inverted pendulum linear model.
 Vehicle Modeling.
 Models of hydraulic and thermal systems.

Topic 4. Digital control systems.

Discrete signals.
 Equations in differences.
 Z Transform.
 Bilinear Transformations.
 Space-state representation of discrete systems.
 Discretization of continuous systems.
 Stability.

Topic 5. Design of digital controllers.

Dominant poles in z.
 Discrete PID Controllers.
 Discrete regulator design by pole location.
 Design of digital servo systems.
 Discrete space state Observers.
 Examples.

Topic 6. Optimal control.

Cost functions.
 Linear Quadratic Regulator (LQR).



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 8 / 9



KYyOsSInd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Ricatti equation.
 Optimal design rules.
 Examples of servo systems with LQR control.
 Optimal state estimation.

PRACTICAL SUBJECT MATTER:

- Practice 1.** Modeling and simulation of physical systems in state space.
Practice 2. Design of continuous regulators by pole location.
Practice 3. Vehicle cruise control system simulation.
Practice 4. Control and simulation of inverted pendulum with observers.
Practice 5. Control systems in discrete time.
Practice 6. Design and simulation of digital servo systems.
Practice 7. Design and simulation of digital controllers with observers.
Practice 8. Adjustment and simulation of optimal digital servo systems.
Practice 9. Real time LQR control of a servomotor.
Practice 10. Experimental optimal control of mechatronic systems (examples).

MAIN BIBLIOGRAPHY:

- Ogata K. Ingeniería de control moderna. Pearson-Prentice Hall
- Valera A. Modelado y control en el espacio de estados. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Ricolfe. C; Valera. A. Actividades Prácticas de Control en El Espacio de Estados. Ed. Univ. Politéc. Valencia.

SUPPLEMENTARY BIBLIOGRAPHY:

- Ogata K. Sistemas de control en tiempo discreto. Pearson Education
- Shashian B. Control system design using Matlab. Prentice Hall
- Dorf R.C; Bishop. Sistemas de control moderno. Pearson-Prentice Hall
- Rugh. Linear system theory. Prentice Hall
- Gajic. Modern Control System Engineering. Prentice Hall.
- Kuo. Digital Control Systems. Oxford Univ Press.
- Isemann. Digital Control Systems. Springer
- Ogata. Designing linear control systems vía Matlab. Prentice Hall.
- Philips. Digital Control Systems. Analysis and Design. Prentice Hall.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 10:10:02 Página: 9 / 9



KYyOsSInd8ufREBXyn0OMn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.