



**Programa de**

## **SISTEMAS Y CONTROL**

### **1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR**

SISTEMAS Y CONTROL

### **2. CRÉDITOS**

12 Créditos

### **3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

El objetivo general de la unidad curricular es introducir al estudiante en conceptos básicos de sistemas y teoría de control en tiempo continuo, tales como modelado de fenómenos físicos, experimentación, realimentación, análisis y diseño de sistemas de control.

Al aprobar el curso se espera que los estudiantes sean capaces de:

- aplicar con solvencia técnicas de modelado e identificación de fenómenos físicos con no linealidades simples;
- describir la relación entre un sistema físico y el modelo matemático usado para su análisis;
- calcular la respuesta de sistemas lineales a condiciones iniciales y a excitaciones externas;
- describir y aplicar en forma solvente modelos lineales de sistemas en el espacio de estados y en el dominio de la frecuencia;
- describir, para sistemas lineales de bajo orden, la relación entre características de la respuesta temporal y los coeficientes del modelo y aplicarla en el análisis de un sistema sencillo;
- describir cómo la realimentación puede ser usada para modificar propiedades cualitativas y cuantitativas de los sistemas, y su aplicación a fenómenos físicos de interés;
- encontrar fenómenos de realimentación en procesos del mundo físico;
- analizar y diseñar sistemas realimentados con control proporcional;
- analizar y diseñar sistemas realimentados con control proporcional e integral;

Al aprobar la unidad curricular se espera que los estudiantes, además, sean capaces de:

- describir y aplicar técnicas de diseño de sistemas realimentados que satisfagan restricciones en su comportamiento temporal;



## 5. TEMARIO

### 1. Introducción.

Señales y sistemas. Problemas estándar de la Teoría de Control. Realimentación. Control en Lazo Abierto y en Lazo Cerrado. Propiedades de sistemas realimentados, efectos sobre: la ganancia, la sensibilidad frente a cambios en los parámetros, y la estabilidad.

Realimentación y tecnología.

### 2. Sistemas.

Entradas, salidas, función del sistema. Estados. Variables de estado. Propiedades de los sistemas: linealidad, invariancia en el tiempo, determinismo. Complejidad de la Dinámica.

### 3. Modelado de fenómenos físicos.

Modelado simplificado. Leyes de elemento y de conjunto. Modelos simplificados de fenómenos mecánicos, eléctricos, térmicos, hidráulicos. Analogías entre modelos.

### 4 Sistemas lineales de parámetros concentrados: descripción en variables de estado.

Solución general de la evolución del estado y la salida. Ley de evolución del estado. Matriz de transición de estados. Matriz de transferencia. Matriz de respuesta a impulso. Métodos de cálculo.

### 5. Respuesta transitoria y asintótica. Diseño con especificaciones en el tiempo.

Señales de prueba. Especificaciones de respuesta transitoria. Respuestas de los sistemas de orden 1 y 2. Relación entre los parámetros de la respuesta y los parámetros del sistema.

Respuesta asintótica. Tipos de sistema. Coeficientes de error asintótico.

Diseño de sistemas con especificaciones en la respuesta temporal, (primera parte).

### 6. Estabilidad.

Estabilidad entrada-salida. Estabilidad en sistemas lineales. Criterios de estabilidad en sistemas lineales variantes e invariantes en el tiempo. Criterio de Routh-Hurwitz. Criterio de Kharitonov. Teoría de estabilidad y evolución tecnológica.

### 7. Método del lugar de las raíces (Root - Locus).

Reglas de construcción. Diseño de controladores con especificación en la respuesta temporal, transitoria y en régimen.

### 8. Métodos basados en la respuesta en frecuencia.

Respuesta en frecuencia. Representación (diagramas de Bode y Nyquist).

Relación entre la respuesta transitoria, en régimen, y la respuesta en frecuencia.

Métodos de análisis de estabilidad: Criterio de estabilidad de Nyquist. Robustez de la estabilidad: márgenes de estabilidad.

Relación entre el comportamiento de la respuesta en frecuencia del lazo abierto y el lazo cerrado. Compensación por adelanto y retraso de fase.

### 9. Implementación de controladores industriales.

Controladores PID. Reglas de Ziegler-Nichols. Evolución histórica.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1. Introducción.	1, 2, 3 o 4	
2. Sistemas.	1, 2, 3 o 4	
3. Modelado de fenómenos físicos.	1, 2, 3 o 4	
4. Sistemas lineales de parámetros concentrados: descripción en variables de estado.	4	6
5. Respuesta transitoria y asintótica. Diseño con especificaciones en el tiempo.	1, 2, 3 o 4	
6. Estabilidad.	1, 2, 3 o 4	
7. Método del lugar de las raíces (Root - Locus).	1, 2, 3 o 4	
8. Métodos basados en la respuesta en frecuencia.	1, 2, 3 o 4	5
9. Implementación de controladores industriales.	1, 2, 3 o 4	

### 6.1 Básica

- Ogata, Katsuhiko - **"Ingeniería de Control Moderna"**, Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2011 ISBN 1283573873, 9781283573870  
PEARSON EDUCACIÓN, Madrid, 2010, ISBN: 978-84-8322-660-5
- Kuo, Benjamin C. - **"Sistemas de Control Automático"** - 7 Ed., Prentice Hall (1997) ISBN 10: 9688807230 ISBN 13: 9789688807231
- Gene F. Franklin, J Powell, Abbas Emami-Naeini - **"Feedback Control of Dynamic Systems"**. Pearson Education Limited, 2015
- Canales, R.; Barrera, R. - **"Sistemas Dinámicos Y Control Automático"**, Limusa-Wiley, 1977.

### 6.2 Complementaria

- Nyquist, H. - **"Regeneration theory"**, Bell System Technical Journal ( Volume: 11 , Issue: 1 , Jan. 1932 ) , Bell Labs, 1932  
DOI: 10.1002/j.1538-7305.1932.tb02344.x
- Canetti, R. - **"Sistemas Dinámicos de Parámetros Concentrados"**. Notas para el curso, Facultad de Ingeniería.

## **7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS**

### **7.1 Conocimientos Previos Exigidos:**

Número complejo. Álgebra Lineal, Ecuaciones diferenciales ordinarias. Nociones básicas de Señales y Sistemas: respuesta a impulso, función de transferencia, respuesta en frecuencia. Teoría de Circuitos. Modelado de fenómenos físicos.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Mecánica del punto y del rígido, transferencia térmica, electrónica básica (transistores, amplificadores).

## **ANEXO A**

### **Para todas las Carreras**

#### **A1) INSTITUTO**

Instituto de Ingeniería Eléctrica, IIE

#### **A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

semana	temas teórico
Semana 1	1 -2
Semana 2	2 -3
Semana 3	3
Semana 4	4
Semana 5	5
Semana 6	5-6
Semana 7	6-7
Semana 8	7-8
Semana 9	8
Semana 10	8-9/Laboratorio 0
Semana 11	9/Laboratorio 0
Semana 12	Laboratorio 1
Semana 13	Laboratorio 1
Semana 14	Laboratorio 2
Semana 15	Laboratorio 2

#### **A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

Habrá dos pruebas parciales durante el semestre. La primera aportará hasta 30 puntos y la segunda hasta 45.

Se evaluará el desempeño en el Laboratorio, que aportará hasta 25 puntos con nota mínima de aprobación 1 punto.

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas instancias, el estudiante podrá:

- a) **ganar el curso** si  
aprueba el laboratorio,  
obtiene al menos al menos 10 puntos en los parciales y  
30 puntos totales.
- b) **aprueba la asignatura** si  
gana el curso y  
obtiene al menos 65 puntos totales.
- c) **reprobar el curso**, si no llega a las condiciones de ganar el curso.

Aquellos estudiantes que hayan ganado el curso estarán habilitados a rendir el examen que constará de una prueba escrita con problemas.

El presente procedimiento de evaluación rige a partir de la edición 2024. Medida transitoria: el examen podrá ser solamente oral para los estudiantes que hayan exonerado la parte escrita en ediciones anteriores al año 2024.

**A4) CALIDAD DE LIBRE**

No corresponde

**A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

No tiene