



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Programa de

SISTEMAS Y CONTROL

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

SISTEMAS Y CONTROL

2. CRÉDITOS

12 Créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

- Familiarizar al estudiante con problemas estándar de la Teoría de Control.
- Manejar técnicas sistemáticas de modelado de fenómenos del mundo físico, en término de sistemas.
- Comprender como se vinculan las características de los sistemas con su comportamiento frente a distintos estímulos.
- Familiarizar al estudiante con las técnicas de cálculo de la respuesta de los sistemas.
- Entender cómo la realimentación puede ser usada para modificar propiedades cualitativas y cuantitativas de los sistemas, y su aplicación a fenómenos físicos de interés.
- Desarrollar la capacidad para encontrar fenómenos de realimentación en procesos del mundo físico.
- Familiarizar al estudiante con técnicas de diseño de sistemas realimentados que satisfagan restricciones en su comportamiento.
- Comprender las técnicas de la respuesta en frecuencia para el análisis de las propiedades cualitativas de sistemas realimentados tales como la estabilidad, tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto.
- Utilizar dichas técnicas para construir sistemas realimentados estables, tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto.
- Utilizar dichas técnicas para construir sistemas realimentados con requerimientos en sus respuestas.
- Tener la capacidad de analizar el comportamiento de sistemas realimentados.

- Tener la capacidad de diseñar lazos de control en problemas típicos de la Ingeniería de Procesos

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso está organizado en grandes bloques:

- Clases teóricas,
- Clases de ejercicios
- Laboratorio
- Horas de estudio personales no presenciales.

Semanalmente se dictarán clases teóricas con una mayor dedicación inicial, de modo que estas culminen 3 semanas antes de finalizar el semestre, y 2 horas de clases de ejercicio.

Habrán clases de consulta y foro de discusión a lo largo del semestre.

La dedicación estimada es:

Curso teórico y ejercicios 150 hs

56 horas clases teóricas.

24 horas clases de ejercicios

70 horas de estudio personal.

Laboratorio 30 hs

4 sesiones de 4 horas. 16 horas

Informe final 14 horas

(1 de ellas, no presencial)

5. TEMARIO

PARTE I – Conceptos básicos y control en tiempo continuo

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.

PARTE II - Control en tiempo discreto.

10 Transformada Z.

Propiedades. Inversión. Solución de ecuaciones en diferencias. Convolución. Función de transferencia.

Respuesta a pulso.

11 Sistemas discretos en variables de estado.

Matriz de transferencia. Controlabilidad.

12 Estabilidad de sistemas en tiempo discreto.

Criterio de Routh-Hurwitz. Criterio de Jury.

13 Sistemas muestreados.

Descripción entrada-salida y en variables de estado. Equivalente discreto del sistema de tiempo continuo con mantenedor de orden 0. Teorema de la transmitancia muestreada.

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	8
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	7
9. Implementación de controladores industriales.	1, 2, 3 o 4	
10. Transformada Z.	5, 6	

11.Sistemas discretos en variables de estado.	5 o 6	
12. Estabilidad de sistemas en tiempo discreto.xcc	5 0 6	
13. Sistemas muestreados,	5 o 6	

1, 2, 3 o 4

6.1 Básica

1. 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
2. Kuo, Benjamin C. - *"Sistemas de Control Automatico"* - 7 Ed., Prentice Hall (1997) ISBN 10: 9688807230 ISBN 13: 9789688807231
3. Gene F. Franklin, J Powell, Abbas Emami-Naeini - *"Feedback Control of Dynamic Systems"*. Pearson Education Limited, 2015
4. Canales, R.; Barrera, R. - *"Sistemas Dinámicos Y Control Automático"*, Limusa-Wiley, 1977.
5. ÅSTRÖM R. WITTENMARK B., "Sistemas controlados por computador", Paraninfo,
6. PHILLIPS L., NAGLE H.T., "Digital Control Systems, Analysis and Design", Prentice Hall,

6.2 Complementaria

7. 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
8. Canetti, R. - *"Sistemas Dinaámicos de Parámetros Concentrados"*. Notas para el curso, Facultad de Ingeniería.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Número complejo. Algebra Lineal, Ecuaciones diferenciales ordinarias. Nnociones básicas de Señales y Sstemas: 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 (transistores, amplificadores).

ANEXO A
Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Eléctrica, IIE

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

semana	temas
Semana 1	1 -2
Semana 2	2 -3
Semana 3	3
Semana 4	4
Semana 5	5
Semana 6	6
Semana 7	7
Semana 8	7 - 8
Semana 9	8
Semana 10	9
Semana 11	10 --11
Semana 12	12 -13 Laboratorio 1
Semana 13	Buffer Laboratorio 2
Semana 14	Laboratorio 3 (no presencial)
Semana 15	Laboratorio 4

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Habrá una prueba parcial durante el semestre, que aportará hasta 65 puntos.
Se evaluar  el desempeño en el Laboratorio, que aportará hasta 35 puntos.
De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas instancias, el estudiante podrá:

- a) **ganar el curso**, si obtiene al menos 30 puntos totales, y al menos 10 puntos en el parcial y haber aprobado el Laboratorio (con al menos 1 punto).
- b) **exonerar el examen escrito**, si obtiene al menos 65 puntos totales y haber aprobado el Laboratorio (con al menos 1 punto)
- c) **reprobar el curso**, si no llega a las condicionees de ganar el curso .

El examen constará de una prueba escrita con ejercicios, y una prueba oral.
La aprobación de la prueba escrita habilita el pasaje a la prueba oral. En caso de exonerar el examen escrito, el estudiante pasar  directamente a la prueba oral.

A4) CALIDAD DE LIBRE

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

No tiene

ANEXO B para la carrera INGENIERÍA ELÉCTRICA

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Fundamentos de Ingeniería Eléctrica (4 créditos)

Control (8 créditos)

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

- aprobación completa de Física Experimental 1;
- cursos de Ecuaciones Diferenciales, Teoría de Circuitos, Señales y sistemas y Funciones Variables Complejas
- 45 créditos en el área Física, 59 en Matemática, 5 en Fundamentos de Ing. Eléctrica

Examen:

APROB. RES. CONSEJO DE FAC. ING.

FECHA: 23/04/2019 N° 060180 - 000249-19