



1. Información General

Espacio Académico	Teoría de control			
Pensum al que pertenece	Nuevo			
Código	XXX-XXX			
Tipo	Espacio teórico-práctico			
Área	Ingeniería Aplicada			
Créditos académicos	HTD	HTC	HTA	Horas/semana
	2	2	5	9
	3 créditos			

2. Justificación

El mundo actual, rodeado de ciencia, exige la implementación de dispositivos electrónicos, para medir, capturar datos, analizar, y también por ejemplo, para controlar. La manipulación de variables físicas se hace esencial a la hora de reproducir procesos industriales con ciertas características homogéneas. Es así como el control mediante el análisis de respuesta en frecuencia se constituye en una de las herramientas fundamentales, además de clásicas en control. Una técnica más de control, la realimentación de estados, resulta sencilla de implementar, si se conoce la dinámica del sistema, descrita mediante estados. Así, cada estado es realimentado, y si el sistema es lineal hay cierta garantía de que realimentar con ganancias constantes hará que el sistema, además de estable, exhiba una dinámica determinada.

Por último, pero no menos importante, este curso presenta el estudio de los sistemas dinámicos, cuando se someten a un muestreo. Esto es muy común, dado que el computador es un sistema discreto. El estudio de los sistemas discretos exige un repaso de aspectos ya vistos en el curso de sistemas dinámicos, como la función de transferencia, la respuesta a señales escalón, entre otras, pero esta vez cuando del sistema sólo se conocen muestras. La importancia de este tema final radica en que la mayoría de dispositivos hoy día son discretos, y no análogos.

3. Objetivos

- Diseñar un controlador de sistemas dinámicos, basado en la respuesta en frecuencia, tanto de la planta a controlar, como de la respuesta deseada.
- Evaluar la estabilidad de un sistema, utilizando el criterio de Nyquist.
- Implementar un controlador con base en la realimentación de los estados únicamente.
- Diseñar observadores de estado para sistemas dinámicos lineales, invariantes en el tiempo.
- Calcular la salida de un sistema en tiempo discreto.
- Implementar un controlador para sistemas en tiempo discreto.

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”

Facultad Tecnológica

- Realizar el proceso de conversión de sistemas en tiempo continuo a discreto, y viceversa.
- Desarrollar habilidades en el estudiante para el uso de MatLab y Simulink en la simulación de sistemas dinámicos.

4. Requerimientos

Para el buen desarrollo del curso, se considera necesario que el estudiante tenga dominio de los temas estudiados en los espacios académicos de Circuitos III y Sistemas Dinámicos.

5. Aspectos pedagógicos

La propuesta desarrollada por el grupo de docentes del proyecto curricular, partió del análisis de las características generales que debe poseer todo tecnólogo, como profesional en el sector eléctrico, además de los conocimientos específicos propios de la aplicación de su carrera que debe poseer todo ingeniero, y se encuentran detallados en el perfil profesional por créditos académicos.

Tales características, fusionadas al interior de los espacios académicos del plan de estudios son:

- Alto nivel de desarrollo de sus capacidades comunicativas,
- Habilidades para definir problemas, recoger y evaluar información, y desarrollar soluciones reales y eficientes,
- Capacidades para trabajar en equipo, habilidad para trabajar con otros;
- Habilidad para utilizar todo lo anterior a fin de encarar problemas en el complejo mundo real.

Todos los espacios académicos del plan de estudios, al igual que éste, se consideran teórico-prácticos, sustentando esta dinámica en problemas o preguntas que el estudiante debe ir solucionando a lo largo de las 16 semanas de duración del semestre y de las cuales dará cuenta a través de parciales y prácticas en Matlab.

6. Descripción de créditos

Distribución de las actividades		Horas semanales	Horas semestre	Número de créditos
Clase presencial (trabajo directo)	Introducción de concepto Ejemplificación del contenido Realización de ejercicios y problemas Evaluación y Diagnóstico de conocimientos	2	32	3
Acompañamiento (trabajo cooperativo)	Talleres de simulación con Matlab Talleres extraclase Elaboración y control de prototipo	2	32	
Actividades extraclase (trabajo autónomo)	Lecturas previas Talleres y consultas extraclase Ejercicios	5	80	
TOTAL		9	144	

7. Competencias e indicadores

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de idoneidad
Capítulo 1. Diseño de sistemas de control mediante la respuesta en frecuencia	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Diseña un controlador a partir de la información de la respuesta en frecuencia de un sistema. Analiza el comportamiento en frecuencia de un sistema dinámico lineal. Entiende la información presentada en un diagrama de Nyquist. Establece el modelo ideal al que debe llegar un sistema, a partir del modelo del mismo.
Capítulo 2. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Evalúa la controlabilidad y observabilidad de un sistema en espacio estado. Transforma el modelo de un sistema en espacio estado, cambiando las variables de estado que definen el modelo. Calcula las ganancias adecuadas para la realimentación de estados, de manera que el sistema a controlar exprese una dinámica deseada. Diseña un observador de estado, de acuerdo con los requerimientos de un sistema.
Capítulo 3. Análisis de sistemas discretos	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Comprende los conceptos de muestreo, cuantización y codificación de señales análogas para su conversión en señales discretas. Maneja la transformada z para solución de ecuaciones de diferencias. Entiende la relación existente entre la transformada de Laplace y la transformada z. Plantea modelos de función de transferencia para sistemas discretos. Infiere las ventajas que tiene una representación de espacio estado en un sistema dinámico en el tiempo discreto. Entiende cuando un sistema discreto presenta error de estado estacionario. Comprende el concepto de estabilidad en los sistemas discretos y puede aplicar adecuadamente criterios para determinar la estabilidad de dichos sistemas.
Capítulo 4. Diseño de sistemas en el tiempo discreto.	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Realiza la implementación digital de compensadores análogos de forma correcta. Entiende como se hace una adecuada selección del tiempo de muestreo de una señal análoga para logra una adecuada discretización. Maneja adecuadamente la metodología para realizar diseño en el dominio de la frecuencia para sistemas en el tiempo discreto.

8. Contenido programático

	Semana	Lineamientos	HSP	HSC	THS
	/Sesión				
de sistemas de control mediante la respuesta en frecuencia	<u>1/1</u>	Obtención de un modelo de polos y ceros a partir de datos de la respuesta en frecuencia.	2	3	5
	<u>1/2</u>	Estabilidad en el dominio de la frecuencia. Principio del argumento Gráfica de Nyquist	2	2	4
	<u>2/3</u>	El criterio de estabilidad de Nyquist	2	3	5
	<u>2/4</u>	Estabilidad relativa Márgenes de ganancia y de fase	2	2	4

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

	<u>3/5</u>	Compensación de adelanto	2	3	5
	<u>3/6</u>	Compensación de atraso	2	2	4
	<u>4/7</u>	Compensación de atraso-adelanto Sensibilidad	2	3	5
	<u>4/8</u>	PRIMER PARCIAL	2	2	4
Capítulo 2. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados	<u>5/9</u>	Observabilidad y Controlabilidad	2	3	5
	<u>5/10</u>	Ubicación de polos Solución de problemas de ubicación de polos con MATLAB	2	2	4
	<u>6/11</u>	Diseño de sistemas del tipo regulador mediante la ubicación de polos	2	3	5
	<u>6/12</u>	Observadores de estado	2	2	4
	<u>7/13</u>	Diseño de observadores de estado con MATLAB	2	3	5
	<u>7/14</u>	Diseño de sistemas de seguimiento	2	2	4
	<u>8/15</u>	Ejemplos de diseño de un sistema de control con MATLAB	2	3	5
	<u>8/16</u>	SEGUNDO PARCIAL	2	2	4
Capítulo 3. Análisis de sistemas discretos	<u>9/17</u>	Conversiones A/D y D/A La transformada z Definición Transformada de Laplace y Transformada z	2	3	5
	<u>9/18</u>	Propiedades y teoremas importantes de la transformada z Transformada z inversa Tabla de transformada z	2	2	4
	<u>10/19</u>	Tiempo de atraso y tiempo de adelanto Solución de Ecuaciones de diferencias lineales mediante transformada z	2	3	5
	<u>10/20</u>	Causalidad y retardo Ejercicios de aplicación en Matlab Ecuaciones de estado en el tiempo discreto	2	2	4
	<u>11/21</u>	Controlabilidad y observabilidad Diagramas de bloques y realizaciones	2	3	5
	<u>11/22</u>	Estabilidad Teoremas del valor final y teoremas del valor inicial Criterios de estabilidad para sistemas discretos (transformación bilineal y criterio de Jury)	2	2	4
	<u>12/23</u>	Respuesta de estado estacionario para sistemas estables Respuesta en frecuencia de Sistemas análogos y digitales	2	3	5
	<u>12/24</u>	TERCER PARCIAL	2	2	4
	Capítulo 4. Diseño de sistemas en el tiempo discreto.	<u>13/25</u>	Implementación digital de compensadores análogos en el dominio del tiempo Transformaciones en el dominio de la frecuencia	2	3
<u>13/26</u>		Selección de periodos de muestreo	2	2	4
<u>14/27</u>		Plantas equivalentes digitales	2	3	5
<u>14/28</u>		Método del lugar geométrico de las raíces	2	2	4
<u>15/29</u>		Diseño en el dominio de la frecuencia I	2	3	5
<u>15/30</u>		Diseño en el dominio de la frecuencia II	2	2	4
<u>16/31</u>		Realimentación de estado y estimador de estado	2	3	5
<u>16/32</u>		CUARTO PARCIAL	2	2	4
			96	48	144

9. Estrategias de evaluación

Parciales	X	Talleres, tareas y otros	
Prácticas de laboratorio	X	Proyectos	

10. Valoración de las estrategias de evaluación

	Estrategia	Porcentaje	Temas a evaluar	Fecha
1 ^{ra} Nota	Parcial 1	25%	Capítulo 1	
2 ^{ra} Nota	Parcial 2	25%	Capítulo 2	
3 ^{ra} Nota	Parcial 3	25%	Capítulo 3	
4 ^a Nota	Parcial 4	25%	Capítulo 4	

11. Bibliografía y demás fuentes de documentación

1. Kuo, Benjamín. Sistemas de control Automático. Séptima edición. Prentice Hall
2. Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Tercera edición. Prentice Hall
3. CHEN, CHI-TSONG. Analog and digital control systems design. Editorial Saunders College Publishing, 1993.
4. Ogata, Katsuhiko. Sistemas de control en tiempo discreto. Segunda edición. Pearson Education.
5. FRANKLIN, GENE – POWEL, DAVID. Digital control of dynamic systems. Second Edition, 1992.
6. PHILLIPS, CHARLES L. – NAGLE H, TROY. Digital control systems analysis and design. Editorial Prentice Hall. Third Edition, 1995
7. Lewis, Paul H., Yang, Chang. Sistemas de Control en Ingeniería. Prentice Hall.

TEXTOS COMPLEMENTARIOS

1. Gomáriz, Spartacus; Biel, Domingo. Teoría de control. Diseño electrónico. Ediciones UPC. 2^a. edición. Barcelona
2. Ogata, Katsuhiko. Solving Control Engineering problems with Matlab. Matlab Curriculum Series.
3. Dukkupati, Rao V. Analysis and Design of Control Systemas Using Matlab. New Age International Publishers. 2006.
4. Xue, Dingyü; Chen YangQuan. Linear Feedback Control. Analysis and Design with Matlab. Siam, Society for Industrial and Appeld Mathematics. Philadelphia, 2007.