

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ÁREA: ÁREA DE CONOCIMIENTO

Programa de la asignatura de:
MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS

CARRERA:	LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA			AÑO o MÓDULO:	QUINTO
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	Ingeniería Mecánica			ACADEMIA:	DISEÑO
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	32	HORAS TOTALES:	96	HORAS A LA SEMANA:	3
HORAS EN AULA:		48		HORAS DE PRÁCTICAS EXTERNAS	48
HORAS EN TEORÍA:	3	HORAS DE TALLER:	0	HORAS DE LABORATORIO	0
NÚMERO DE CRÉDITOS:		12		CLAVE DE LA ASIGNATURA	204203
OBLIGATORIA:	SI	OPTATIVA:	NO	MODALIDAD*:	Presencial
ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:	10/09/2021		No. ACTA H.C.T.		No. 2/2021-2022

*Presencial, semipresencial.

Nota: La presente materia se cursa el primer semestre en aula y el segundo en modalidad de prácticas externas en un esquema de asesoría por parte del docente.

Asignaturas obligatorias antecedentes: Mecánica aplicada II (204192)

Asignaturas obligatorias consecuentes: Ninguna

OBJETIVO/COMPETENCIA GENERAL DEL CURSO:									
Al finalizar el curso el estudiante comprende y analiza las metodologías para la formulación y simulación de Modelos Matemáticos de Sistemas Físicos aplicándolas en un proyecto para control. Evalúa el comportamiento dinámico de los Sistemas de Control, desde el enfoque de los Sistemas Lineales Invariantes con el Tiempo y de Parámetros Concentrados para tomar decisiones relacionadas con las competencias del ingeniero									
ATRIBUTOS DE EGRESO QUE IMPACTA:									
AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8		
X		X	X		X				X
Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel		
I	M	A	I	M	A	I	M	I	M
	X			X		X			X

* I –Introductorio, M -Medio, A –Avanzado

TEMAS DEL PROGRAMA DE “MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS”

CAPÍTULO	TÍTULO	HORAS	%	% ACUM.
1	CONCEPTOS BÁSICOS	6	3.1%	3.1%
2	HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA SOLUCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO	10	5.2%	8.3%
3	MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS LINEALES	21	10.4%	18.7%
4	MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS NO LINEALES	10	5.2%	23.9%
5	CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE LOS SISTEMAS FÍSICOS	10	5.2%	29.1%
6	SISTEMAS DE TIEMPO DISCRETO	18	9.4%	38.5%
7	ANÁLISIS DE SISTEMAS EN TIEMPO CONTINUO Y DISCRETO MEDIANTE VARIABLES DE ESTADO	12	6.3%	44.8%
8	RESPUESTA EN FRECUENCIA DE SISTEMAS DE TIEMPO CONTINUO DISCRETO	9	5.2%	50%
9	PRÁCTICAS PROFESIONALES	48	50%	100%
	TOTALES	96	100%	

CONTENIDO DEL PROGRAMA “MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS”

CAPÍTULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS

Objetivo/Competencia: El Estudiante se familiariza con la terminología empleada en el Modelado de Sistemas Físicos y Sistemas de Control.

1.1 Definición de:

- 1.1.1 Sistema, Control, Modelado, Simulación, Tiempo Real, Emulador, Función de Transferencia, Variable de Estado.
- 1.2 Clasificación de Sistemas.
 - 1.2.1 Por Parámetros distribuidos, o Parámetros concentrados.
 - 1.2.2 Determinísticos, o Estocásticos.
 - 1.2.3 De Tiempo Continuo, o Tiempo Discreto.
 - 1.2.4 Lineales, o No lineales.
 - 1.2.5 Variantes en el Tiempo, o Invariantes en el Tiempo.
 - 1.2.6 Homogéneos, o NO homogéneos.
- 1.3 Representación de los Modelos Matemáticos SISO y MIMO.
 - 1.3.1 En Ecuaciones Diferenciales.
 - 1.3.2 En Variables de Estado.
 - 1.3.3 En Diagramas de Simulación Analógica.
 - 1.3.4 En Función de Transferencia.
 - 1.3.5 En Diagramas de Bloques.
 - 1.3.6 En Diagramas de Flujo de Señal.

CAPÍTULO 2. HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA SOLUCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO.

Objetivo/Competencia: El Estudiante identifica y aplica las Herramientas Computacionales necesarias para la Solución de Modelos Matemáticos de Sistemas.

- 2.1 Lenguajes de Programación Aplicados a la Solución del Modelo.
 - 2.1.1 C/C++, Matlab, Simulink.
 - 2.1.2 Análisis Comparativo en su Aplicación (ventajas y desventajas).
- 2.2 Introducción a Matlab.
 - 2.2.1 Solución de Ecuaciones Diferenciales.
 - 2.2.2 Solución del Modelo de Estado
 - 2.2.3 Solución de Funciones de Transferencia.
 - 2.2.4 Obtención de Representaciones Equivalentes.
- 2.3 Introducción a Simulink.
 - 2.3.1 Solución de Diagramas de Simulación.
 - 2.3.2 Solución de Diagramas de Bloques.

CAPÍTULO 3. MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS LINEALES.

Objetivo/Competencia: El Estudiante Formula Modelos Matemáticos de Sistemas Físicos Lineales, mediante la aplicación de las Leyes Físicas.

- 3.1 Modelado de Sistemas Mecánicos.
 - 3.1.1 Leyes de elementos.
 - 3.1.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 3.1.3 Representación de Sistemas Mecánicos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 3.1.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 3.2 Modelado de Sistemas Térmicos.
 - 3.2.1 Leyes de elementos.
 - 3.2.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 3.2.3 Representación de Sistemas Térmicos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 3.2.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 3.3 Modelado de Sistemas Hidráulicos.
 - 3.3.1 Leyes de elementos.
 - 3.3.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 3.3.3 Representación de Sistemas Hidráulicos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 3.3.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 3.4 Modelado de Sistemas Eléctricos.
 - 3.4.1 Leyes de elementos.
 - 3.4.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 3.4.3 Representación de Sistemas Eléctricos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 3.4.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 3.5 Modelado de Sistemas Químicos.
 - 3.5.1 Leyes de elementos.
 - 3.5.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 3.5.3 Representación de Sistemas Químicos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 3.5.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 3.6 Modelado de Sistemas Híbridos.
 - 3.6.1 Leyes de elementos.
 - 3.6.2 Ecuaciones de Equilibrio.

- 3.6.3 Representación de Sistemas Híbridos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
- 3.6.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 3.7 Sistemas Análogos.
 - 3.7.1 Analogía entre Elementos.
 - 3.7.2 Analogías entre Sistemas (eléctrico-mecánico longitudinal, eléctrico-mecánico rotacional, etc.).

CAPÍTULO 4. MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS NO LINEALES.

Objetivo/Competencia: El Estudiante Formula Modelos Matemáticos de Sistemas Físicos No lineales, mediante la aplicación de las Leyes Físicas.

- 4.1 Linealización de Funciones.
 - 4.1.1 Univariables.
 - 4.1.2 Multivariables.
- 4.2 Modelado de Sistemas Electromecánicos.
 - 4.2.1 Leyes de elementos.
 - 4.2.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 4.2.3 Representación de Sistemas Electromecánicos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 4.2.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.
- 4.3 Modelado de Sistemas Químicos.
 - 4.3.1 Leyes de elementos.
 - 4.3.2 Ecuaciones de Equilibrio.
 - 4.3.3 Representación de Sistemas Químicos Mediante Ecuaciones Diferenciales, Función de Transferencia, Transformadas de Laplace, Diagramas de Bloques, Variables de Estado.
 - 4.3.4 Solución del Modelo Mediante Métodos Numéricos, usando Entradas de Prueba Típicas.

CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE LOS SISTEMAS FÍSICOS.

Objetivo/Competencia: El Estudiante identifica y cataloga el comportamiento característico de los Sistemas Físicos a partir del concepto de respuesta temporal a escalón e impulso, como un medio de Validación del Modelo. Analizará la Estabilidad del Modelo ante la variación de sus parámetros, y también, evaluará la Estabilidad del Sistema ante la variación de los parámetros y perturbaciones no deseadas.

- 5.1 Sistemas de Primer Orden.
 - 5.1.1 Características Generales.
 - 5.1.2 Respuesta Escalón.
 - 5.1.2.1 Constante de Tiempo.
 - 5.1.2.3 Respuesta Impulso.
 - 5.1.4 Función de Transferencia y Patrón de polos y ceros.
- 5.2 Sistemas de Segundo Orden.
 - 5.2.1 Características Generales.
 - 5.2.2 Respuesta Escalón.
 - 5.2.2.1 Parámetros de Diseño.
 - 5.2.3 Respuesta Impulso.
 - 5.2.4 Función de Transferencia y Patrón de polos y ceros
- 5.3 Sistemas de Orden Superior.
 - 5.3.1 Polos Dominantes.
- 5.4 Estabilidad y sensibilidad.
 - 5.4.1 La Función de Sensibilidad
 - 5.4.2 Sensibilidad Paramétrica.
 - 5.4.3 Análisis de la sensibilidad de la retroalimentación.
 - 5.4.4 Zonas de estabilidad en el plano S para un sistema lineal e invariante (SLI)
 - 5.4.5 Análisis de la Estabilidad en Sistemas Retroalimentados.

CAPÍTULO 6. SISTEMAS DE TIEMPO DISCRETO.

Objetivo/Competencia: El Estudiante comprende las características y comportamiento de los Sistemas Discretos. Señales Analógicas, señales Discretas, señales Cuantizadas.

- 6.1 Funciones Discretas, Escalón e Impulso
- 6.2 La Transformada Z.
 - 6.2.1 Propiedad de Linealidad de la Transformada Z.
 - 6.2.2 Transformada Z de funciones con desplazamiento a la izquierda y a la derecha.
 - 6.2.3 Teorema del Valor Inicial.
 - 6.2.4 Teorema del Valor Final.
- 6.3 Sistemas Discretos Lineales e Invariables (SDLI).
 - 6.3.1 Ecuación en diferencias asociadas con un SDLI.
 - 6.3.2 Propiedades de la sumatoria de convolución.
 - 6.3.3 Obtención de la respuesta a Impulso y Escalón de un SDLI, empleando la transformada Z.
- 6.4 Respuesta a Impulso de un SDLI.

- 6.4.1 Sumatoria de convolución de la respuesta a Impulso de un SDLI y su secuencia de Entrada como representación conceptual de la secuencia de Salida del mismo.
- 6.4.2 Propiedades de la sumatoria de convolución.
- 6.4.3 Transformada Z de la sumatoria de convolución.
- 6.5 Estabilidad de un SDLI.
 - 6.5.1 Zona de Estabilidad en el plano Z para un SDLI.
- 6.6 Obtención de la Ecuación en diferencias asociadas con un SDLI a partir de la Función de Transferencia del mismo.
 - 6.6.1 Realización en Tiempo Real de un SDLI empleando la ecuación en diferencias que lo representa.

CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE SISTEMAS EN TIEMPO CONTINUO Y DISCRETO MEDIANTE VARIABLES DE ESTADO.

Objetivo/Competencia: El Estudiante comprende y analiza, con el enfoque de Variables de Estado, los Sistemas Lineales e Invariantes con el Tiempo de los Dominios Continuo y Discreto.

- 7.1 Concepto de Estado.
- 7.2 Ecuaciones de Estado de Sistemas lineales e invariantes con el tiempo.
- 7.3 Formas Canónicas.
- 7.4 Solución genérica de las ecuaciones de estado para Sistemas de Tiempo Continuo lineales e invariantes.
 - 7.4.1 La Matriz Exponencial.
 - 7.4.2 Obtención de Ecuaciones de Estado a partir de la función de transferencia de un SLI de Tiempo Continuo.
 - 7.4.3 Obtención de la Función de Transferencia a partir de las ecuaciones de estado de un SLI de Tiempo Continuo.
- 7.5 Ecuaciones de Estado para un SDLI.
 - 7.5.1 Forma Genérica de la solución de las ecuaciones de estado para un SDLI
 - 7.5.2 Obtención de Ecuaciones de Estado a partir de la función de transferencia
 - 7.5.3 Obtención de la Función de Transferencia $H(Z)$ a partir de las ecuaciones de estado del mismo.

CAPÍTULO 8. RESPUESTA EN FRECUENCIA DE SISTEMAS DE TIEMPO CONTINUO Y DISCRETO.

Objetivo/Competencia: El Estudiante conoce los conceptos básicos acerca de la respuesta en Frecuencia permanente para sistemas lineales e invariantes, tanto en Tiempo continuo como discreto.

- 8.1. Respuesta en Frecuencia permanente para sistemas lineales invariantes de Tiempo Continuo.
 - 8.1.1. Curvas de Magnitud y fase a partir de $H(jw)$.
- 8.2. Respuesta en Frecuencia permanente para sistemas lineales invariantes de Tiempo Discreto.
 - 8.2.1. Curvas de Magnitud y fase a partir de $H(e^{jwT})$.
 - 8.2.2. Periodicidad de la respuesta infrecuencia de un SDLI.

CAPÍTULO 9. PRÁCTICAS PROFESIONALES.

Objetivo/Competencia: El estudiante practica en un ambiente profesional los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

X	Exposición oral
X	Búsqueda de información documental por parte del Estudiante.
X	Técnicas grupales para la resolución de ejercicios.
X	Tareas y trabajos extra clase.
X	Utilización de recursos audiovisuales y de tecnología de punta.
X	Exposiciones por parte del Estudiante.
X	Participación del Estudiante en clase.
X	Participación activa del Estudiante en la construcción de su conocimiento.
	Seminarios.
	Taller para la solución de Problemas.
	Prácticas de Laboratorio.
	Prácticas de campo.
X	Otras: Proyecto por equipos

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

	Participación en clase.
X	Ejercicios y trabajos realizados en el Taller.

X	Trabajos y tareas extra clase.
X	Exposición de temas de investigación en forma grupal e individual.
	Prácticas de laboratorio reportadas por escrito.
	Participaciones.
X	Exámenes parciales.
X	Exámenes departamentales.
X	Otros: Proyecto de control

PERFIL DEL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
<i>Modelación Matemática por medio de Ecuaciones Diferenciales.</i> <i>Función de Transferencia.</i> <i>Álgebra de Bloques.</i> <i>Analogía entre Sistemas.</i> <i>Estabilidad de Sistemas.</i> <i>Respuesta de Frecuencia.</i> <i>Mecánica Clásica.</i> <i>Electricidad y electrónica.</i> <i>Química básica.</i> <i>Termofluidos.</i>	<i>En la Selección, Aplicación, Operación y Diseño de Sistemas de Control Aplicados a las Industrias: Petroquímica, Alimenticia, Manufacturera, Térmica, Química, etc</i> <i>Haber impartido clase.</i> <i>Formación pedagógica</i>	<i>Domino de la asignatura</i> <i>Manejo de grupos</i> <i>Comunicación (transmisión de conocimiento).</i> <i>Capacidad de análisis y síntesis.</i> <i>Manejo de materiales didácticos.</i> <i>Creatividad.</i> <i>Capacidad para realizar analogías y comparaciones en forma simple.</i> <i>Capacidad para motivar al Auto Estudio, el Razonamiento y la investigación.</i>	<i>Etica.</i> <i>Honestidad.</i> <i>Compromiso con la docencia.</i> <i>Crítica Fundamentada.</i> <i>Respeto y Tolerancia.</i> <i>Responsabilidad científica.</i> <i>Liderazgo.</i> <i>Superación personal, docente y profesional.</i> <i>Espíritu cooperativo.</i> <i>Puntualidad.</i> <i>Compromiso social.</i>

BIBLIOGRAFÍA

1. Carlos Pérez Vidal (2005). Modelado de Sistemas Dinámicos: Aplicaciones. Editorial Club Universitario
2. Rodríguez R. F. J. Dinámica de Sistemas. Trillas. 1989.
3. Ogata Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Prentice-Hall.
4. Ogata Katsuhiko. Dinámica de Sistemas. Prentice-Hall.
5. Ogata Katsuhiko. Problemas de Ingeniería de Control utilizando Matlab un enfoque Práctico. Prentice-Hall.
6. Ogata Katsuhiko. System Dynamics. Prentice-Hall. 1998.
7. Ogata Katsuhiko. Discrete – time control systems. Prentice-Hall. 1995.
8. Cadzow J. A. Discrete – time systems. Prentice-Hall. 1973.
9. G. H. Hostetter- C. J. Savant- R. T. Stefant. Sistemas de control. Nueva Editorial Latinoamericana.
10. Howard L. Harrison- John G. Bollinger. Controles Automáticos. Trillas.
11. Benjamín C. Kuo. Sistemas Automáticos de Control. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V.
12. Eronii Umez- Eronini. Dinámica de Sistemas de Control. Ed. Thomas Learning.
13. Smith- Corripio. Control Automático de Procesos Teoría y Práctica. Limusa.