



UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERIA EN MECATRÓNICA

Nombre de la Asignatura: IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS

Clave:	Créditos: 8	Horas totales: 80	Horas Teoría: 2	Horas Práctica: 4	Horas Semana: 5
---------------	-----------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------

Modalidad: Presencial **Eje de formación:** Especializante

Elaborado por: DR. VÍCTOR HUGO BENÍTEZ BALTAZAR, DR. CARLOS FIGUEROA NAVARRO

Antecedente: **Consecuente:**

Carácter: Optativa **Departamento de Servicio:** Ingeniería industrial

Propósito:

La asignatura pertenece al eje especializante, y es de carácter optativa. El principal propósito es proporcionar a los estudiantes los aspectos fundamentales y básicos de las herramientas para la identificación, tales como los modelos lineales, utilizando herramientas de análisis temporal y frecuencial; o modelos no lineales, utilizando redes neuronales.

I. Contextualización

Introducción:

En esta materia se estudian los métodos para identificar los procesos dinámicos. El funcionamiento de los procesos industriales ha cambiado debido a la evolución de la tecnología computacional, tal hecho convierte los procesos a niveles de mayor productividad y competitividad. Para aumentar la competitividad ha sido necesario desarrollar nuevas técnicas que permitan maximizar la eficiencia de los procesos, desarrollando controladores de gran calidad, y maximizar la flexibilidad de los procesos.

Una tarea esencial es conocer el comportamiento dinámico del proceso, principalmente de las partes críticas. El ingeniero de control tiene que efectuar la realización de modelos matemáticos de los procesos estudiados. Los modelos son utilizados en áreas tan distintas como: mecánica eléctrica hidráulica neumática y otras ramas de la ingeniería. El campo de utilización de dichos modelos es muy amplio, destacar aplicaciones como: control, supervisión, predicción, simulación, optimización.

Las técnicas de identificación y el diseño de controladores han seguido un camino paralelo y con gran énfasis en tareas de supervisión. La asignatura es complementaria de los cursos relacionados al área de control como dinámica de sistemas, control digital e implementación de sistemas de control.

Es de mucha utilidad que el estudiante tenga bien claro los conceptos de: control mediante función de transferencia de sistemas mecánicos eléctricos neumáticos e hidráulicos, o una combinación de ellos. Las unidades didácticas se describen a continuación:

la Unidad didáctica I trata aspectos generales de la identificación de sistemas. Se explican brevemente los métodos paramétricos y no paramétricos, se definen las señales excitadoras.

En la Unidad didáctica II se presenta la técnica de técnicas de identificación no paramétricas. Son tres las técnicas de identificación no paramétricas: técnicas de análisis de la respuesta transitoria, el análisis de correlación entre señales y las técnicas frecuenciales.

En la Unidad didáctica III se estudian el diseño experimental para la identificación de sistemas dinámicos. La información que se requiere para un buen modelo se obtiene realizando una serie de experimentos básicos y sencillos conocidos con el nombre de experimentos preliminares.

En la Unidad didáctica IV se estudia los métodos de estimación paramétricos y selección del modelo. El alumno estudia los métodos de estimación de parámetros en el dominio temporal y frecuencial.

En la Unidad didáctica V se cubre el campo de métodos de estimación con redes neuronales. Las redes neuronales forman una familia grande de modelos de sistemas no lineales. Tienen un relativo respaldo formal y han resultado efectivas en numerosos casos prácticos.

Perfil del(los) instructor(es):

Poseer Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica
Preferentemente con grado académico de maestría o especialidad
Con experiencia docente y desarrollo profesional comprobada cuando menos de dos años en el campo de la materia.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- **HABILIDAD PARA DESARROLLAR SISTEMAS DE CONTROL Y DE AUTOMATIZACIÓN**
 - Manejar métodos y herramientas que permitan maximizar la eficiencia de los procesos, desarrollando controladores de gran calidad, y maximizar la flexibilidad de los procesos con el menor ajuste de la máquina. Conocer el comportamiento dinámico del proceso, principalmente de las partes críticas. Construir con la información disponible de un sistema el modelo matemático que se ajuste al comportamiento del sistema estudiado.

Objetivo General:

Conocer una metodología de modelización denominada identificación; comprender que la metodología depende de un análisis de las entradas, señal de excitación, y las salidas, así como de la respuesta del sistema; estudiar distintas herramientas para la identificación como los modelos lineales, utilizando herramientas de análisis temporal y frecuencial; o modelos no lineales, utilizando redes neuronales, donde todas estas herramientas pueden mejorar el tipo de controlador a diseñar.

Objetivos Específicos:

1. Conocer la metodología de modelización denominada identificación; se explican brevemente los métodos paramétricos y no paramétricos, se definen las señales excitadoras.
2. Establecer la clasificación de los diferentes tipos de técnicas de identificación. Entender los modelos no paramétricos como aquellos en que no es posible definir un vector de parámetros finito para representarlo. Conocer las técnicas de análisis de la respuesta transitoria, el análisis de correlación entre señales y las técnicas frecuenciales.
3. Conocer los métodos de identificación a través de diseñar adecuadamente el experimento. Efectuar el proceso necesario para disponer de conocimientos básicos sobre el comportamiento del proceso, realizando una serie de experimentos básicos.
4. Identificar la clasificación de los métodos de estimación en el dominio temporal y con modelos discretos (dominio-Z). Asimismo, el modelo continuo (dominio-S) o ecuación diferencial. comportamiento de los materiales cuando son sometidos a esfuerzos de compresión, tensión, corte y doblado.
5. Entender el modelado de sistemas dinámicos no lineales y comprender como las redes neuronales son modelos que pueden ser adecuados para ciertos tipos de sistemas.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – INTRODUCCIÓN A LA IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS

Unidad Didáctica II – TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN NO PARAMÉTRICAS

Unidad Didáctica III – DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS

Unidad Didáctica IV – MÉTODOS DE ESTIMACIÓN PARAMÉTRICOS Y SELECCIÓN DEL MODELO

Unidad Didáctica V - MÉTODOS DE ESTIMACIÓN CON REDES NEURONALES

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:**Unidad didáctica I. Introducción a la identificación de sistemas**

En la unidad I, el alumno obtiene conocimientos sobre una metodología de modelización denominada identificación; se explican brevemente los métodos paramétricos y no paramétricos, se definen las señales excitadoras.

- Estructura y clasificación de los modelos.
- Modelos matemáticos
- Deterministas
- Dinámicos
- De parámetros concentrados
- Lineales y no lineales
- Tiempo continuo y discreto
- Modelos paramétricos y no paramétricos
- Principio de la identificación de sistemas
- técnicas de identificación no paramétricas
- Etapas a seguir para la identificación de un modelo

- Relación entre modelos y métodos.

Unidad didáctica II. Técnicas de identificación no paramétricas

En la unidad II, el alumno obtiene los conocimientos de la identificación, que se comprenden como un método de construcción de modelo. Un sistema lineal invariante en el tiempo puede ser descrito por su función de transferencia (modelos paramétricos). Se consideran modelos no paramétricos a aquellos en que no es posible definir un vector de parámetros finito para representarlo. Son tres las técnicas de identificación no paramétricas: técnicas de análisis de la respuesta transitoria, el análisis de correlación entre señales y las técnicas frecuenciales.

- Características generales de las señales. Definiciones.
- Propiedades de las señales periódicas
- Descripción de algunas de las señales de excitación
- Análisis de la respuesta transitoria
- Análisis de la respuesta impulso
- Análisis de la respuesta escalón
- Análisis de correlación
- Técnicas frecuenciales
- Análisis de Fourier
- Análisis espectral
- Ejercicios y problemas resueltos.

Unidad de didáctica III. Diseño experimental para la identificación de sistemas dinámicos.

En la unidad IV, el alumno debe conocer los métodos de identificación a través de diseñar adecuadamente el experimento. Para ello es necesario disponer de conocimientos básicos sobre el comportamiento del proceso, seleccionar las señales de entrada. Esta información puede obtenerse realizando una serie de experimentos básicos y sencillos conocidos con el nombre de experimentos preliminares.

- Experimentos preliminares
- Diseño y selección de las señales de entrada
- Selección del período de muestreo y la duración del experimento
- Pretratamiento de los datos
- Ejercicios y problemas resueltos.

Unidad de didáctica IV. Métodos de estimación paramétricos y selección del modelo

En la unidad V, el alumno estudia los métodos de estimación de parámetros en el dominio temporal y frecuencial. Estos se basan en el supuesto de que el sistema pueda representarse por una parte determinista o causal y una parte estocástica que engloba las dinámicas no modelizables del sistema. En general se asume que la parte estocástica puede ser representada por una variable Gaussiana.

Los métodos de estimación en el dominio temporal tienen la particularidad de que a partir de ellos se estiman modelos discretos (dominio-Z). Un modelo continuo (dominio-S) o ecuación diferencial.

- Comparación de modelos de sistemas
- Los modelos y los métodos de estimación paramétricos discretos
- Objetivos de los métodos de estimación paramétricos
- Método de estimación por mínimos cuadrados (LS)

- Método de mínimos cuadrados generalizado (GLS)
- Método de la variable instrumento
- Método de la máxima probabilidad
- Método de predicción de error
- Métodos recursivos para la estimación de parámetros
- Método de mínimos cuadrados recursivo
- Métodos de estimación paramétricos frecuenciales
- Ejercicios y problemas resueltos.

Unidad de didáctica V. Métodos de estimación con redes neuronales

En la unidad didáctica V se estudia el modelado de sistemas dinámicos no lineales. La teoría de modelado de sistemas dinámicos cubierta en los anteriores capítulos se centran técnicas lineales.

Esta unidad trata el modelado de sistemas dinámicos no lineales, sin embargo, cabe aclarar que existen muchos métodos y pocos de ellos tienen un respaldo matemático que justifique su uso. Redes Neuronales son modelos que pueden ser adecuados para ciertos tipos de sistemas.

Las redes neuronales forman una familia grande de modelos de sistemas no lineales. Tienen un relativo respaldo formal y han resultado efectivas en numerosos casos prácticos.

- Fundamentos de las redes neuronales
- Arquitecturas neuronales básicas
- Algoritmos de aprendizaje
- El proceso de identificación
- Estructura NNFIR y NNARX
- Estructura NNARMAX
- Estructura NNOE
- Otras estructuras híbridas
- Ejercicios resueltos.

Criterios de desempeño

1. Participación activa en clase.
2. Ser puntuales.
3. Asistencia. Es muy importante. Tomar en cuenta el Reglamento Escolar:
4. Cumplir cabal y puntualmente con todas las actividades y trabajos.
5. Calificación de los exámenes.
6. Trabajar en equipo los proyectos del curso.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos

1. Exposición del maestro de temas teóricos.
2. Exposición de alumnos de ejemplos de interés.
3. Ejecutar programas de cómputo.

Experiencias de aprendizaje.

1. Lectura de artículos en revistas de ciencia y tecnología.
2. Investigación de artículos de divulgación científica.
3. Exposición de proyectos.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del instructor.
2. Cañón.
3. Pintarrón.
4. Conexión a internet.
5. Software MATLAB.

Bibliografía	Básica/ Complementaria
Goodwin G., & Payne R. (1977). Dynamic system identification. Edit. Academic Press.	Básica
Isermann R., & Munchhof M. (2011). Identification of dynamical systems. Edit. Springer.	Básica
Marvin L. (2016). System identification with MATLAB. Linear Models. Edit. CreateSpace Independent Publishing Platform.	Básica
Levy P. (2016) Control Systems using MATLAB. Linear System Modeling. Edit. CreateSpace Independent Publishing Platform.	Básica

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H, A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades I y II	Examen escrito	20 %
2	C,H, A	Exposiciones de proyectos	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes en relación a trabajo en equipo, lectura y análisis de proyectos, exposición, organización de ideas.	Diseño, debate, organización y presentación de proyectos	25 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	H, A	Prácticas de laboratorio de cómputo	Se evaluarán los conocimientos, habilidades y actitudes en la realización de prácticas de laboratorio de cómputo	Evidencias de práctica de laboratorio de cómputo	15 %
5	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a la unidad V	Examen escrito	20 %
				Total	100 %

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes