

ASIGNATURA: CONTROL NO LINEAL

MODALIDAD: Teórico-práctica.

INTENSIDAD: 3 h/sem

PRE-REQUISITOS: NINGUNO

CRÉDITOS: 3

PROFESOR: CARLOS ALBERTO GAVIRIA

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al estudiante una fundamentación sólida en el análisis y diseño de controladores para sistemas no lineales en tiempo continuo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar algunos fenómenos propios de los sistemas no lineales.
- Conocer herramientas para la descripción del comportamiento dinámico de sistemas no lineales.
- Conocer herramientas para el análisis de la estabilidad de sistemas no lineales.
- Conocer algunas técnicas modernas de control para sistemas no lineales de tiempo continuo.

METODOLOGÍA

Los temas del curso serán expuestos mediante clases magistrales que serán complementadas con talleres de aplicación para cada tema, a desarrollar por parte de los estudiantes fuera del horario de la asignatura. Al finalizar la asignatura, los estudiantes presentarán una exposición de cierre de los resultados de ejecución de los talleres.

CONTENIDO

1. Introducción (2 horas)
 - 1.1. Sistemas no lineales. Aspectos introductorios.
 - 1.2. Algunos fenómenos no lineales.
 - 1.3. Tipos de no linealidades.
 - 1.4. Procedimientos de análisis de sistemas no lineales.

Práctica 1: Simulación de fenómenos no lineales. Taller 1.

2. Análisis en el plano de fases (4 horas)

- 2.1. El plano de fases.
- 2.2. Puntos singulares. Clasificación.
- 2.3. Dibujo de trayectorias en el plano de fases.
- 2.4. Análisis de las trayectorias en sistemas lineales de orden dos.
- 2.5. Análisis de las trayectorias en sistemas no lineales de orden dos.
- 2.6. Caso de estudio: No linealidades en un servo mecanismo.
- 2.7. Ciclos límite. Teoremas de existencia.
- 2.8. Estabilidad de ciclos límite. Teorema de Poincaré.

Práctica 2: Aplicación del análisis de plano de fases en un caso de estudio. Taller 2.

3. Análisis de Lyapunov (4 horas)
 - 3.1. Estabilidad en el sentido de Lyapunov.
 - 3.2. Método de Lyapunov. Funciones escalares.
 - 3.3. Segundo teorema de Lyapunov. Metodología de análisis.
 - 3.4. Aplicación a sistemas lineales.
 - 3.5. Aplicación a sistemas no lineales.
 - 3.6. Conjuntos invariantes o de La Salle.
 - 3.7. Construcción de funciones de Lyapunov. Método del gradiente variable.
 - 3.8. Otros métodos de análisis de estabilidad. Criterios de Popov y Zames.

Práctica 3: Problemas sobre Lyapunov y análisis de estabilidad. Taller 4

4. Linealización por realimentación (6 horas)
 - 4.1. Linealización entrada-estado y entrada-salida. Análisis intuitivo.
 - 4.2. Solución del problema de regulación y seguimiento en el sistema linealizado.
 - 4.3. Álgebra de Lie y teorema de Frobenius.
 - 4.4. Grado relativo. Definición y significado.
 - 4.5. Forma normal local.
 - 4.6. Linealización exacta.
 - 4.7. Controlabilidad y dinámica de los ceros.
 - 4.8. Extensión a sistemas MIMO.

Práctica 4: Control por linealización por realimentación aplicado a un caso de estudio. Taller 5.

5. Control por modos deslizantes (6 Horas)
 - 5.1. Sistemas de estructura variable y superficie de deslizamiento.
 - 5.2. Enfoque de geometría diferencial.
 - 5.2.1. Condiciones de alcanzabilidad, invarianza y transversalidad.
 - 5.2.2. Control equivalente.
 - 5.2.3. Regiones de deslizamiento.
 - 5.2.4. Estabilidad asintótica.
 - 5.2.5. Procedimiento de diseño.
 - 5.3. Enfoque basado en Lyapunov.

- 5.3.1. Condiciones de deslizamiento, invarianza y control equivalente.
- 5.3.2. Estabilidad asintótica.
- 5.3.3. Aplicación a un sistema de segundo orden. Robustéz.
- 5.3.4. El problema del Catering. Capa de frontera y otras soluciones propuestas.

Práctica 5: Controlador en modos deslizantes aplicado a un caso de estudio. Taller 6.

- 6. Control basado en pasividad (4 horas)
 - 6.1. Concepto de pasividad.
 - 6.2. Pasividad en lazo cerrado. Control como interconexión.
 - 6.3. Sistemas pasivos controlados por puertos (PCHS).
 - 6.4. Control por asignación de matrices de interconexión y amortiguamiento (IDA-PBC)

Práctica 6: Control IDA-PBC aplicado a un caso de estudio. Taller 7.

- 7. Control Adaptativo (6 horas)
 - 7.1. Conceptos básicos.
 - 7.2. Control adaptativo de sistemas de primer orden.
 - 7.3. Control adaptativo de sistemas lineales.
 - 7.4. Control adaptativo de sistemas no lineales.

- 8. Seminario evaluación de talleres (4 horas)

ACTIVIDADES ACADÉMICAS A DESARROLLAR

Actividades presenciales					Act. no presenciales		Horas totales	Créditos
Teoría	Seminarios	Problemas	Prácticas	Tutorías	Prácticas	Estudio		
32	4	0	0	0	42	66	144	3

RECURSOS HARDWARE Y SOFTWARE

- Salón de clases con:
 - Computador con Acrobat Reader.
 - Cañón de vídeo.

REGIMEN DE EVALUACIÓN

- Taller 1: Simulación de fenómenos no lineales. 12%

- Taller 2: Aplicación del análisis de plano de fases en un caso de estudio. 16%
- Taller 3: Problemas sobre Lyapunov y análisis de estabilidad. 12%
- Taller 4: Control por linealización por realimentación aplicado a un caso de estudio. 16%
- Taller 5: Controlador en modos deslizantes aplicado a un caso de estudio. 16%
- Taller 6: Control IDA-PBC aplicado a un caso de estudio. 12%
- Taller 7: Control adaptativo. 16%

BIBLIOGRAFÍA

- J.J. SLOTINE AND W. LI. "APPLIED NONLINEAR CONTROL". PRENTICE HALL INTERNATIONAL. 1991.
- h.k. khalil. "nonlinear systems". prentice hall international. 1996.
- A. ISIDORI, "NONLINEAR CONTROL SYSTEM". SPRINGER-VERLAG. 1989.