



PROGRAMA DEL CURSO: Control 1

TIPO: Obligatoria

PRELACIÓN: Matemáticas Especiales, Modelado de Sistemas Físicos

CÓDIGO: ISFCO1

UBICACIÓN: 6^{to} semestre

TPLU: 4 0 0 4

CICLO: Formativo

JUSTIFICACIÓN

El propósito de este curso es enseñar los conceptos fundamentales para el análisis de los sistemas lineales de control en el dominio temporal y en el dominio de la frecuencia.

OBJETIVOS

- Conocer los modelos matemáticos y representaciones de sistemas dinámicos lineales invariantes en el tiempo, en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- Comprender los comportamientos cualitativos fundamentales de los sistemas dinámicos lineales invariantes en el tiempo, en términos de la solución asociadas a sus modelos temporales y frecuenciales.
- Conocer las fortalezas y debilidades de los distintos métodos para estudiar la estabilidad de los sistemas lineales de control en el dominio temporal y frecuencial.
- Comprender el efecto de la realimentación en los sistemas de control.
- Introducir el diseño de sistemas lineales de control por ajuste de ganancia.
- Hacer uso de paquetes computacionales para el diseño de sistemas lineales de control.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Unidad I: Introducción a los Sistemas de Control.

Tema 1: Introducción a los Sistemas Dinámicos y a los Sistemas de Control.

Tema 2: Sistemas dinámicos, sistemas a lazo abierto, sistemas a lazo cerrado.

Tema 3: Ejemplos de esquema de control realimentado.

Tema 4: Linealización, validez de la linealización, ejemplos.

Tema 5: Propiedades de los sistemas: linealidad vs. no linealidad, causalidad vs. no causalidad, invarianza vs. varianza respecto del tiempo, determinísticos vs. estocásticos. Ejemplos.

Unidad II: Representación de Sistemas.

Tema 1: Descripción Entrada/Salida. Respuesta impulsiva. Función de transferencia. Definición.

Tema 2: Concepto de Estado de un sistema. Descripción en variables de estado de un sistema lineal, invariante, causal, parámetros concentrados, determinístico.

Tema 3: Relación entre la función de transferencia y la descripción en espacio de estado, Ejemplos.

Tema 4: Ejemplos de representación de sistemas usando diagramas de bloque, diagramas de flujo de señal y Fórmula de Mason.

Unidad III: Solución de la ecuación lineal de Estado.

Tema 1: Ecuación lineal homogénea.

Tema 2: Solución de la ecuación lineal no homogénea (método de variación de la constante).

Tema 3: Cálculo de la matriz de transición de Estado.

Tema 4: Ejemplo ilustrativos.

Unidad IV: Respuesta temporal de un sistema lineal. Efectos de la realimentación.

Tema 1: Sistemas de primer orden y sus características, usando la representación en variables de estado y función de transferencia.

Tema 2: Sistemas de segundo orden y sus características, usando la representación en variables de estado y función de transferencia.

Tema 3: Tipos de sistemas (error en estado estacionario).

Unidad V: Sistemas equivalentes. Formas Canónicas.

Tema 1: Realización.

Tema 2: Formas Canónicas: de Jordan, controlable, observable (introducir el cambio de base sin definir el concepto de controlabilidad y observabilidad). Formas Compañeras: directa, paralela y cruzada.

Unidad VI: Estabilidad.

Tema 1: Estabilidad de los sistemas lineales. Concepto de estabilidad, estabilidad asintótica, estabilidad exponencial, etc.

Tema 2: Teorema de Estabilidad de Lyapunov, Primer método.

Tema 3: Uso de la forma Canónica de Jordan.

Tema 4: Estabilidad por el Método de Routh-Hurwitz.

Tema 5: Estabilidad por el Método de Lyapunov, Funciones de Lyapunov.

Tema 6: Segundo Método de Lyapunov.

Unidad VII: Análisis de sistemas de control usando el método del Lugar de las Raíces. Efectos de la realimentación.

Tema 1: Definición del problema. Fundamentos para la construcción del lugar de las raíces. Condiciones de Fase y de Magnitud.

Tema 2: Reglas para la construcción del Lugar de las Raíces.

Tema 3: Lugar de las raíces generalizado.

Tema 4: Análisis de estabilidad absoluta y relativa usando el Lugar de las Raíces.

Tema 5: Ajuste de ganancia usando el Lugar de las Raíces.

Unidad VIII: Respuesta Frecuencial de Sistemas de Control.

Tema 1: Concepto, definición y expresión analítica de la respuesta frecuencial.

Tema 2: Representación gráfica de la respuesta frecuencial: Trazas de Magnitud vs. Frecuencia y trazas de Fase vs. Frecuencia, Diagramas Polares, Traza Magnitud-Fase.

Tema 3: Diagrama de Bode (magnitud y fase) en frecuencia real y frecuencia normalizada. Interpretación de filtraje.

Tema 4: Respuesta frecuencial de sistemas de fase no mínima y sistemas con retardo de tiempo.

Unidad IX: Análisis de sistemas de control usando respuesta frecuencial. Efectos de la realimentación.

Tema 1: Criterio de Nyquist para estabilidad: Definiciones preliminares. El principio del argumento. Trayectoria de Nyquist. Traza de Nyquist. Criterio general de estabilidad.

Tema 2: Estabilidad relativa: Margen de Fase y Margen de ganancia para sistemas de fase mínima usando el diagrama de Nyquist y el Diagrama de Bode.

Tema 3: Análisis de estabilidad para sistemas con retardo de tiempo usando el diagrama de Nyquist y el Diagrama de Bode.

Tema 4: Especificaciones de respuesta frecuencial: Pico de resonancia, Frecuencia de Resonancia, Ancho de Banda. Relaciones entre especificaciones temporales y frecuenciales.

Tema 5: Ajuste de ganancia usando Diagramas de Bode.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Los conceptos y técnicas se profundizan a través de ejemplos. En general, se plantea resolver problemas complejos con la finalidad de crear destreza y habilidad para resolver problemas de ingeniería de control, en forma individual y en grupos de trabajo dirigidos. Además, se da la posibilidad de obtener experiencia en coordinar grupos de trabajo.

RECURSOS

- Recursos multimedia: proyector multimedia, proyector de transparencias.
- Computadora portátil.
- Guías disponibles en Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.
- Laboratorio bien dotado de computadoras para realizar la parte práctica de la materia.
- Acceso a Internet.

EVALUACIÓN

- Evaluación presencial por temas, examen u otro tipo de evaluación presencial.
- Evaluación de asignación especial elaborada individualmente y/o en grupo.
- Evaluación de la capacidad del estudiante para :
 - Realizar trabajo en grupo
 - Realizar trabajo individual
- Capacidad de participación.
- Capacidad de liderazgo.

BIBLIOGRAFÍA

Ogata Katsuhiko, Ingeniería de Control Moderna, Tercera Edición, Prentice Hall Hispanoamericana, 1998.

Kuo Benjamin, Sistemas Automáticos de Control, Séptima Edición, Prentice Hall Hispanoamericana, 1996.

Nise Norman, Control System Engineering, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, 1992

Chen Chi-Tsong, Control System Design, Sounders College Publishing, 1993

Barrientos Antonio y otros, Control de Sistemas Continuos (Problemas Resueltos), McGraw Hill, 1996.

Franklin G.F., Powell J.D., Emami-Naeini A., Feedback Control of Dynamic Systems, Third Edition, Addison-Wesley, 1994.

Dorf Richard, Sistemas Automáticos de Control. Addison Wesley. 1994.

Phillips C., Harbor R., Feedback Control Systems, Prentice Hall International, 1991.