



SISTEMA DE CONTROL I

Especialista en contenido:	ING. JOSÉ NAVA ING. ORANGEL PARRA	AUTORIZADO POR VICE RECTORADO ACADÉMICO (FIRMA Y SELLO)
Fecha de elaboración:	AGOSTO, 1992	
Elaborado por:	ING. JOSÉ NAVA ING. ORANGEL PARRA	

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El programa consta de nueve unidades sobre conceptos de la teoría del sistema de control en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

- I Introducción a los sistemas de control
- II Modelos matemáticos de los sistemas
- III Características de los sistemas de control con retroalimentación
- IV Funcionamiento de los sistemas lineales de retroalimentación
- V Estabilidad de los sistemas lineales de retroalimentación
- VI Método del lugar geométrico de las raíces
- VII Método de la respuesta de frecuencia
- VIII Estabilidad en el dominio de la frecuencia
- IX Diseño y compensación de sistemas de control con retroalimentación

MODALIDAD Y ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA

La clase teórica – práctica estará basada en el libro de texto seleccionado

El profesor para hacer más dinámica su clase, se apoyará en medios audiovisuales, tales como: transparencia, diapositivas, películas, programas de computadoras, etc.

La evaluación se hará mediante exámenes escritos, talleres y algunas asignaciones

Extra cátedra

ESTRATEGIA DE ESTUDIO

El alumno deberá prestar mayor atención a la clase teórica-práctica del profesor, y revisará

El libro de texto con la finalidad de ahondar en detalles o clarificar cualquier duda.

El estudiante se apoyará en la bibliografía recomendada para analizar ejercicios o resolver o

Problemas de aplicación.

OBJETIVO TERMINAL DE LA ENSEÑANZA

Al finalizar el curso el estudiante estará en conocimiento de la teoría y práctica de los sistemas de control por retroalimentación, siendo capaz de analizar algunos sistemas específicos.

UNIDAD I	OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL.	AL TERMINAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CONOCIMIENTO DE CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA DE CONTROL.
DURACIÓN	
1 SEMANAS	
EVALUACIÓN	
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN	
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.- Conocer algunos concepto básicos de la teoría de control 2.- Estudiar la historia del control automático 3.- Conocer algunos sistemas modernos de control.	
CONTENIDOS	
1.1 Introducción 1.2 Historia del control automático 1.3 Ejemplo de sistema modemo de control	

UNIDAD II	OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
MODELOS MATEMÁTICOS DE LOS SISTEMAS.	AL FINALIZAR LA UNIDAD EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE DESARROLLAR MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS FÍSICOS.
DURACIÓN	
2 SEMANAS	
EVALUACIÓN	
4%	
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN	
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.- Describir los sistemas mediante ecuaciones diferenciales 2.- Determinar la función de transferencia de sistemas lineales 3.- Obtener el diagrama de bloques de sistemas lineales 4.- Simplificar diagrama de bloques de sistemas lineales 5.- Determinar el grafo de flujo de señal de sistemas lineales 6.- Trasladar diagrama de bloques de sistemas lineales a grafo de flujo de señal. 7.- Aplicar la fórmula de Mason grafos de flujo de señal	
CONTENIDOS	
2.1.- Introducción 2.2.- Ecuaciones diferenciales de los sistema físicos 2.3.- Aproximaciones lineales de los sistemas físicos 2.4.- Función de transferencia de sistemas lineales 2.5.- Modelos de diagramas de bloques 2.6.- Modelos de grafos de flujo de señal.	

UNIDAD III		OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.		AL TÉRMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE DESCRIBEN UN SISTEMA DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.
DURACIÓN		
2 SEMANAS		
EVALUACIÓN		
16%		
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN		
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
1.- Estudiar la sensibilidad de los sistemas de control a las variaciones de los parámetros 2.- Analizar las respuestas transitoria de los sistemas de control 3.- Analizar los efectos de las señales perturbadoras en los sistemas de control con retroalimentación 4.- Examinar y comprar el error de estado estacionario para un sistema de circuito abierto y de circuito cerrado 5.- Estudiar los costos de la retroalimentación		
CONTENIDOS		
3.1 Sistema de control de circuitos cerrado y de circuito abierto 3.2 Sensibilidad de los sistemas de control a las variaciones de los parámetros 3.3 Control de la respuesta transitoria en los sistemas de control 3.4 Señales perturbadoras en un sistema de control por retroalimentación 3.5 Error en estado estacionario 3.6 El costo de la retroalimentación.		

UNIDAD IV	OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.	AL FINALIZAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE DEFINIR Y MEDIR EL FUNCIONAMIENTO DINÁMICO DE UN SISTEMA DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.
DURACIÓN	
2 SEMANAS	
EVALUACIÓN	
4%)	
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN	
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1.- Estudiar las respuestas de un sistema de control estable a una señal específica de entrada 2.- Describir la respuesta transitoria de un sistema de control con retroalimentación en términos de la localización de los polos, polos de la función de transferencia. 3.- Analizar el error del sistema en estado estacionario para cada una de las entradas estándar de prueba 4.- Estudiar los índices matemáticos del funcionamiento de los sistemas de control 5.- Analizar sistemas de control de alto orden usando modelos de aproximación de orden menor.	
CONTENIDOS	
4.1 Introducción 4.2 Especificaciones del funcionamiento en el dominio del tiempo 4.3 Localización de las raíces en el plano S y respuesta transitoria 4.4 El error en estado estacionario de los sistemas de control con retroalimentación 4.5 Índice de funcionamiento 4.6 Simplificación de sistemas lineales	

UNIDAD V		OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS LINEALES DE RETROALIMENTACIÓN.		AL TÉRMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE DETERMINAR LA ESTABILIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.
DURACIÓN		
1 ½ SEMANA		
EVALUACIÓN		
20%		
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN		
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
1.- Entender el concepto de estabilidad de un sistema de control con retroalimentación 2.- Aplicar el criterio de estabilidad absoluta de Routh-Hurwitz para un sistema de control lineal 3.- Aplicar el criterio de estabilidad relativa de Routh-Huerwitz para un sistema de control lineal 4.- Aplicar el criterio de estabilidad relativa de Newton – Raphson; usando la división sintética, para un sistema lineal.		
CONTENIDOS		
5.1 El concepto de estabilidad 5.2 El criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz 5.3 Estabilidad relativa de los sistemas de control con retroalimentación 5.4 Determinación de la localización de las raíces en el plano s.		

UNIDAD VI		OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
MÉTODO DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES.		AL FINALIZAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE DETERMINAR LA ESTABILIDAD RELATIVA Y EL FUNCIONAMIENTO DE LA RESPUESTA TRANSITORIA DE UN SISTEMA DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.
DURACIÓN		
2 ½ SEMANA		
EVALUACIÓN		
4%		
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN		
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
1.- Entender el concepto del lugar geométrico de las raíces		
2.- Aplicar el método del lugar geométrico de las raíces para determinar la estabilidad relativa de un sistema De control con retroalimentación.		
3.- Determinar algunos parámetros que especifiquen al sistema de control, por medio del lugar geométrico de las raíces		
4.- Estudiar la sensibilidad de un sistema de control, a través del método del lugar geométrico de las raíces		
CONTENIDOS		
6.1 Introducción		
6.2 Concepto del lugar geométrico de las raíces		
6.3 Método del lugar geométrico de las raíces		
6.4 Diseño de parámetro por el método del lugar geométrico de las raíces		
6.5 Sensibilidad y lugar geométrico de las raíces		

UNIDAD VII		OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
MÉTODOS DE LA RESPUESTA DE FRECUENCIA.		AL TÉRMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE REPRESENTAR UN SISTEMA DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN POR SUS CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA DE FRECUENCIA.
DURACIÓN		
2 SEMANAS		
EVALUACIÓN		
20%		
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN		
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
1.- Representar mediante una gráfica polar la respuesta de frecuencia de un sistema de control con retroalimentación 2.- Representar mediante gráficas de Bode la respuesta de frecuencia de un sistema de control con retroalimentación 3.- Analizar algunas especificaciones de funcionamiento en el dominio de la frecuencia.		
CONTENIDOS		
7.1 Introducción 7.2 Gráficas de las respuestas de frecuencia 7.3 Ejemplo del trazado del diagrama de Bode 7.4 Mediciones de la respuestas de frecuencia 7.5 Especificaciones del funcionamiento en el dominio de la frecuencia.		

UNIDAD VIII		OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
ESTABILIDAD EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA		AL FINALIZAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE DETERMINAR LA ESTABILIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA REAL.
DURACIÓN		
2 SEMANAS		
EVALUACIÓN		
4%		
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN		
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
1.- Transformar los contornos en el plano s mediante una función $F(s)$ 2.- Analizar la estabilidad absoluta de un sistema de control con retroalimentación a través del criterio De estabilidad de Nyquist 3.- Analizar la estabilidad relativa de un sistema de control con retroalimentación a través del criterio De estabilidad de Nyquist. 4.- Calcular el funcionamiento transitorio de un sistema de control con retroalimentación a partir de La respuesta de frecuencia de circuito cerrado. 5.- Determinar el efecto del atraso de tiempo en la estabilidad relativa de un sistema de control Con retroalimentación, utilizando el criterio de Nyquist.		
CONTENIDOS		
8.1 Introducción 8.2 Transformación de los contornos 8.3 El criterio de Nyquist 8.4 La estabilidad relativa y criterio de Nyquist 8.5 Respuesta de frecuencia de circuito cerrado 8.6 Estabilidad de los sistemas de control con atraso de tiempo		

UNIDAD IX		OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD
DISEÑO Y COMPENSACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN		AL TÉRMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE DISEÑAR Y COMPENSAR SISTEMAS DE CONTROL CON RETROALIMENTACIÓN.
DURACIÓN		
3 SEMANAS		
EVALUACIÓN		
20%		
ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN		
Exposición Oral- Ejercitación Demostrativa – Exposición Audiovisual Complementaria		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
1.- Diseñar redes de compensación en cascada o en retroalimentación 2.- Diseñar una red de adelanto de fase adecuada mediante el diagrama de Bode 3.- Diseñar una red de compensación de adelanto de fase basado en el método del lugar geométrico de las raíces 4.- Diseñar un compensador de tres formas o regulador de procesos (PID) 5.- Diseñar una red de atraso de fase baso en el lugar geométrico de las raíces 6.- Diseñar una red de compensación de atraso de fase adecuada mediante el diagrama de Bode.		
CONTENIDOS		
9.1 Introducción 9.2 Enfoque para la compensación 9.3 Redes de compensación en cascadas 9.4 Compensación de sistemas en el diagrama de Bode usando una red de adelanto de fase 9.5 Compensación en el plano s usando una red de adelanto de fase 9.6 Compensación de sistemas usando redes de integración 9.7 Compensación en el plano s usando una red de atraso de fase 9.8 Compensación en el diagrama de Bode usando una red de atraso de fase 9.9 Compensación en el diagrama de Bode usando método analíticos y computacionales		

BIBLIOGRAFÍA

Texto:

- Dorf, Richard O. "Sistema Modernode Control", Segunda Edición. Addison-Wesley Iberoamericana, 1989.

Consulta:

Ogata, Katsuhiko. "Ingenieria De Controlmoderna". 1ra. Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana 1980.

Franklin, Gene-
De Sistemas Dinámicos Con Retroalimentación. 1ra. Edición. Addison- Wesley Iberoamericana, 1991.

Kuo, Benjamin, "Sistemas Automáticos De Control" , 2da. Edición Compañía Editorial Continental, S.A. 1979.

Dazzo, John Y Houpis, Constantine. "Sistemas Realimentados De Control. Análisis Y Síntesis". Paraninfo 1989.

Hostetter, G. Savant, C. Y Stefani, R. "Sistema De Control", Interamericana. 1986

Distefano, Joseph – Stubberud, Allen Y Willians, Ivan. "Retroalimentación Y Sistemas De Control". Mc Graw – Hill.Serie De Compendios Shaum. 1987.

Belove, Charles. "Enciclopedia De La Electrónica, Ingeniería Y Técnicas". Tomo Iv 1ra. Edición. Grupo Editorial Océano. 1996.