



PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS
CONTROL 2

I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

Espacio Educativo: Facultad de Ingeniería						
Licenciatura: Ingeniería Mecánica				Área de docencia: Control		
Año de aprobación por el Consejo Universitario:						
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno		Fecha:		Programa elaborado por:		Programa revisado por:
				Ing. Giorgio Mackenzie Cruz Martínez		
				Fecha de elaboración : 23 de septiembre de 2009		
Clave	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de curso	Núcleo de formación
L41240	2.0	1.0	3.0	5	Curso Obligatorio	Sustantivo
Prerrequisitos Para poder inscribirse en esta Unidad de Aprendizaje, el alumno deberá haber aprobado las siguientes unidades de aprendizaje: Control 1 y Álgebra Lineal			Unidad de Aprendizaje Antecedente Dinámica de Sistemas Control 1		Unidad de Aprendizaje Consecuente Robótica, Mecatrónica, Control No lineal, Control Lineal	
Programas educativos o espacios académicos en los que se imparte: Ingeniería Mecánica Plan F2						



II. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

Dentro de nuestra vida cotidiana podemos apreciar las aplicaciones de las técnicas de Control en elementos – instrumentos comunes como: máquinas lavaplatos, elevadores, automóviles, satélites, aeroplanos, aire acondicionado, entre otros. Convirtiéndose en parte importante en el desarrollo de tecnologías. Por esta razón, el estudio de la Ingeniería de Control Automatizado ha tomado relevancia en el estudio formativo del profesional de esta área.

El objetivo de la Teoría de Control, es mantener la salida de la planta cerca de un valor deseado conocido a través de la señal de referencia con ayuda del controlador, que es el encargado de proveerla de un funcionamiento ágil y estable ante la presencia de cualquier perturbación, incluso, si no se tiene un modelo exacto de la planta.

Existen dos tipos de control: el digital y el analógico, éstos trabajan en tiempo continuo y discreto respectivamente. Como la mayoría de los sistemas naturales se dan en tiempo continuo y son descritos por ecuaciones continuas, las técnicas de diseño de control analógico se hicieron populares, a éstas se les llama “Control Clásico”.

También podemos clasificar al Control de acuerdo con el número de entradas y salidas del sistema, de esta forma tenemos: Control SISO (Single Input Single Output) y MIMO (Multiple Input Multiple Output). Las técnicas de control clásico no están diseñadas para atender sistemas MIMO, por esta razón, surgen herramientas matemáticas diferentes, destinadas a la atención de esta clase de sistemas; a éstas se les llama “Teoría de Control Moderna”, la cual se basa en la descripción de las ecuaciones de un sistema en términos de n ecuaciones diferenciales de primer orden, que se combinan en una ecuación diferencial vectorial de primer orden. El uso de la anotación matricial simplifica enormemente la representación matemática de los sistemas de ecuaciones. El incremento en el número de variables de estado, de entradas o de salidas no aumenta en la complejidad de las ecuaciones.

Esta unidad de competencia, aborda el análisis y el diseño de sistemas de control en espacio de estados.



III. LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DEL DOCENTE	DEL DISCENTE
<ul style="list-style-type: none">▪ Establecer las políticas del curso.▪ Respetar el horario del curso y la forma de evaluarlo.▪ Cumplir el temario y el número de horas asignadas al curso.▪ Asesorar y guiar el trabajo de las unidades de aprendizaje.▪ Retroalimentar el trabajo de los alumnos.▪ Fomentar la creatividad en los alumnos a través del desarrollo de proyectos.▪ Preparar material y utilizar estrategias que permitan alcanzar los propósitos del curso.▪ Asistir a todas las sesiones y estar a tiempo.▪ Mantener el control dentro del aula y fomentar el trabajo en equipo.▪ Mantener una actitud de respeto y tolerancia a los discentes.	<ul style="list-style-type: none">▪ Asistir puntualmente▪ Contar con la asistencia establecida en el reglamento de Facultades:<ul style="list-style-type: none">○ 80% para examen ordinario○ 60% para examen extraordinario○ 30% para examen a título de suficiencia▪ Cumplir con las actividades encomendadas entregando con calidad en tiempo y forma los trabajos requeridos▪ Participar activa y críticamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje

IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Se presenta el material básico de análisis en el espacio de estados, que incluye: la representación de sistemas en el espacio de estados, la controlabilidad, la observabilidad, la representación de los sistemas en formas canónicas tanto matriciales como el diagrama de bloques y se abordan los métodos básicos de diseño de sistemas de control, basados en retroalimentación de estado.

V. COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Modelación de sistemas en variables de estado
- Análisis de las características del sistema en variable de estado
- Diseño del controlador en retroalimentación de estados
- Sistemas de observadores de estado
- Diseño de sistemas reguladores con observadores
- Sistemas de control con observadores.



VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

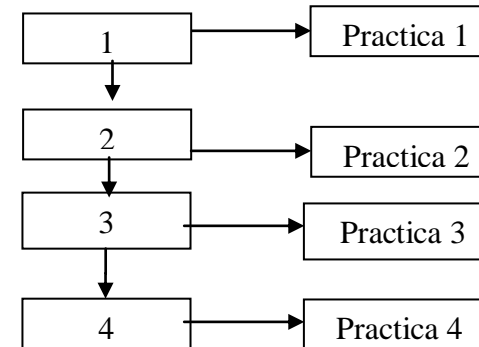
- Analizar una planta representada en variables de estado y proponer un control en aplicaciones industriales.
- Mantenimiento de sistemas de control en área industrial

VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

Salón de clase
Laboratorio de cómputo
Laboratorio de electrónica

VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

1. Análisis y diseño de sistemas de control por el método de los diagramas de Bode
2. Modelado matemático de sistemas dinámicos en espacio de estados
3. Análisis de sistemas en el espacio de estados
4. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados





IX. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE COMPETENCIA I	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes/ Valores
Análisis y diseño de sistemas de control por el método de los diagramas de Bode.	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la metodología para aplicar el método Bode. Diseñar un sistema de control de adelanto, atraso y adelanto-atraso mediante el análisis de la frecuencia. 	Conceptualización Análisis Observación	Tolerancia a las opiniones de otros Participación crítica y argumentativa Mostrar una actitud propositiva Responsabilidad en el cumplimiento de las tareas asignadas
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS: Investigación y lecturas sugeridas, Presentaciones preparadas por el profesor, Prácticas mediante el uso de Matlab.	RECURSOS REQUERIDOS Libros de texto, pizarrón, computadora	TIEMPO DESTINADO 9 horas teóricas 3 horas practicas Total 12 horas	
CRITERIOS DE DESEMPEÑO I	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
Conocer la metodología para aplicar el método Bode.	Conocer el método de diseño mediante Bode. Diseño y simulación de un sistema compensado utilizando el método del lugar las raíces.	Reporte de la práctica e impresión de código de simulación	
Diseñar un sistema de control de adelanto, atraso y adelanto-atraso mediante el análisis de la frecuencia.	Diseño y simulación de un sistema compensado utilizando el método del lugar las raíces. Diseñar un sistema de control de adelanto, atraso y adelanto-atraso	Reporte de la práctica e impresión de código de simulación	
Práctica 1 Análisis de Bode en Matlab	Se observaran y analizaran las graficas de Bode en Matlab	Reporte de la Práctica, Modelo matemático y Conclusiones	



UNIDAD DE COMPETENCIA II:	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
Modelado Matemático de sistemas dinámicos en espacio de estados	<ul style="list-style-type: none"> • Representación de un sistema mecánico en espacio de estados • Representación de un sistema eléctrico-mecánico en un sistema de estados • Diagramas a bloques de señales y su relación con la representación de estado • Representaciones en el espacio de estado de sistemas, definidos por su función de transferencia • Obtención de la función de transferencia a partir de la representación en el espacio de estados • Transformación de modelos de sistemas con Matlab • Paso de ecuaciones diferenciales a ecuaciones de estado 	Conceptualización Análisis Observación	Propositiva para aprender; crítica; trabajo en equipo
Estrategias didácticas: Lecturas sugeridas, exposiciones acompañadas de apuntes preparados por el profesor, exposiciones y tareas		Recursos requeridos: Libros de texto, apuntes del docente, pizarrón, computadora.	Tiempo destinado: 9 horas teóricas 1.5 practicas Total 10.5
CRITERIOS DE DESEMPEÑO		EVIDENCIAS	
		DESEMPEÑO	PRODUCTOS



• Modelado de un sistema en espacio de estados	A través de ejercicios resueltos por el profesor en clase.	Apuntes, resúmenes, notas, ejercicios y esquemas.
• Representación de un sistema mecánico en espacio de estados	Aplicar las leyes de Newton y los modelos lineales que describen un resorte y un amortiguador y los diagramas de cuerpo libre.	Ejercicios resueltos, notas y Diagramas de cuerpo libre.
• Representación de un sistema eléctrico-mecánico en un sistema de estados	Mediante el análisis de la Ley de Ohm y de las ecuaciones diferenciales que describe el comportamiento de mayas eléctricas que contienen inductores, acopladas a mecanismos.	Resúmenes, notas, esquemas.
• Diagramas a bloques de señales y su relación con la representación de estado	Mediante la utilización de álgebra de diagrama de bloques y el uso de Matlab	Ejercicios, esquemas y simulaciones en Matlab
• Representaciones en el espacio de estado de sistemas, definidos por su función de transferencia	Análisis matemático	Ejercicios y apuntes
• Obtención de la función de transferencia a partir de la representación en el espacio de estados	Análisis matemático	Ejercicios y apuntes
• Transformación de modelos de sistemas con Matlab	Uso de software Matlab	Rutinas con extensión punto M para que sean ejecutadas en Matlab
Práctica 2 Modelado de sistemas en Matlab y Simulink en función de transferencia y espacio de estados	Se comprobara que para ambas representaciones se obtiene la misma salida, y se mostrara como se pasa de una a otra.	Reporte de la Práctica, Modelo matemático y Conclusiones



UNIDAD DE COMPETENCIA III:	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
Análisis de sistemas en el espacio de estados	<ul style="list-style-type: none"> • Solución de la ecuación de estado invariante en el tiempo. • Algunos resultados útiles en el análisis matricial. • Controlabilidad. • Observabilidad • Principio de dualidad • Representaciones canónicas 	Observación Conceptualización Análisis Diseño de soluciones Utilización de Matlab	Cumplir con las actividades asignadas. Receptora Analítica Propositiva
Estrategias Didácticas: Lecturas sugeridas, exposiciones acompañadas de apuntes preparados por el profesor, exposiciones y tareas		Recursos Requeridos Libros de texto, apuntes del docente, pizarrón, computadora	Tiempo Destinado 6 horas teóricas 1.5 horas practicas Total de horas 7.5
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Solución de la ecuación de estado invariante en el tiempo. 	Desarrollo Matemático	Ejercicios resueltos Notas	
<ul style="list-style-type: none"> • Algunos resultados útiles en el análisis matricial. 	Mediante análisis matemático Uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab	
<ul style="list-style-type: none"> • Controlabilidad. 	Mediante análisis matemático Uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab	
<ul style="list-style-type: none"> • Observabilidad 	Mediante análisis matemático Uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab	
<ul style="list-style-type: none"> • Principio de dualidad Representaciones canónicas 	Mediante análisis matemático Uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab	



Práctica 2 Uso de Matlab y Simulink y el uso de sus propiedades	Mediante la puesta en práctica de los conocimientos anteriores y la utilización de Simulink de Matlab	Reporte de la Práctica, archivo de la simulación y Conclusiones
--	---	---



UNIDAD DE COMPETENCIA IV:	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
Diseño de sistemas de control en el espacio de estados	<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar ganancias por Asignación de polos • Diseño de servosistemas • Observadores de Estado • Diseño de sistemas de control con observadores 	Conceptualización Análisis Diseño de soluciones Creatividad	Cumplir con las actividades asignadas. Receptora Analítica Propositiva Mantener un ambiente socialmente aceptable con los compañeros.
Estrategias Didácticas: Uso de software Matlab, resúmenes, cuestionarios, ejercicios presentados en clase y ejercicios propuestos por el profesor, presentaciones acompañadas de apuntes preparados por el profesor, trabajos en equipo.		Recursos Requeridos Libros de texto, apuntes del docente, pizarrón, computadora.	Tiempo Destinado 15 horas teóricas 3 horas practicas Total 18 horas
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS		
		DESEMPEÑO	PRODUCTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Asignación de polos 		Solución de problemas con asignación de polos con Matlab y de forma analítica	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de servosistemas • Diseño de servosistemas cuando la planta tiene integrador • Diseño de servosistemas cuando la planta no tiene integrador 		Mediante análisis matemático y ejercicios de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab
<ul style="list-style-type: none"> • Observadores de Estado • Observadores de Estado de orden completo • Método de obtención de la matriz de la ganancia del observador de estado • Efectos de la adición del observador sobre el sistema de lazo cerrado • Observador de orden mínimo 		Mediante análisis matemático Conceptos y resolver ejercicios en clase Uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab



<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de sistemas reguladores con observadores de estado • Obtención de las ganancias del controlador y del observador con Matlab y con la fórmula de Ackerman 	Mediante análisis matemático Conceptos y resolver ejercicios en clase Uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab
Práctica 3: Diseño en MatLab de un sistema de control con observador de estado para el motor de dc.	Mediante la puesta en práctica de los conocimientos anteriores y la utilización de Simulink de Matlab	Reporte de la Práctica, archivo de la simulación y Conclusiones

X. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

1. EXÁMENES. Se aplicarán y evaluarán 3 exámenes parciales y en los que se incluirá tanto el material expuesto en clase como el obtenido por autoaprendizaje, con la guía del maestro.
2. TAREAS, PROGRAMAS y PROYECTOS. El estudiante desarrollará tareas y programas en computadora individuales o colaborativas, que sean útiles para poner en práctica lo aprendido en forma conceptual.

- 3 exámenes calificaciones parciales 70 % de la evaluación final
- Prácticas..... 30% de la evaluación final

Las calificaciones de los parciales deberán de ser mayores de 6.0

Las prácticas deben ser entregadas antes de cada examen

La calificación aprobatoria total es de 6.0

Cumplir con el 80% de asistencia.



XII. REFERENCIAS

- OGATA, Katsuhiko (2003), Ingeniería de Control Moderna, Pearson Prentice Hall Ed., Madrid.
- BOLTON, W., Ingeniería de Control, 2ª ed., Alfaomega, 2001.
- KUO, B. C., Sistemas Automáticos de Control, 7a ed., Prentice Hall, 1996.
- DORF, R. C. y BISHOP, R.H., Sistemas de Control Moderno, 10a ed., Prentice Hall, 2004.