



**PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS
CONTROL NO LINEAL**

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
L41274	2.0	2.0	4.0	6	Curso	Sustantivo
Prerrequisitos Para poder inscribirse en esta Unidad de Aprendizaje, el alumno deberá haber aprobado las siguientes unidades de aprendizaje: Control 2			Unidad de Aprendizaje Antecedente Control 2		Unidad de Aprendizaje Consecuente Robótica Mecatrónica	



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”.

El gran avance obtenido en el desarrollo de las computadoras digitales (microprocesadores y microcontroladores) y su extenso uso en todos los campos de aplicación, ha traído importantes cambios en el diseño de sistemas, pues su funcionamiento y su bajo costo hacen de ellos, opciones eficientes para su aplicación en sistemas de control, los cuales demandan mejores capacidades y funcionamiento que aquellas que ofrecen los sistemas analógicos.

Para aprovechar las ventajas ofrecidas por un microprocesador, no es suficiente reproducir el comportamiento de un control analógico (PID), se hace necesaria la implementación de modelos y técnicas de control específico y de alto desempeño, diseñados para sistemas de cómputo.

Existen dos formas de analizar los sistemas discretos: como una aproximación de los reguladores analógicos, aunque deriva en una visión pobre y los resultados, a lo sumo, son iguales a los obtenidos mediante el Control Clásico. La segunda, es ver a los sistemas discretos de control como algo distinto y de esta manera obtener conclusiones más efectivas y eficientes.

El sentido de este curso es la obtención de los conocimientos necesarios para el análisis de sistemas discretos y la comprensión e implementación de técnicas de Control Digital aplicables en varios tipos procesos. Desarrollos teóricos que no son directamente relevantes para el diseño, han sido omitidos.



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

Adquirir los conocimientos necesarios para la comprensión e implementación de técnicas digitales para la identificación de sistemas y diseño de control.

V. COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Técnicas de muestreo
- Discretizar señales
- Análisis de sistemas en tiempo discreto
- Conocer los conceptos fundamentales de la teoría de control digital.
- Equivalentes discretos a partir de funciones de transferencia continuas.



VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

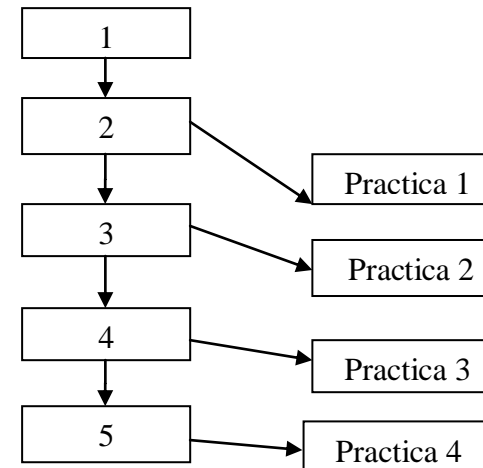
Implementar controles digitales en computadoras, microcontroladores y PLC's

VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

Salón de clase
Laboratorio de cómputo
Laboratorio de electrónica

VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

1. Señales y sistemas en tiempo discreto
2. Transformada Z
3. Características de la respuesta de los sistemas en el tiempo
4. Estabilidad de sistemas
5. Diseño de control discreto





IX. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE COMPETENCIA I:	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
<p>Señales y sistemas en tiempo discreto</p> <p>Se introducen las señales y los sistemas en tiempo discreto, usando ejemplos sencillos de muestreo y algoritmos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Definición de señales continuas y discretas Definición de sistemas continuos y discretos Definición de muestreo Definición Algoritmos 	<p>Conceptualización</p> <p>Análisis</p> <p>Observación</p>	<p>Cumplir con las actividades asignadas.</p> <p>Receptora</p> <p>Analítica</p> <p>Propositiva</p>
<p>Estrategias didácticas:</p> <p>Lecturas sugeridas, presentaciones acompañadas de apuntes preparados por el profesor, mediante la exposición de los alumnos, tareas y el uso de Matlab.</p>		<p>Recursos requeridos:</p> <p>Libros de texto, apuntes, pizarrón, proyector (cañón o transparencias), computadora.</p>	<p>Tiempo destinado:</p> <p>5 horas</p>
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS		
		DESEMPEÑO	PRODUCTOS
Señales en tiempo discreto: muestreo		A través de lecturas de diversas fuentes y explicación del profesor.	Apuntes, resúmenes, notas,
<p>Sistemas en tiempo discreto</p> <p>Ecuación en diferencias</p> <p>Algoritmos en varias líneas</p> <p>Algoritmos no lineales</p>		Mediante ejemplos reales explicados por el profesor y dando solución a los ejercicios propuestos	Ejercicios resueltos y notas.
Teorema fundamental del muestreo. Aliasing		Elaboración de esquemas Solución de ejercicios propuestos. Presentación de diapositivas.	Resúmenes, notas, esquemas.



Prefiltro o filtro antialiasing	Elaboración de esquemas Solución de ejercicios propuestos	Resúmenes, notas esquemas y ejercicios.
---------------------------------	--	---

UNIDAD DE COMPETENCIA II:	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
<p>Transformada Z</p> <p>Conceptualización de que la transformada Z es análoga a la transformada de Laplace en tiempo continuo. Se presentan su definición y un resumen de sus propiedades</p>	<ul style="list-style-type: none"> Definición matemática de la transformada Z Definición del escalón unitario, seno, impulso bajo la transformada Z. Transformar una función de transferencia en dominio de S a Z La transformada Z inversa 	<p>Mentales de:</p> <p>Conceptualización Análisis Observación</p>	<p>Cumplir con las actividades asignadas. Receptora Analítica Propositiva</p>
<p>Estrategias Didácticas: Resúmenes, ejercicios, presentaciones acompañadas de apuntes preparados por los alumnos para sus exposiciones, utilización de Matlab.</p>	<p>Recursos Requeridos Libros de texto, pizarrón, proyector (cañón o transparencias), computadora</p>	<p>Tiempo Destinado 16 horas teóricas 4 horas practicas Total 20</p>	
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
<ul style="list-style-type: none"> La inversa de la transformada Z del impulso y la manipulación en diagramas de bloques Sistemas de lazo abierto discreto Respuesta en el tiempo de sistemas de lazo abierto discreto Sistemas de lazo cerrado discreto 	<p>Aplicar las leyes de Newton y los modelos lineales que describen un resorte y un amortiguador y los diagramas de cuerpo libre.</p>	<p>Ejercicios resueltos Notas</p>	
<p>La transformada z</p> <ul style="list-style-type: none"> Función Escalón unitario Función seno 	<p>Mediante análisis matemático</p>	<p>Ejercicios resueltos Notas</p>	



<ul style="list-style-type: none"> • Función impulso discreta 		
La transformada z de una función expresada en transformada de Laplace	Mediante análisis matemático	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab
Propiedades de la transformada Z	Mediante análisis matemático y uso de Matlab	Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab
Práctica 1 Muestreo de la respuesta en velocidad de un motor de dc.	Mediante la puesta en práctica de los conocimientos obtenidos en las Unidades I y II; el uso del osciloscopio y la herramienta Ident de Matlab.	Reporte de la Práctica, datos obtenidos del muestreo y Conclusiones

UNIDAD DE COMPETENCIA III:	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
Características de la respuesta de los sistemas en tiempo discreto	<ul style="list-style-type: none"> • Se estudiará la respuesta en el tiempo de un sistema muestreado y se comparará con la respuesta de un sistema continuo similar. • Se examinará el mapeo entre sistemas en el dominio de s dentro del dominio de z. • La importancia de las características de la respuesta en el tiempo de los sistemas discretos 	Mentales de: Conceptualización Análisis Diseño de soluciones Creatividad	Cumplir con las actividades asignadas. Receptora Analítica Propositiva Mantener un ambiente socialmente aceptable con los compañeros.



<p>Estrategias Didácticas:</p> <p>Uso de software Matlab, resúmenes, cuestionarios, ejercicios, presentaciones acompañadas de apuntes preparados por los alumnos expositores, trabajos en equipo.</p>		<p>Recursos Requeridos</p> <p>Libros de texto, pizarrón, proyector (cañón o transparencias), computadora.</p>	<p>Tiempo Destinado</p> <p>6 horas teóricas 6 horas practicas Total 12 horas</p>
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>	<p>EVIDENCIAS</p>		
		<p>DESEMPEÑO</p>	<p>PRODUCTOS</p>
<p>Comparación de la respuesta en tiempo discreto contra la respuesta en tiempo continuo de los sistemas.</p>		<p>Mediante análisis matemático Uso de Matlab</p>	<p>Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab</p>
<p>Especificaciones de la respuesta en tiempo discreto</p>	<p>Mediante análisis matemático Uso de Matlab</p>	<p>Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab</p>	
<p>Mapeo del plano s dentro del plano z</p>	<p>Mediante análisis matemático Uso de Matlab</p>	<p>Ejercicios resueltos Notas Ejercicios en Matlab</p>	
<p>Práctica 2: reconstrucción de la señal muestreada mediante Matlab</p>	<p>Mediante la puesta en práctica de los conocimientos anteriores y el uso de Simulink de Matlab</p>	<p>Reporte de la Práctica y Conclusiones</p>	

UNIDAD DE COMPETENCIA IV	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes/ Valores
<p>Estabilidad de sistemas discretos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Factorizar $D(z)=0$ y encontrar la posición de las raíces. • Determinar la estabilidad del sistema discreto con la prueba de Jury. 	<p>Conceptualización Análisis Diseño de soluciones</p>	<p>Cumplir con las actividades asignadas. Receptora Analítica Propositiva Mantener un ambiente</p>



	<ul style="list-style-type: none"> Transformar el problema en el plano s y analizar la estabilidad del sistema con las técnicas ya conocidas del criterio de Routh Hurwitz. Usar la técnica de graficar el lugar de las raíces en el plano z con matlab 		socialmente aceptable con los compañeros.
Estrategias Didácticas: Resúmenes, cuestionarios, ejercicios, presentaciones acompañadas de apuntes preparados por los alumnos expositores, trabajos en equipo.		Recursos Requeridos Libros de texto, apuntes del docente, pizarrón, proyector (cañón o transparencias), Matlab.	Tiempo Destinado 6 horas teóricas 4 horas prácticas Total 10 horas
CRITERIOS DE DESEMPEÑO IV	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
Factorización de la ecuación característica	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase. Uso de Matlab	Apuntes, ejercicios, rutinas en Matlab	
Examen de estabilidad de Jury	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase. Uso de Matlab	Apuntes, ejercicios.	
Criterio de Routh Hurwitz	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase. Uso de Matlab	Apuntes, ejercicios, rutinas en Matlab	
Lugar de las raíces Diagramas de Bode	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase. Uso de Matlab	Apuntes, ejercicios, rutinas en Matlab	

UNIDAD DE COMPETENCIA V	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes/ Valores
	<ul style="list-style-type: none"> Obtener la función de transferencia del sistema. Transformar la función del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Conceptualización. Análisis Diseño de Soluciones Deducción 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con las actividades asignadas. Receptora Análítica



Diseño de control discreto	al plano Z. <ul style="list-style-type: none"> Diseñar un control digital en el plano Z. Implementar el algoritmo del controlador. 	- Intuición	Propositiva Mantener un ambiente socialmente aceptable con los compañeros.
Estrategias Didácticas: Resúmenes, cuestionarios, ejercicios, presentaciones acompañadas de apuntes preparados por los alumnos expositores, trabajos en equipo.	Recursos Requeridos Libros de texto, apuntes del docente, pizarrón, proyector (cañón o transparencias), computadora.	Tiempo Destinado 9 horas teóricas 8 horas practicas Total 18 horas	
CRITERIOS DE DESEMPEÑO V	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO		PRODUCTOS
Controlador Dead-Beat	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase Uso de Matlab		Notas, esquemas y ejercicios resueltos
Controlador Dahlin	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase Uso de Matlab		Notas esquemas y ejercicios resueltos
Control por lugar de las raíces	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase Uso de Matlab		Notas esquemas y ejercicios resueltos
Control PID <ul style="list-style-type: none"> Saturación y wind up Sintonización del PID 	Mostrar conceptos y resolver ejercicios en clase Uso de Matlab		Notas esquemas y ejercicios resueltos
Práctica 3: Diseño del control digital de un motor DC en Matlab	Mediante la puesta en práctica de los conocimientos anteriores y la utilización de un lenguaje de programación de alto nivel aplicado a un microcontrolador.		Reporte de la Práctica y Conclusiones



X. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

1. EXÁMENES. Se aplicarán y evaluarán 2 exámenes parciales y 1 proyecto final en los que se incluirá tanto el material expuesto en clase como el obtenido por autoaprendizaje y exposiciones de equipo, 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.

2 exámenes calificaciones parciales 50 % de la evaluación final
Proyecto y prácticas.....50% de la evaluación final

Las calificaciones de los parciales deberán de ser mayores de 6.0
El proyecto deberá de ser entregado para tener derecho a calificación, las prácticas forman parte del proyecto.
La calificación aprobatoria total es de 6.0
Cumplir con el 80% de asistencia.

XII. REFERENCIAS

- FRANKLIN, Gene F; POWELL, J. David; WORKMAN, Michael L.; Digital Control of Dynamic Systems, Addison – Wesley Inc., 3rd ed. USA 1998.
- IBRAHIM, Dogan, Microcontroller Based Applied Digital Control, John Wiley & Sons, Ltd., England 2006.
- MOUDGALYA, Kannan, Digital Control, John Wiley & Sons, Ltd., England 2007.
- LANDAU, Ioan D. and ZITO, Gianluca; Digital Control Systems. Design, identification and implementation; Springer, Germany 2006.