

## 1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<b>Control Digital</b>
Clave de la asignatura:	<b>APD-1303</b>
Créditos (Ht-Hp-Créditos):	<b>2-3-5</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Mecatrónica</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, las competencias que utilizará sobre los conceptos generales y las generalidades de control digital, modelado, diseño y aplicación de sistemas de control digital, implementación de sistemas de adquisición y procesamiento digital.

El programa de Control Digital surge del análisis de las competencias a desarrollar por los ingenieros para tener eficiencia en el diseño y desarrollo de sistemas de control digitalizados.

### Intención didáctica

El temario considera cuatro unidades, en la primera unidad se abordan los conceptos de diferencia entre señal discreta, señal analógica y señal digital, se analiza la estructura de los sistemas de control muestreados. Se estudia la transformada Z y la transformada Z inversa. Por último se emplea el método de la transformada Z para la solución de ecuaciones en diferencias.

En la segunda unidad se abordan los temas correspondientes al teorema del muestreo y se analiza la estabilidad de sistemas muestreados por diferentes métodos.

En la tercera unidad se abordan la definición, tipos y características del Controlador PID

discreto, se dan a conocer los métodos y criterios para sintonizar este tipo de controlador.

En la cuarta unidad se induce al alumno sobre la teoría de control difuso como una opción al control digital clásico.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Dirección de Institutos Tecnológicos Descentralizados.	Representantes de las academias de Ingeniería Mecatrónica de los Institutos Tecnológicos Superiores de Coacalco, Coatzacoalcos, Huichapan, Loreto, Oriente del Estado Hidalgo, Teziutlán.	Definición de los programas de estudio de especialidad de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.

### 4. Competencias a desarrollar

Competencia general de la asignatura
Diseñar, desarrollar, implementar y operar, diversos sistemas de control discretos sobre diferentes ambientes y sistemas mecatrónicos aplicando técnicas clásicas y modernas, de tal forma que le permitan realizar satisfactoriamente el control y la compensación de éstos.
Competencias específicas
Desarrollar las competencias necesarias para diseñar, implementar, aplicar, operar, y simular diferentes tipos de sistemas de control digitalizados.
Competencias genéricas
<b>Competencias instrumentales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Comunicación oral y escrita.</li><li>• Habilidades para el manejo de la computadora.</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul>

**Competencias interpersonales:**

- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Habilidades interpersonales.

**Competencias sistémicas:**

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidad de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de generar nuevas ideas.
- Habilidad para trabajar de forma autónoma.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.

**5. Competencias previas de otras asignaturas**

Competencias previas	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer y aplicar las teorías de control clásico.</li><li>• Desarrollar ecuaciones diferenciales lineales.</li><li>• Conocer los conceptos de instrumentación y manejo de equipo de medición y prueba.</li><li>• Modelar sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos.</li></ul>	

**6. Temario**

Temas		Subtemas
No.	Nombre	
1.	Matemáticas de los sistemas discretos	1.1 Diferencia entre señal discreta, señal analógica y señal digital. 1.2 Estructura de los sistemas de control muestreados, técnicas de análisis y problemas de estudio. 1.3 Representación matemática de los procesos de muestreo y del proceso de reconstrucción. 1.4 Transformada Z. 1.5 Propiedades y teoremas de la transformada Z. 1.6 Diagramas de bloques de sistemas

		discretos. 1.7 Transformada Z inversa. 1.8 Método de la transformada Z para la solución de ecuaciones en diferencias.
2.	Análisis Clásico de Sistemas Discretos	2.1 Teorema del muestreo y el problema del enmascaramiento de señales (aliasing). 2.2 Mapeo entre el plano S y el plano Z. 2.3 Diagramas de Bode en tiempo discreto. 2.4 Diagramas de Nyquist en tiempo discreto. 2.5 Estabilidad de sistemas muestreados. 2.6 Criterio de estabilidad de Jury. 2.7 Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz modificado.
3.	Diseño de Controladores Digitales	3.1 Controlador PID discreto. 3.2 Métodos y criterios para sintonizar controladores PID discretos. 3.3 Variantes del controlador PID discreto.
4.	Teoría de control difuso	4.1 Introducción a la lógica difusa 4.2 Aplicaciones 4.3 Razonamiento aproximado 4.4 Control difuso y estructura de control

## 7. Actividades de aprendizaje

Competencia específica y genéricas (a desarrollar y fortalecer por tema)	
Conocer y comprender los conceptos matemáticos para el estudio de los sistemas de datos muestreados.	
Tema	Actividades de aprendizaje
<b>Matemáticas de los sistemas discretos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda documental sobre las diferencias entre las señales digital, discreta y analógica.</li> <li>• Estudiar la estructura matemática del muestreador – retenedor y obtener su función de transferencia.</li> <li>• Obtener la transformada Z de las funciones básicas.</li> <li>• Explicar algunas propiedades y teoremas de la transformada Z.</li> <li>• Explicar las matemáticas de los diagramas de bloques para discretizar funciones.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar los métodos para obtener la transformada Z inversa.</li> <li>• Explicar cómo se emplea la transformada Z para resolver ecuaciones en diferencias.</li> <li>• Utilizar paquetes computacionales para analizar sistemas discretos.</li> <li>• Obtener las ecuaciones que modelen diversos sistemas físicos.</li> </ul>
<b>Competencia específica y genéricas (a desarrollar y fortalecer por tema)</b>	
Aplicar los conceptos matemáticos para el análisis de los sistemas discretos.	
<b>Tema</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<b>Análisis clásico de sistemas discretos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la validez de las señales muestreadas basándose en el teorema del muestreo.</li> <li>• Establecer la relación entre la región de estabilidad del plano complejo S y el plano complejo Z.</li> <li>• Analizar la respuesta en frecuencia de sistemas discretos partiendo del conocimiento de técnicas de control en tiempo continuo.</li> <li>• Utilizar paquetes computacionales para obtener la respuesta en frecuencia de sistemas discretos.</li> <li>• Introducción a la estabilidad de sistemas discretos.</li> <li>• Determinar la estabilidad de los sistemas discretos empleando los criterios de Jury y de Routh-Hurwitz.</li> </ul>

<b>Competencia específica y genéricas (a desarrollar y fortalecer por tema)</b>	
Comprender el funcionamiento del controlador PID digital y ver algunas técnicas para determinar sus parámetros.	
<b>Tema</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<b>Diseño de controladores digitales.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar las acciones del controlador PID y discretizar su ecuación básica.</li> <li>• Ver algún método para la obtención de los parámetros del controlador PID.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer algunos de los criterios usados en</li> <li>• la obtención de los parámetros del controlador PID.</li> <li>• Realizar prácticas donde se emplee el controlador PID.</li> <li>• Utilizar los paquetes computacionales para el diseño y análisis de sistemas con un controlador PID.</li> <li>• Implementar el modelado digital de dispositivos.</li> </ul>
<b>Competencia específica y genéricas (a desarrollar y fortalecer por tema)</b>	
Obtener los conocimientos teóricos sobre control difuso y sus aplicaciones.	
<b>Tema</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<b>Teoría de control difuso.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir que es la lógica difusa y su importancia en el control de sistemas distribuidos.</li> <li>• Conocer los elementos que conforman la lógica difusa.</li> </ul>

#### **8. Prácticas (para fortalecer las competencias de los temas y de la asignatura)**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muestreo y reconstrucción de señales.</li> <li>2. Simulación de la conversión de un sistema continuo a discreto.</li> <li>3. Diseño y simulación de reguladores PID discretos.</li> <li>4. Simulación de un filtro digital.</li> <li>5. Simulación de sistemas de primer y segundo orden.</li> </ol>
--

#### **9. Proyecto integrador (Para fortalecer las competencias de la asignatura con otras asignaturas)**

Se debe realizar un proyecto el cual relacione el control PID discreto y la lógica difusa aplicado a un sistema mecatrónico.
--

## **10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)**

- Exámenes escritos.
- Tareas.
- Reporte de prácticas.
- Resultados de investigación (documental o de campo).
- Participación en clase.
- Proyectos integrales.
- Exposiciones en clase.

## **11. Fuentes de información (actualizadas considerando los lineamientos de la APA\*)**

1. Domínguez, Sergio; Campoy, Pascual; José María Sebastián; Jiménez Agustín (2002): Control en el Espacio de Estado, Ed. Prentice Hall, Primera Edición, 291 pp. Madrid,
2. Eronini Umez-Eronini (2001). Dinámica de Sistemas y Control; Primera Edición, 993 pp. Ed. Thomas Learning, México,
3. Friedland, Bernard (1987): Control System Design. Ed. Mc. Graw-Hill, Segunda Edición.
4. Kuo, Benjamín C (2003): Sistemas de Control Digital; Ed. CECSA, Cuarta Reimpresión, 845 pp. México,
5. Ogata, Katsuhiko. Sistemas de Control en Tiempo Discreto; Ed. Prentice Hall, México.
6. Phillips, Charles L.; H. Troy Nagle Jr. (1987): Sistemas de Control Digital Análisis y Diseño, Edición Castellana, 432 pp. Ed. Gustavo Gili, España.
7. Driankov D., Hellendoorn H. y Reinfrank M. (1995): An Introduction to Fuzzy Control. Springer.pp 630, England.
8. Klir G.J. y Yuan B. (1995): Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. Prentice Hall, pp 417, USA.
9. Reznik L.. (1998): Fuzzy controllers. Newnes, , pp 510, USA, Wang L.X.. A course in Fuzzy Systems and Control. Prentice Hall International, pp 390, USA
10. Yan J., Ryan M. y Power J.( 1994): Using Fuzzy Logic. Toward, Intelligent Systems. Prentice Hall, , pp 400, USA.
11. Cordon O., Herrera F., Hoffmann F. y Magdalena L. Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy
12. Knowledge Bases. World Scientific, 2001. pp 488, USA. Fullér R.. Introduction to Neuro-Fuzzy Systems. Springer-Verlag, 2000, pp 366, USA.

\* American Psychological Association (APA)