

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA ACADÉMICA  
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

<b>ESCUELA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA ESPECIALIDAD: COORDINACIÓN: ACADEMIA DE BÁSICAS DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO:</b>	<b>ASIGNATURA: CONTROL II CLAVE: IMCON20633      SEMESTRE: SEXTO CREDITOS: 8      VIGENTE: ENERO 1999 TIPO DE ASIGNATURA: TEÓRICA MODALIDAD: ESCOLARIZADA</b>	
<p><b>FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA</b></p> <p>En la industria moderna, el control de procesos y de robots es un área importante de la ingeniería que se encuentra en constante evolución. Para obtener resultados óptimos y eficientes, es necesario utilizar tecnología de vanguardia y técnicas de diseño de sistemas de control adecuadas. El curso de Control II proporciona las bases cognoscitivas para que el alumno afronte situaciones de análisis y diseño de sistemas de control en los que se utilice una computadora y sea necesario el empleo de técnicas modernas de control.</p> <p>Entre las asignaturas antecedentes se encuentran las de Matemáticas (con temas como son las ecuaciones diferenciales, transformada de Laplace y operaciones con matrices), Modelado y Simulación y Control I (Teoría del control) y las asignaturas consecuentes son las de Mecatrónica VIII, IX y X.</p> <p>En la enseñanza de este curso se utilizarán las técnicas modernas de simulación por computadora.</p> <p><b>OBJETIVO DE LA ASIGNATURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ El alumno analizará y aplicará los conceptos y las técnicas de control moderno en tiempo continuo y en tiempo discreto, para el diseño de sistemas de control computarizado.</li> </ul>		
<b>TIEMPOS TOTALES ASIGNADOS: HRS/SEMESTRE: 60    HRS/SEMANA : 4 HRS/TEORÍA/SEMESTRE: 60 HRS/PRÁCTICA/SEMESTRE: 0</b>	<b>PROGRAMA ELABORADO O ACTUALIZADO POR: ACADEMIA DE BASICAS DE INGENIERIA REVISADO POR: SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA APROBADO POR: C.T.C.E./ 6 DE OCTUBRE DE 1998</b>	<b>AUTORIZADO POR: LA COMISIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DEL C.G.C. /19 DE NOVIEMBRE DE 1998</b>

No. UNIDAD: I

NOMBRE: INTRODUCCIÓN.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno clasificará los sistemas de control en sistemas continuos o digitales.
- El alumno describirá las características y ventajas de sistemas retroalimentados continuos y digitales.
- El alumno seleccionará un controlador con base en sus propiedades.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
1.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	2		2	3B, 4B, 5C
1.2	<b>El lazo de control continuo y digital.</b>		2		2	
1.3	<b>Propiedades de la retroalimentación.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	2		2	
1.4	<b>Estrategias de control: PID y técnicas con variables de estado.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	2		2	
		SUBTOTAL	8		8	

No. UNIDAD: II

NOMBRE: SEÑALES Y SISTEMAS.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno clasificará los sistemas en tiempo continuo y tiempo discreto mediante conceptos de señales y sistemas.
- El alumno ejemplificará operaciones entre señales y sistemas.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
2.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	1		1	1B, 3B, 2C
2.2	<b>Señales.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	2		2	
	2.2.1 Tipos de señales.					
	2.2.2 Operaciones elementales entre señales.					
	2.2.3 Generación de los diferentes tipos de señales.					
2.3	<b>Sistemas.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	4		4	
	2.3.1 Sistemas de entrada-salida como mapeos de entrada-salida.					
	2.3.2 Clasificación de sistemas: diferenciales y en diferencias.					
	2.3.3 Sistemas lineales.					
	2.3.4 Convolución en los sistemas y sistemas convolutivos.					
	2.3.5 Estabilidad en sistemas convolutivos.					
	2.3.6 Entradas armónicas y periódicas a sistemas.					
	2.3.7 Interconexión de sistemas.					
2.4	<b>Normas de señales y sistemas.</b>		1		1	
		SUBTOTAL	8		8	

No. UNIDAD: III

NOMBRE: SISTEMAS DIFERENCIALES Y DESCRIPCIÓN EN VARIABLES DE ESTADO.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará los modelos diferenciales para sistemas físicos.
- El alumno identificará el concepto de variables de estado para representar sistemas diferenciales.
- El alumno resolverá las ecuaciones diferenciales de estado y analizará su estabilidad.
- El alumno evaluará diferentes representaciones de sistemas en variables de estado.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
3.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	0.5		0.5	1B, 3B, 2C
3.2	<b>Modelos de sistemas continuos (diferenciales).</b>		0.5		0.5	
3.3	<b>Respuesta de sistemas diferenciales.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	0.5		0.5	
3.4	<b>Estabilidad de sistemas diferenciales.</b>		0.5		0.5	
3.5	<b>Respuesta en frecuencia de sistemas diferenciales.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	0.5		0.5	
3.6	<b>Variables de estado.</b>		0.5		0.5	
3.7	<b>Representación en variables de estado.</b>		0.5		0.5	
3.8	<b>Solución analítica y numérica de la ecuación diferencial de estado.</b>		0.5		0.5	
3.9	<b>Formas canónicas y transformación de formas canónicas.</b>		1.0		1.0	
3.10	<b>Estabilidad de sistemas en variables de estado.</b>		1.0		1.0	
		SUBTOTAL	6		6	

No. UNIDAD: IV

NOMBRE: CONTROL DE SISTEMAS CONTINUOS EN VARIABLES DE ESTADO.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará la controlabilidad y observabilidad de sistemas diferenciales de estado.
- El alumno aplicará diferentes técnicas modernas para el control de sistemas diferenciales de estado.
- El alumno seleccionará las variables de estado cuya medición directa no sea posible.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
4.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	0.5		0.5	1B, 3B, 2C
4.2	<b>Propiedades de controlabilidad y observabilidad.</b>		0.5		0.5	
4.3	<b>Criterios de desempeño en variables de estado.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	1.0		1.0	
4.4	<b>Estabilización y control por asignación de polos. Método Ackermann.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	2.0		2.0	
4.5	<b>Control óptimo.</b>		1.0		1.0	
4.6	<b>Método de Lyapunov.</b>		2.0		2.0	
4.7	<b>Estimadores de variables de estado.</b>		1.0		1.0	
		SUBTOTAL	8		8	

No. UNIDAD: V

NOMBRE: SISTEMAS EN DIFERENCIAS Y DESCRIPCIÓN EN VARIABLES DE ESTADO.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno planteará y analizará modelos en diferencias, correspondientes a sistemas físicos.
- El alumno aplicará el concepto de variables de estado para representar sistemas en diferencias.
- El alumno calculará la solución de una ecuación en diferencia de estado y analizará su estabilidad.
- El alumno describirá diferentes representaciones de sistemas en diferencias en variables de estado.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
5.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	0.5	0	0.5	4B, 5C
5.2	<b>Modelos de sistemas discretos (en diferencias).</b>		0.5		0.5	
5.3	<b>Respuesta de sistemas en diferencias.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	0.5		0.5	
5.4	<b>Estabilidad de sistemas en diferencias.</b>		0.5		0.5	
5.5	<b>Respuesta en frecuencias de sistemas en diferencias.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	1.0		1.0	
5.6	<b>Variables de estado.</b>		1.0		1.0	
5.7	<b>Representación en variables de estado.</b>		1.0		1.0	
5.8	<b>Solución analítica y numérica de la ecuación en diferencias de estado.</b>		1.0		1.0	
5.9	<b>Formas canónicas y transformación de formas canónicas.</b>		1.0		1.0	
5.10	<b>Estabilidad de sistemas en variables en estado.</b>		1.0		1.0	
		SUBTOTAL	8		8	

No. UNIDAD: VI

NOMBRE: TRASFORMADA Z.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno calculará la transformada Z de diversas señales.
- El alumno aplicará la transformada Z de sistemas discretos.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
6.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	0.5		0.5	3B, 1B
6.2	<b>Definición y propiedades de la Transformada Z.</b>		1.0		1.0	
6.3	<b>Transformada Z inversa.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	1.0		1.0	
6.4	<b>Transformada Z de sistemas en diferencias.</b>		1.0		1.0	
6.5	<b>Función de transferencia discreta de sistemas en diferencias.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	2.5		2.5	
6.6	<b>Transformada Z de sistemas discretos en variables de estado.</b>		2.0		2.0	
		SUBTOTAL	8		8	

No. UNIDAD: VII

NOMBRE: CONTROL CLÁSICO DE SISTEMAS DISCRETOS.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno identificará el período de muestreo en un sistema de control discreto.
- El alumno aplicará técnicas clásicas discretas para el control de sistemas.
- El alumno diseñará controladores discretos a partir de controladores continuos.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
7.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	0.5		0.5	3B, 1B
7.2	<b>Proceso de muestreo: Teorema de Shannon.</b>		1.0		1.0	
7.3	<b>Análisis y diseño de filtros digitales.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	2.0		2.0	
7.4	<b>Criterios de desempeño.</b>		1.0		1.0	
7.5	<b>Controlador PID discreto: Diseño, sintonización e implementación en computadora digital.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	1.5		1.5	
7.6	<b>Discretización de controladores continuos y métodos numéricos.</b>		2.0		2.0	
		SUBTOTAL	8		8	



No. UNIDAD: VIII

NOMBRE: CONTROL DE SISTEMAS DISCRETOS EN VARIABLES DE ESTADO.

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará la controlabilidad y observabilidad de sistemas discretos en diferencias de estado.
- El alumno aplicará diferentes técnicas modernas para el control de sistemas discretos en diferencias de estado.
- El alumno seleccionará variables de estado cuya medición directa no sea posible.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
8.1	<b>Introducción.</b>	Exposición del profesor con ayuda del pizarrón, rotafolios y acetatos.	0.5		0.5	3B, 1B
8.2	<b>Propiedades de controlabilidad y observabilidad.</b>		1.0		1.0	
8.3	<b>Estabilización y control por asignación de polos.</b>	Realización de ejercicios escritos y de simulación en computadora por parte del alumno.	1.0		1.0	
8.4	<b>Control óptimo.</b>		2.0		2.0	
8.5	<b>Estimadores de variables de estado.</b>	Realización de una investigación por parte del alumno.	1.5		1.5	
		SUBTOTAL	6		6	

PERIODO	UNIDADES TEMÁTICAS	PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN	
1°	I, II, III (3.1-3.6)	80% EXAMEN ESCRITO + 10% TAREAS + 10% SIMULACIONES POR COMPUTADORA.	
2°	II (3.6-3.10), IV, V	80% EXAMEN ESCRITO + 10% TAREAS + 10% SIMULACIONES POR COMPUTADORA.	
3°	VI, VII, VIII	80% EXAMEN ESCRITO + 10% TAREAS + 10% SIMULACIONES POR COMPUTADORA.	
CLAVE	B	C	BIBLIOGRAFÍA
1	X		KWAKERNAAK, H. AND R. SIVAN, <u>MODERN SIGNALS AND SYSTEMS</u> , EDICION UNICA, ED. PRENTICE HALL, ENGLEWOOD CLIFFS, NEW JERSEY, USA, 1991, PAGES 791
2		X	BOYD, S. P. AND C. H. BARRATH, <u>LINEAR CONTROLLER DESIGN: LIMITS OF PERFORMANCE</u> , EDICION UNICA, ED. PRENTICE HALL, ENGLEWOOD CLIFS, NEW JERSEY, USA, 1991, PAGES 416.
3	X		KUO, BENJAMIN C. <u>SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL</u> , 2° EDICIÓN, ED. COMPAÑÍA ED. CONTINENTAL S.A. DE C.V., MÉXICO, 1997, PAGES 641
4	X		OGATA, KATSUHIKO, <u>INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA</u> 2° EDICIÓN, ED. PRENTICE HALL, MÉXICO, 1993, PAGES 641
5		X	DORF, R. C. , <u>SISTEMAS MODERNOS DE CONTROL TEORÍA Y PRÁCTICA</u> , 4° EDICION , ED. ADDISON WESLEY IBEROAMERICANA, USA, 1989, PAGES 450