

**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Laboratorio de PLC's Control digital	<b>Paralelas:</b> Instrumentación	<b>Consecutivas:</b> Ninguna (Semestre terminal)
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		8
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	3	51
<b>Prácticas:</b>	2	34
<b>Total:</b>	5	85

<b>Elaborado por:</b>	Saida M. Charre Ibarra J. Rodolfo Madrigal Sánchez
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

La necesidad de procesos de control más versátiles, obliga a formar profesionales con capacidad de diseño y construcción de sistemas de automatización modernos, empleando nuevas herramientas, y una de ellas es la instrumentación virtual.

El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso del computador personal (PC) como "instrumento" de medición de señales tales como temperatura, presión, caudal, etc.

Es decir, el PC comienza a ser utilizado para realizar mediciones de fenómenos físicos representados en señales de corriente (Ej. 4-20mA) y/o voltaje (Ej. (0-5Vdc). Sin embargo, el concepto de "instrumentación virtual" va más allá de la simple medición de corriente o voltaje, sino que también involucra el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales específicas. Es decir, el instrumento virtual no se conforma con la adquisición de la señal, sino que también involucra la interfaz hombre-máquina, las funciones de análisis y procesamiento de señales, las rutinas de almacenamiento de datos y la comunicación con otros equipos.

Un instrumento virtual puede realizar las tres funciones básicas de un instrumento convencional: adquisición, análisis y presentación de datos. Sin embargo, el instrumento virtual me permite personalizar el instrumento, y agregarle más funcionalidad sin incurrir en costos adicionales.

### III. PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno será capaz de diseñar y aplicar instrumentos virtuales en el control automático de procesos

### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno comprenderá la importancia de la instrumentación virtual.	<b>UNIDAD I. Introducción</b> 1.1. Sistemas electrónicos de instrumentación y control basados en la computadora 1.2. Instrumentación convencional y sistemas de instrumentación. 1.3. Sistemas de control 1.4. Modelo de un sistema de instrumentación genérico 1.5. Estudio de señales 1.5.1. Señales digitales 1.5.2. Señales analógicas 1.6. La instrumentación virtual 1.7. Software de instrumentación virtual 1.7.1. LabWindows CVI 1.7.2. HP VEE (HP Visual Engineering Environment) 1.7.3. LabVIEW
El alumno empleará estructuras para elaborar una programación condicional	<b>UNIDAD II. Programación estructurada</b> 2.1 Estructuras iterativas 2.2 Registros de desplazamiento 2.3 Estructuras Case y Sequence 2.4 Fórmula node 2.5 Variables locales y globales
El alumno representará datos de manera gráfica empleando software de instrumentación virtual	<b>UNIDAD III. Análisis y visualización de datos</b> 3.1 Indicadores Chart 3.2 Indicadores Graph 3.3 Datos estructurados 3.4 Arrays 3.5 Clusters 3.6 Control e indicadores String 3.7 Ficheros de entrada/salida

El alumno adquirirá la habilidad de crear subprogramas en un software de instrumentación virtual	<b>UNIDAD IV. PROGRAMACIÓN MODULAR</b> 4.1 Creación de subprogramas 4.2 Icono y conector 4.3 Creación de subprogramas 4.4 Creación automática de subprogramas 4.5 Optimización del programa
El alumno manejará y programará una tarjeta comercial de adquisición de datos	<b>UNIDAD V. Sistemas de adquisición de datos</b> 5.1. Un modelo genérico de instrumento 5.2. Las tarjetas de adquisición de datos 5.3. Características de las tarjetas de adquisición de datos 5.4. Adquisición de datos en LabVIEW
El alumno analizará y comprenderá los diferentes protocolos que permiten la adquisición de datos	<b>UNIDAD VI. Protocolos de comunicación</b> 6.1 Comunicación serie 6.1.1 Especificaciones de la norma RS-232 6.1.2 Instrumental de laboratorio con comunicación RS-232 6.1.3 Comunicación RS-232 a través de LabVIEW 6.2 Estándar de instrumentación IEEE-488 puerto serie 6.2.1 La norma IEEE-488.1 6.2.2 La norma IEEE-488.2 6.3 El lenguaje estándar de programación de instrumentos (SCPI) 6.4 Tarjetas de interfaz GPIB-PC 6.5 Instrumentación VXI 6.5.1 Estructura del bus VXI 6.5.2 Arquitectura del sistema 6.5.3 Control del bus VXI

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El Profesor debe coadyuvar a desarrollar las distintas competencias requeridas de un profesionalista en la disciplina, realizando la tarea de facilitador del aprendizaje provocando en el estudiante autonomía, capacidad, creatividad e innovación. Se proponen los siguientes lineamientos didácticos:

- Propiciar la integración del curso, a través de dinámicas que permitan recoger conocimientos adquiridos en los cursos anteriores relacionado con la materia.

- Realizar sesiones grupales con apoyos audiovisuales que apoyen el aspecto teórico de la materia.
- Realizar investigación documental para posteriormente discutirla en el aula.
- Exposición de trabajos realizados con el fin de generar la crítica constructiva y la defensa verbal de los alumnos.
- Llevar a cabo prácticas de laboratorio, con la supervisión y retroalimentación constante por parte del profesor.
- Realizar talleres de trabajo con paquetes computacionales de simulación.
- Realizar visitas a empresas.

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida		Exposición	X	Corrillo	
Lluvia de ideas		Phillip 66		Demostración	X
Debates		Discusión en pequeños grupos	X	Otra	
Mesa redonda		Lectura dirigida		Otra	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	X	Prácticas	X	Mapa conceptual	
Lectura	X	Resolución de problemas	X	Examen	
Reporte de lectura	X	Ensayo		Otras	
Proyecto	X	Exposición	X	Otras	
Recursos didácticos					
Material impreso	X	Proyector multimedia	X	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos		Láminas	
Pintarrón	X	Televisión		Fotocopias	
Computadora	X	Otros		Otros	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

La evaluación debe ser continua durante todo el proceso de Enseñanza Aprendizaje, para tomar las acciones necesarias y así lograr el objetivo del curso. Se proponen los siguientes criterios de evaluación:

- Exámen exploratorio al inicio del curso.
- Evaluaciones parciales, realizadas de acuerdo a una programación fijada.
- Informes de investigaciones.
- Participación y exposición de algún tema en el desarrollo del curso.
- Evaluación de reportes de prácticas realizadas.
- Reportes de las visitas realizadas a la Industria.

- Presentación formal del proyecto final donde se incluya la documentación completa, exposición del mismo y conclusiones.

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20	20	20
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	10	10	10
Prácticas	20	20	20
Proyecto	20	20	20
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	20	20	20
Asistencia	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	10	10	10
Otros _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Bishop, R. (1999). <i>Learning With Labview</i> . USA: Addison-Wesley.
Manuel, A. Biel, D. Olivé, J. Prat, J. Sánchez, F. (2002). <i>Instrumentación virtual: adquisición, procesado y análisis de señales</i> . México: Alfaomega
Manuel, L. A. (2001). <i>LabVIEW 6i Programación Gráfica para el Control de Instrumentación</i> . España: Paraninfo Thomson Learning
Bibliografía complementaria
Helsel, R. (1998). <i>Visual programming with HP VEE</i> (3ª ed.). U.S.A.: Prentice Hall.

Bitter, R., Mohiuddin, T. & Nawrocki, M. (2001). *LabView advanced programming techniques*. Boca Raton, Florida: CRC Press.

Creus, A. (1992). *Instrumentación Industrial*. (4ª ed.). México: Alfaomega Marcombo.

Pallás, R. (1998). *Sensores y Acondicionadores de Señal* (3ª corregida ed.). México: Alfaomega Marcombo.

#### Links de Internet

<http://www.ni.com/products/>

#### Prácticas de laboratorio:

1. Conversión de unidades
2. Monitoreo de proceso
3. Programación estructurada
4. Datos estructurados
5. Programación modular
6. Adquisición de datos
7. Instrumento virtual
8. Controlador PID (LabVIEW)
9. Comunicación serie con LabView
10. Bus GPIB
11. Bus VXI

#### Horas de utilización de infraestructura computacional:

36 horas al semestre

**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: LABORATORIO DE PLC 's</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Control Digital	<b>Paralelas:</b> Microcontroladores	<b>Consecutivas:</b> Instrumentación Virtual, Instrumentación.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		8
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	3	51
<b>Prácticas:</b>	2	34
<b>Total:</b>	5	85

<b>Elaborado por:</b>	Saida Miriam Charre Ibarra J. Rodolfo Madrigal Sánchez
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

Actualmente las empresas piensan en el futuro y se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus maquinas y procesos de control. Hoy las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable. Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y se ha ido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como Micro-procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de proceso más complejos. Hoy los Controladores Programables son diseñados usando lo ultimo en diseño de Micro-procesadores y circuiteria electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, altas temperaturas, ruido del medio ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas, etc.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de: Describir, aplicar y utilizar los recursos de un Controlador Lógico Programable (PLC), por medio de un programador y de una computadora, para diseñar y programar los pasos de ejecución de un proceso de control, leer, modificar, documentar y mantener el proceso de control de un PLC, y describir los circuitos eléctricos, con sus características y parámetros asociados a las entradas y salidas de un PLC.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno comprenderá el porque de la utilización de estos dispositivos en la industria.	<b>UNIDAD 1. Introducción</b> 1.1. Nuevas tecnologías de control de procesos 1.2. Nuevas técnicas de gestión de la producción 1.3. El PLC como primer nivel de control 1.4. Categorías de PLC
El alumno analizará la estructura interna y externa del PLC.	<b>UNIDAD 2. Diagrama a Bloques del PLC</b> 2.1 Fuentes de poder 2.2 Entradas de señales 2.3 Salida de señales 2.4 Procesador y memorias
El alumno aprenderá a editar programas en lenguaje escalera.	<b>UNIDAD 3. Diagramas de Control</b> 3.1 Símbolos asignados a contactos 3.2 Circuitos con contactos 3.3 Diagramas escaleras 3.4 Programador manual
El alumno realizará ejercicios de programación utilizando timers y contadores.	<b>UNIDAD 4. Timers y Contadores</b> 4.1 Tipos de timers 4.2 Contadores 4.3 Programación de Timers y Contadores
El alumno probará sus sistemas utilizando la PC.	<b>UNIDAD 5. PLC Programado por Computador</b> 7.1 Software de programación 7.2 Carga del programa 7.3 Lectura del programa 7.4 Ejecución del programa
El alumno realizará ejercicios optimizando programas y aplicando criterios para minimizar problemas.	<b>UNIDAD 6. Instrucciones del PLC</b> 6.1 Instrucciones de carga y almacenamiento 6.2 Instrucciones aritméticas y de comparación 6.3 Instrucciones de control maestro 6.4 Instrucciones de desplazamiento



	6.5 Instrucciones de salto 6.6 Salida interna de funciones especiales
El alumno aprenderá a configurar y a conectar las entradas y salidas analógicas.	<b>UNIDAD 7. Manejo de Señales Analógicas</b> 8.1 Lectura y normalización 8.2 Entrada y salida de valor analógico
El alumno ejercitará y desarrollará aplicaciones.	<b>UNIDAD 8. Control Proporcional, Integral, Derivativo (PID)</b> 9.1 Algoritmo de corrección 9.2 Parametrización 9.3 Palabra de control 9.4 Programación control PID 9.5 Aplicaciones a procesos de control

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El Profesor debe coadyuvar a desarrollar las distintas competencias requeridas de un profesionalista en la disciplina, realizando la tarea de facilitador del aprendizaje provocando en el estudiante autonomía, capacidad, creatividad e innovación. Se proponen los siguientes lineamientos didácticos:

- Propiciar la integración del curso, a través de dinámicas que permitan recoger conocimientos adquiridos en los cursos anteriores relacionado con la materia.
- Realizar sesiones grupales con apoyos audiovisuales que apoyen el aspecto teórico de la materia.
- Realizar investigación documental para posteriormente discutirla en el aula.
- Exposición de trabajos realizados con el fin de generar la crítica constructiva y la defensa verbal de los alumnos.
- Llevar a cabo prácticas de laboratorio, con la supervisión y retroalimentación constante por parte del profesor.
- Realizar talleres de trabajo con paquetes computacionales de simulación.
- Realizar visitas a empresas que empleen al PLC en los sistemas de control de sus procesos.

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida		Exposición	X	Corrillo	
Lluvia de ideas	X	Phillip 66		Demostración	X
Debates		Discusión en pequeños grupos	X	Otra	
Mesa redonda		Lectura dirigida	X	Otra	

Experiencias de aprendizaje					
Investigación	X	Prácticas	X	Mapa conceptual	X
Lectura	X	Resolución de problemas	X	Examen	X
Reporte de lectura	X	Ensayo		Otras	
Proyecto	X	Exposición	X	Otras	
Recursos didácticos					
Material impreso	X	Proyector multimedia	X	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos	X	Láminas	
Pintarrón	X	Televisión		Fotocopias	X
Computadora	X	Otros		Otros	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

La evaluación debe ser continua durante todo el proceso de Enseñanza Aprendizaje, para tomar las acciones necesarias y así lograr el objetivo del curso. Se proponen los siguientes criterios de evaluación:

- Exámen exploratorio al inicio del curso.
- Evaluaciones parciales, realizadas de acuerdo a una programación fijada.
- Informes de investigaciones.
- Participación y exposición de algún tema en el desarrollo del curso.
- Evaluación de reportes de prácticas realizadas.
- Reportes de las visitas realizadas a la Industria.
- Presentación formal del proyecto final donde se incluya la documentación completa, exposición del mismo y conclusiones.

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20	20	10
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	20	20	10
Tareas	10	10	10
Prácticas	25	25	20
Proyecto	-	-	30
Participación individual	10	10	5
Participación en equipo	-	-	-
Asistencia	-	-	-

Ensayo	-	-	-
Investigación	15	15	15
Otros:	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
<p>Webb, John W. and Reis, Ronald A. <i>Programmable Logic Controllers</i>, Principles and Applications. Prentice Hall, 4th ed.</p> <p>Balcells J., Romeral J. L. . <i>Autómatas programables</i>. Serie Mundo Electrónico. Ed. Marcombo, Boixareu editores, Barcelona.</p> <p>Mandado E., Acevedo J., Pérez S.. <i>Controladores lógicos y autómatas programables</i> .Departamento de tecnología electrónica de la Universidad de Vigo. Ed. Marcombo, Boixareu editores, Barcelona.</p>
<b>Bibliografía complementaria</b>
<p>Porras, A., Montero A.P. <i>Autómatas Programables</i>. Mc Graw Hill.</p> <p>Ackerman. R. <i>Controles Lógicos Programables</i>. Nivel básico TP 301 manual de estudio. Edit. FESTO DIDACTIC.</p>
<b>Links de Internet</b>
<p><a href="http://www.geocities.com/ingenieria_control/">http://www.geocities.com/ingenieria_control/</a></p> <p><a href="http://html.rincondelvago.com/controladores-logicos-programables.html">http://html.rincondelvago.com/controladores-logicos-programables.html</a></p>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arranque y paro de un motor monofásico</li> <li>2. Arranque y paro de un motor reversible</li> <li>3. A/P en modo local y modo remoto</li> <li>4. A/P de un motor en modo manual y en modo automático</li> <li>5. A/P de un motor con permisivos</li> </ol>

6. Latch y Unlatch
7. Timer on delay
8. Timer off delay
9. Manejo de subrutinas
10. Medición de señales analógicas
11. Sistema de alarma para una casa
12. Control on-off en la estación de nivel.
13. Control pid en la estación de nivel.
14. Proyecto

<b>Horas de utilización de laboratorio:</b>
36 horas

**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: MECATRÓNICA I</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Microprocesadores, electrónica básica, control moderno.	<b>Paralelas:</b> Microcontroladores control digital.	<b>Consecutivas:</b> Mecatrónica II
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		8
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	3	51
<b>Prácticas:</b>	2	34
<b>Total:</b>	5	85

<b>Elaborado por:</b>	Jorge Gudiño Lau Miguel Ángel Duran Fonseca Janeth Aurelia Alcalá Rodríguez, Efraín Villalvazo Laureano Saida Miriam Charre Ibarra
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

La necesidad de crear procesos de manufactura, bienes de capital y productos cada vez más especializados en el área industrial, así como la creación de productos y sistemas mecánicos de uso cotidiano, ha llevado al hombre a trabajar en forma multidisciplinaria para la creación de dichas tecnologías. La integración cada vez más creciente de los sistemas diseñados y creados con la mecánica y la electrónica han llevado a la fusión de estas disciplinas formándose una nueva llamada mecatrónica, misma que está siendo aplicada tanto en la automatización y control de las fábricas, como en productos y aparatos de uso cotidiano.

La creciente demanda por parte de la industria e instituciones de investigación ha creado la necesidad de preparar profesionistas que se incorporen a los

acelerados progresos y cambios de la tecnología. El concepto actual de mecatrónica representa un paso más en la evolución del “saber-hacer” tecnológico, lo cual trae como consecuencia que cambien las formas de trabajo, de investigar, de desarrollar, de operar y de dar mantenimiento.

### III. PROPÓSITO DEL CURSO

El objetivo del curso es formar alumnos capaces de proporcionar a la sociedad bienes y herramientas que le permitan aprovechar los recursos naturales y energéticos, de manera adecuada para satisfacer las necesidades materiales y sociales en beneficio de la humanidad, mediante la aplicación de conocimientos de la física, matemáticas, química y técnicas de ingeniería para contribuir al desarrollo tecnológico, lo cual está considerado como prioritario para el presente y futuro de México. El acelerado desarrollo tecnológico ha provocado que los bienes y herramientas se hayan convertido en los dispositivos más sofisticados, ya que hasta los aparatos de uso cotidiano más simples utilizan mecanismos precisos, controlados por sistemas electrónicos y por sistemas de información computarizados.

El alumno aplicará los principios de operación de los sistemas mecatrónicos a través del estudio de los microprocesadores y su aplicación en el diseño de sistemas industriales que integran elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de programación.

### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno conocerá el alcance de la mecatrónica y sus aplicaciones.	<b>1 Introducción a la mecatrónica</b> 1.1 Historia de la mecatrónica. 1.2 Tendencia actual y futura. 1.3 Aplicaciones de la mecatrónica.
El alumno analizará y empleará los métodos utilizados en el diseño de sistemas mecatrónicos.	<b>2 Metodología en el desarrollo de productos</b> 2.1 Elementos constitutivos de un sistema mecatrónico. 2.2 Definición de: método de diseño, procedimiento de diseño y modelos. 2.3 Comparación de las características metodológicas del diseño mecánico, electrónico y de programación.
El alumno aprenderá los beneficios que se tienen al	<b>3 Diseño mecánico</b> 3.1 Introducción general a los criterios de

diseñar sistemas que operan con principios mecatrónicos y realizará un proyecto donde se integren los conocimientos de la asignatura.	3.2 3.3	diseño mecánico. Herramientas para el análisis de diseño mecánico. Diseño de un mecanismo.
El alumno analizará la arquitectura, funcionamiento y programación de un microcontrolador.	<b>4</b> 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6	<b>Microcontrolador</b> Los microcontroladores en los sistemas mecatrónicos y el diseño de sistemas. Funcionamiento general del hardware y del software. Instrucciones del microprocesador: códigos de operación, operandos y conjunto de instrucciones. Ensamblador: Etiquetas, mnemónicos, comentarios, pseudo- instrucciones, editor, ensamblador, ligador. Puertos de entrada/salida: Latches, Transeivers, puertos paralelos y seriales, contadores y temporizadores, convertidores digitales-analógicos y analógicos-digitales. Compiladores en lenguajes de alto nivel.
El alumno realizará un proyector de diseño donde aplique todos los conocimientos de mecatrónica obtenidos.	<b>5</b> 5.1 5.2	<b>Diseño de experimentos mecatrónicos</b> Introducción. Diseño de aplicación mecatrónico.

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La participación por parte del profesor debe ser un mediador-facilitador que permita promover un ambiente de aprendizaje cooperativo, haciendo uso de material impreso, simulaciones, pintarrón, computadora, proyector multimedia y fotocopias. Además el profesor propiciará la integración del curso, a través de dinámicas que permitan recoger conocimientos adquiridos, con estrategia didácticas para motivar la participación del alumno empleando lluvias de ideas, mesa redonda, exposición y discusión en pequeños grupos. Además, se realizará la exposición de trabajos realizados con el fin de generar la crítica constructiva y la defensa verbal de los alumnos. Por otra parte, con la finalidad de que el alumno obtenga mayor aprendizaje significativo realizará investigación, prácticas y solución de problemas.

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	x	Exposición	x	Corrillo	
Lluvia de ideas		Phillip 66		Demostración	x

Debates	x	Discusión en pequeños grupos	x	Otra _____	
Mesa redonda	x	Lectura dirigida	x	Otra _____	
<b>Experiencias de aprendizaje</b>					
Investigación	x	Prácticas	x	Mapa conceptual	x
Lectura	x	Resolución de problemas	x	Examen	x
Reporte de lectura	x	Ensayo		Otras _____	
Proyecto	x	Exposición	x	Otras _____	
<b>Recursos didácticos</b>					
Material impreso	x	Proyector multimedia	x	Vídeo casetera	x
Material virtual	x	Proyector de acetatos	x	Láminas	x
Pintarrón	x	Televisión	x	Fotocopias	x
Computadora	x	Otros		Otros _____	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

El profesor debe utilizar un amplio repertorio de estrategias de discusión, vinculando la teoría con la práctica, promoviendo que el alumno sea el eje central del proceso educativo al construir su aprendizaje. Además, el profesor debe realizar una evaluación continua; utilizando los mecanismos ya conocidos tales como un examen escrito, examen práctico, tareas, prácticas, proyectos, participación individual y realizando una investigación. Por otra parte el profesor debe mostrar responsabilidad, interés por la formación de sus alumnos, manifestarles respeto e inspirarles confianza.

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Exámen escrito	30%	30%	
Exáamen oral			
Exámen práctico			
Tareas	10%	10%	10%
Prácticas	30%	30%	10%
Proyecto			70%
Participación individual	10%	10%	
Participación en equipo			
Asistencia			



Ensayo			
Investigación	20%	20%	10%
Otros _____			
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
<p>Bolton, William. <i>Mecatrónica. Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica</i>. 2001. Ed. Alfaomega. México.</p> <p>Bradley, D.A., Dawson, D. 1991. <i>Mechatronics, Electronics in Products and Processes</i>. Chapman and Hall. Gran Bretaña.</p> <p>Burr, J. 1990. A Theoretical Approach to Mechatronics Design. <i>Institute for Engineering Design. Technical University of Denmark, Dinamarca</i>.</p> <p>Ertas, A., Jones, J. C. 1996. <i>The Engineering Design Process</i>. John Wiley &amp; Sons. E.E.U.U.</p> <p>Hunt, V. D. 1988. <i>Mechatronics :Japan's Newest Treat</i>. Chapman and Hall. Gran Bretaña.</p>
<b>Bibliografía complementaria</b>
<b>Links de Internet</b>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño cinemático de un mecanismo</li> <li>2. Diseño dinámico de un mecanismo</li> <li>3. Diseño del microcontrolador</li> <li>4. Programación de microcontrolador</li> <li>5. Proyector final de mecatrónica</li> </ol>
<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
30 hrs.

**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: ROBÓTICA</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Teoría de Control Control Moderno	<b>Paralelas:</b> Control Digital	<b>Consecutivas:</b> Ingeniería de Proyectos
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	34
<b>Prácticas:</b>	3	54
<b>Total:</b>	5	85

<b>Elaborado por:</b>	MC. Jorge Gudiño Lau
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

El empleo de robots permite elevar la calidad de procesos industriales que requieran de gran precisión o bien de aquellos que, al ser repetitivos, resulten demasiado tediosos para una persona. No sólo se eleva la calidad del proceso sino que también se abarata el costo del mismo. Además, los robots también pueden sustituir a seres humanos en tareas peligrosas.

Al igual que muchas otras ramas de la ciencia y la tecnología, la robótica nació llena de promesas a futuro de un desarrollo tan rápido e intenso que, se suponía, en pocos años alcanzaría metas que en aquellos momentos correspondían al ámbito de la ciencia-ficción. Las aportaciones de una informática en continuo desarrollo, junto a las novedosas metodologías de control e inteligencia artificial, permitían prever la disponibilidad de robots dotados de una gran flexibilidad y capacidad de adaptación al entorno, que invadirían todos los sectores productivos de forma imparable. Esto se ha vuelto realidad solo parcialmente y, en algunos aspectos, muy por debajo de las previsiones. Pasadas las primeras etapas de un desarrollo realmente vertiginoso y en muy diversos frentes, los problemas prácticos han frenado considerablemente las expectativas y obligado a reconocer que el avance va a ser mucho más lento de lo esperado.

La robótica es un campo interdisciplinario de la tecnología moderna y esta formada por la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica y sistemas computacionales.

### III. PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el presente curso, el alumno: será capaz de entender los conceptos, los métodos fundamentales y evaluar críticamente los resultados de la cinemática y la dinámica en el área de la Robótica. Asimismo, podrá desarrollar trayectorias planeadas para robots en movimiento libre y aplicar controladores sencillos.

### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno aprenderá el concepto fundamental de la cinemática de robots	<b>1 Cinemática de un robot.</b> 1.1 Fundamentos. 1.2 Problema cinemático directo. 1.3 Problema cinemático inverso. 1.4 Simulación computacional.
El alumno aprenderá y analizará el comportamiento dinámico de los robots.	<b>2 Dinámica de un robot</b> 2.1 Formulación de Lagrange-Euler. 1.5 Formulación de Newton-Euler 1.6 Simulación computacional.
El alumno aprenderá a planear trayectorias de la herramienta terminal del robot, simulando un proceso productivo.	<b>3 Planeación de trayectorias.</b> 3.1 Consideraciones generales. 3.2 Trayectorias de las juntas interpoladas. 3.3 Trayectorias cartesianas 3.4 Simulación computacional.
El alumno aprenderá los conocimientos básicos del control y las propiedades de los robots.	<b>4 Control de robots.</b> 4.1 Propiedades de los robots 4.2 Control P con retroalimentación de velocidad y Control PD 4.3 Control PD con compensación de gravedad 4.4 Control PD con compensación precalculada de gravedad 4.5 Control PID
El alumno aprenderá las aplicaciones industriales utilizadas actualmente en los países altamente	<b>5 Aplicaciones industriales.</b> 5.1 Panorama mundial y tendencias futuras 5.2 Simulación de trabajos de pintado 5.3 Simulación de trabajos de manejo de

desarrollados.	5.4	materiales. Simulación de trabajos de control de calidad.
----------------	-----	--

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La participación por parte del profesor debe ser un mediador-facilitador que permita promover un ambiente de aprendizaje cooperativo, haciendo uso de material impreso, simulaciones, pintarrón, computadora, proyector multimedia y fotocopias. Además el profesor propiciará la integración del curso, a través de dinámicas que permitan recoger conocimientos adquiridos, con estrategia didácticas para motivar la participación del alumno empleando lluvias de ideas, mesa redonda, exposición y discusión en pequeños grupos. Además, se realizará la exposición de trabajos realizados con el fin de generar la crítica constructiva y la defensa verbal de los alumnos. Por otra parte, con la finalidad de que el alumno obtenga mayor aprendizaje significativo realizará investigación, prácticas y solución de problemas.

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida		Exposición	x	Corrillo	
Lluvia de ideas	x	Phillip 66		Demostración	
Debates		Discusión en pequeños grupos	x	Otra	
Mesa redonda	x	Lectura dirigida		Otra	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	x	Prácticas	x	Mapa conceptual	
Lectura		Resolución de problemas	x	Examen	x
Reporte de lectura		Ensayo		Otras	
Proyecto		Exposición	x	Otras	
Recursos didácticos					
Material impreso	x	Proyector multimedia	x	Vídeo casetera	
Material virtual	x	Proyector de acetatos		Láminas	
Pintarrón	x	Televisión		Fotocopias	x
Computadora	x	Otros		Otros	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

El profesor debe utilizar un amplio repertorio de estrategias de discusión, vinculando la teoría con la práctica, promoviendo que el alumno sea el eje central del

proceso educativo al construir su aprendizaje. Además, el profesor debe realizar una evaluación continua; utilizando los mecanismos ya conocidos tales como un examen escrito, examen práctico, tareas, prácticas, proyectos, participación individual y realizando una investigación. Por otra parte el profesor debe mostrar responsabilidad, interés por la formación de sus alumnos, manifestarles respeto e inspirarles confianza.

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20	20	10
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	20	20	10
Tareas	10	10	10
Prácticas	25	25	20
Proyecto	-	-	30
Participación individual	10	10	5
Participación en equipo	-	-	-
Asistencia	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	15	15	15
Otros _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
K.S.FU. Control, detección, visión e inteligencia. 1990 . <i>Robótica</i> . McGrawHill.
Craig J. John. 1989. <i>Robotics</i> . Adison-Wesley.
Sciavicco, L. Y Siciliano, B. <i>Modeling and Control of Robot Manipulators</i> . McGrawHill.
Barrientos, A., Peñin, L., Balaguer, C. Araceli, R. <i>Fundamentos de Robótica</i> . McGrawHill
Canudas, C. Siciliano, B. Y Bastin, G. <i>Theory of Robot Control</i> . Springer
<b>Bibliografía complementaria</b>
<b>Links de Internet</b>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>

<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>

**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica**  
**Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: SISTEMAS LINEALES I</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Control moderno	<b>Paralelas:</b> Control digital	<b>Consecutivas:</b> Sistemas Lineales II
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		8
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	3	51
<b>Prácticas:</b>	2	34
<b>Total:</b>	5	85

<b>Elaborado por:</b>	Miguel A. Durán Fonseca – Janeth Aurelia Alcalá Rodríguez Jorge Gudiño Lau Efraín Hernández Sánchez
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

La diferencia entre un sistema físico y su modelo es básica en ingeniería. Un sistema físico puede tener diferentes modelos dependiendo de la respuesta buscada, incluso puede modelarse diferente para diversos puntos de operación, por ello se dice que un sistema físico es un dispositivo o colección de dispositivos que están presentes en el mundo real y que pueden representarse mediante un modelo. Por otro lado, la mayoría de los procesos que están diseñados para operar alrededor de un punto fijo se pueden representar mediante sistemas lineales. Para el diseño de sistemas de control de estos procesos es necesario el conocimiento de las bases que permiten su comprensión y desarrollo, de aquí nace la necesidad del estudio de los sistemas lineales.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

En este curso, los alumnos se familiarizarán con las herramientas básicas usadas para el tratamiento de sistemas lineales. El material básico es la teoría

de sistemas lineales invariantes en el tiempo. Además se provee un extensivo tratamiento de la teoría de control retroalimentado para sistemas lineales de dimensión finita, invariantes en el tiempo y representados en el espacio de estados. Los procedimientos de diseño serán apoyados usando herramientas computacionales.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno comprenderá los conceptos básicos de sistemas lineales variantes e invariantes en el tiempo.	<b>UNIDAD I Introducción</b> 1 Sistemas lineales 2 Sistemas lineales invariantes en el tiempo ( <i>LTI</i> ) 3 Linealización 4 Sistemas discretos
Que el alumno adquiera las herramientas básicas del álgebra lineal necesarias para el estudio de los sistemas lineales.	<b>UNIDAD II Álgebra lineal</b> 1 Vectores y Matrices 2 Bases y ortonormalización 3 Ecuaciones lineales algebraicas 4 Transformaciones de semejanza 5 Forma diagonal y forma de Jordan 6 Funciones de matrices cuadradas 7 Ecuación de Lyapunov 8 Formas cuadráticas 9 Descomposición en valores singulares 10 Normas de Matrices
El alumno analizará las soluciones que existen para las ecuaciones de estado de sistemas lineales variantes e invariantes en el tiempo.	<b>UNIDAD III Solución en el espacio de estados y Realizaciones</b> 1 Solución de las ecuaciones de estado <i>LTI</i> 2 Ecuaciones de estado equivalente 3 Realizaciones 4 Solución de ecuaciones lineales variantes en el tiempo ( <i>LTV</i> ) 5 Ecuaciones equivalentes variantes en el tiempo 6 Realizaciones variantes en el tiempo
El alumno comprenderá el concepto de estabilidad y aprenderá las técnicas de análisis de estabilidad aplicadas a sistemas lineales.	<b>UNIDAD IV Estabilidad</b> 1 Estabilidad entrada-salida de sistemas <i>LTI</i> 2 Estabilidad interna 3 Teorema de Lyapunov 4 Estabilidad de sistemas variantes en el tiempo
El alumno identificará las condiciones que permitan controlar y/u observar a un sistema lineal.	<b>UNIDAD V Controlabilidad y observabilidad</b> 1 Controlabilidad 2 Observabilidad 3 Descomposición canónica



	4	Condiciones en ecuaciones de la forma Jordan
	5	Ecuaciones de estado discretas
	6	Controlabilidad después del muestreo
	7	Ecuaciones de estado de sistemas variantes en el tiempo

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El alumno debe ser la parte central del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que debe adoptar una actitud activa y participativa. La participación por parte del profesor consiste en orientar, promover y guiar el proceso haciendo uso de material impreso, simulaciones, pintarrón, computadora, proyector multimedia y fotocopias. Además el profesor propiciará la integración del curso, a través de dinámicas que permitan recoger conocimientos adquiridos, con estrategia didácticas para motivar la participación del alumno empleando lluvias de ideas, mesa redonda, exposición y discusión en pequeños grupos. Se realizará la exposición de trabajos realizados con el fin de generar la crítica constructiva y la defensa verbal de los alumnos. Por otra parte, con la finalidad de que el alumno obtenga mayor aprendizaje significativo realizará investigación, prácticas y solución de problemas.

Las estrategias didácticas, experiencias de aprendizaje y recursos didácticos empleados en el curso se presentan en la siguiente tabla.

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	x	Exposición	x	Corrillo	
Lluvia de ideas		Phillip 66		Demostración	x
Debates	x	Discusión en pequeños grupos	x	Otra	
Mesa redonda	x	Lectura dirigida	x	Otra	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	x	Prácticas	x	Mapa conceptual	x
Lectura	x	Resolución de problemas	x	Examen	x
Reporte de lectura	x	Ensayo		Otras	
Proyecto	x	Exposición	x	Otras	
Recursos didácticos					
Material impreso	x	Proyector multimedia	x	Vídeo casetera	
Material virtual	x	Proyector de acetatos	x	Láminas	x
Pintaron	x	Televisión		Fotocopias	x
Computadora	x	Otros		Otros	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

El profesor debe realizar una evaluación continua e integral, donde considere todos los aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje utilizando los mecanismos ya conocidos tales como un examen escrito, examen práctico, tareas, prácticas, proyectos, participación individual e investigación por parte del alumno. Por otra parte el profesor debe mostrar responsabilidad, interés por la formación de sus alumnos, manifestarles respeto e inspirarles confianza.

Los aspectos a evaluar en la materia así como su ponderación se presentan en la siguiente tabla.

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Exámen escrito	30	30	20
Exámen oral	-	-	-
Exámen práctico	-	-	-
Tareas	10	10	10
Prácticas	30	30	10
Proyecto	-	-	50
Participación individual	10	10	-
Participación en equipo	-	-	-
Asistencia	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	20	20	10
Otros _____		-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Chen, C.-T. (1999), <i>Linear System Theory and Design</i> , 3rd edn, Oxford University Press.
Bay, J. S. (1999), <i>Fundamentals of Linear State Space Systems</i> , WCB/McGraw-Hill.
Doyle, J. C., Francis, B. A. & Tannenbaum, A. (1992), <i>Feedback control theory</i> ,

Macmillan Pub. Co.
<b>Bibliografía complementaria</b>
Friedland, B. (1986), <i>Control System Design</i> , McGraw-Hill.
Goodwin, G., Graebe, S. & Salgado, M. (2000), <i>Control System Design</i> , Prentice Hall.
Goodwin, G. & Sin, K. (1984), <i>Adaptive Filtering Prediction and Control</i> , Prentice-Hall, New Jersey.
Rugh, W. J. (1995), <i>Linear System Theory</i> , 2nd edn, Prentice Hall.
<b>Links de Internet</b>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solución de sistemas lineales mediante software</li> <li>2. Herramienta computacional para resolver problemas de álgebra lineal</li> <li>3. Solución de ecuaciones de estado invariantes (MATLAB)</li> <li>4. Solución de ecuaciones de estado variantes en el tiempo (MATLAB)</li> <li>5. Probar estabilidad mediante un simulador</li> <li>6. Diseño de un controlador</li> <li>7. Diseño de un observador</li> </ol>

<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
34 hrs.

**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica y**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: SISTEMAS NO LINEALES I</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Control Moderno	<b>Paralelas:</b> Sistemas Lineales I	<b>Consecutivas:</b> Sistemas No Lineales II
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
2004		8
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	4	64
<b>Prácticas:</b>	1	16
<b>Total:</b>	5	80

<b>Elaborado por:</b>	J. Rodolfo Madrigal Sánchez Bernardo Rincón Márquez Efraín Hernández Sánchez Saida Miriam Charre Ibarra Miguel Ángel Duran Fonseca Jorge Gudiño Lau.
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

Esta materia proporciona en el perfil del egresado los conocimientos básicos sobre diseño y control de sistemas no lineales. Tradicionalmente se estudia a los sistemas de control desde el punto de vista de sistemas lineales, sin embargo, la mayoría de los modelos matemáticos empleados para representar a los sistemas de control que mejor se aproximan a la realidad son no lineales, por esta razón resulta importante que los estudiantes puedan analizar y resolver problemas de control desde otros puntos de vista.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

Al finalizar el curso el alumno conocerá los principios básicos de los sistemas no lineales y las herramientas para su análisis.  
Desarrollar la capacidad para

1. Reconocer fenómenos no lineales típicos.

2. Seleccionar y utilizar herramientas para analizar la estabilidad de sistemas no lineales.
3. Reconocer propiedades estructurales de sistemas no lineales.
4. Aplicar técnicas clásicas y avanzadas de control no lineal.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno será capaz de identificar a los sistemas no lineales, además de representar gráficamente su comportamiento mediante el estudio de los conceptos básicos.	<b>UNIDAD 1. Introduccion a los sistemas no lineales</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Objetivo del análisis no lineal.</li> <li>1.2 Antecedentes históricos.</li> <li>1.3 Puntos de equilibrio.</li> <li>1.4 Fenómenos en sistemas no lineales:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.4.1 Tiempo de escape infinito,</li> <li>1.4.2 Puntos de equilibrio múltiples aislados,</li> <li>1.4.3 Ciclo limite,</li> <li>1.4.4 Oscilaciones casi periódicas, armónicas, y subarmónicas.</li> </ol> </li> <li>1.5 Ejemplos:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.5.1 Ecuación del péndulo,</li> <li>1.5.2 Circuito del diodo túnel,</li> <li>1.5.3 Sistema masa – resorte.</li> </ol> </li> <li>1.6 Sistemas de segundo orden.               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.6.1 El método de las Isoclinas,</li> <li>1.6.2 Desarrollo cualitativo de los sistemas lineales,</li> <li>1.6.3 Desarrollo cualitativo de los sistemas no lineales,</li> </ol> </li> <li>1.7 Justificación del control no lineal.</li> </ol>
El alumno aprenderá algunas propiedades matemáticas, necesarias para el análisis de los sistemas no lineales.	<b>UNIDAD 2. Propiedades fundamentales</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Matemáticas preliminares.               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Espacio euclidiano</li> <li>2.1.2. Valor medio y teorema de la función implícita</li> <li>2.1.3. Desigualdad de Gronwall – Bellman</li> <li>2.1.4. Transformación de la restricción</li> </ol> </li> <li>2.2. Existencia y unicidad.</li> <li>2.3. Dependencia continua del tiempo respecto a las condiciones iniciales y los parámetros.</li> <li>2.4. Diferenciabilidad de la solución y ecuaciones de sensibilidad.</li> <li>2.5. El Principio de Comparación.</li> </ol>
	<b>UNIDAD 3. El concepto de estabilidad.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Definiciones de estabilidad.</li> <li>3.2 Estabilidad global</li> <li>3.3 Estabilidad asintótica.</li> <li>3.4 Estabilidad estructural.</li> </ol>

	3.5 La función de Lyapunov como criterio para la estabilidad.
El alumno aprenderá a determinar la estabilidad de un sistema no lineal usando el método de Lyapunov.	<b>UNIDAD 4. Estabilidad de lyapunov</b> 1.1 Sistemas autónomos 1.2 Puntos de equilibrio 1.3 El teorema de estabilidad de Lyapunov. 1.4 El principio de invariancia. 1.5 Región de atracción. 1.6 Sistemas lineales y linealización. 1.7 Teorema de la variedad central. 1.8 Región de atracción. 1.9 Teoremas de invariancia.
El alumno aprenderá a determinar la estabilidad de un sistema no lineal sujeto a perturbaciones.	<b>UNIDAD 5. Estabilidad de sistemas perturbados</b> 5.1 Perturbaciones desvanecientes. 5.2 Perturbaciones no desvanecientes. 5.3 Estabilidad entrada-estado. 5.4 El método de comparación.

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Para que el alumno pueda cumplir satisfactoriamente con el perfil de ingeniero, dentro del marco de la filosofía la facultad de ingeniería electromecánica, desarrollando un espíritu crítico y reflexivo, así como una actitud responsable ante su medio natural y social, las formas de trabajo en el aula deberán fomentar una participación activa, mediante la cual el estudiante sea capaz de construir su propio conocimiento, siendo congruentes con los postulados que pretenden auspiciar en el alumno: "aprender a aprender", "aprender a hacer" y "aprender a ser". En el programa se incluye una serie de prácticas de aprendizaje a nivel individual y grupal, destacando el trabajo colectivo. Es importante motivar al estudiante a desarrollar sus habilidades creativas mediante la aplicación a sistemas reales para identificar la no-linealidad de los sistemas y fortalecer los conceptos sobre estabilidad y regiones de atracción.

Las actividades de aprendizaje podrán ser enriquecidas por el profesor que desarrolle el curso, pues son tan diversas como la creatividad lo permita o pueden darse tanto en el salón como fuera de éste, y ser desarrolladas por el alumno o por el profesor, o de manera conjunta.

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	X	Exposición	X	Corrillo	
Lluvia de ideas	X	Phillip 66		Demostración	X
Debates		Discusión en pequeños grupos	X	Otra	
Mesa redonda		Lectura dirigida	X	Otra	

Experiencias de aprendizaje					
Investigación	X	Prácticas	X	Mapa conceptual	X
Lectura	X	Resolución de problemas	X	Examen	X
Reporte de lectura	X	Ensayo		Otras	
Proyecto	X	Exposición	X	Otras	
Recursos didácticos					
Material impreso	X	Proyector multimedia	X	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos	X	Láminas	
Pintarrón	X	Televisión		Fotocopias	X
Computadora	X	Otros		Otros	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20	20	20
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	10	10	10
Prácticas	15	15	15
Proyecto	15	15	15
Participación individual	15	15	15
Participación en equipo	15	15	15
Asistencia	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	10	10	10
Otros	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Khalil, Hassan K. (1996) <i>Nonlinear Systems</i> . USA: Prentice Hall Inc.
Alberto Isidori. (1995) <i>Nonlinear Control Systems</i> . (3ª ed). Springer Verlag

<b>Bibliografía complementaria</b>
Nijmeijer, N., Vander Schaft, A. (1990) <i>Dynamical Control Systems</i> . Springer Verlag.
<b>Links de Internet</b>
<a href="http://www.mathworks.com">http://www.mathworks.com</a>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
1 .

<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
36 horas al semestre



**Universidad de Colima**  
**Facultad de Ingeniería Electromecánica y**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: SISTEMAS NO LINEALES II</b>		<b>OPTATIVA</b>
<b>Antecedentes:</b> Sistemas No Lineales I	<b>Paralelas:</b> Sistemas Lineales II	<b>Consecutivas:</b>
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
2004		8
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	4	64
<b>Prácticas:</b>	1	16
<b>Total:</b>	5	80

<b>Elaborado por:</b>	J. Rodolfo Madrigal Sánchez Bernardo Rincón Márquez Efraín Hernández Sánchez Saida Miriam Charre Ibarra Miguel Ángel Duran Fonseca Jorge Gudiño Lau.
<b>Fecha:</b>	Mayo de 2005

**II. PRESENTACIÓN**

Esta materia proporciona en el perfil del egresado los conocimientos básicos sobre diseño y control de sistemas no lineales. Esta materia es continuación de Sistemas No Lineales I, en donde se sientan las bases de los sistemas no lineales y las herramientas para su análisis.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

Al finalizar el curso el alumno conocerá algunos métodos de análisis y diseño de controladores para los sistemas no lineales.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno será capaz de identificar a los sistemas no lineales, además de representar gráficamente su comportamiento mediante el estudio de los conceptos básicos.	<b>UNIDAD 1. ESTABILIDAD ENTRADA-SALIDA</b> 1.1 Sistemas como operadores. 1.2 Estabilidad L. 1.3 Estabilidad L de modelos de estado. 1.4 Ganancia L2.
El alumno aprenderá algunas propiedades matemáticas, necesarias para el análisis de los sistemas no lineales.	<b>UNIDAD 2. ANÁLISIS DE SISTEMAS REALIMENTADOS</b> 2.1 Estabilidad absoluta. 2.2 Teorema de la pequeña ganancia. 2.3 Método de Pasividad.
El alumno aprenderá a determinar la estabilidad de un sistema no lineal usando el método de Lyapunov.	<b>UNIDAD 3. CONTROL EN REALIMENTACIÓN</b> 3.1 Problemas de control. 3.2 Diseño vía linealización. 3.3 Compensación de saturación. 3.4 Control por ganancia tabulada.
El alumno aprenderá a determinar la estabilidad de un sistema no lineal sujeto a perturbaciones.	<b>UNIDAD 4. LINEALIZACIÓN EXACTA POR REALIMENTACIÓN</b> 4.1 Linealización entrada-estado. 4.2 Linealización entrada-salida. 4.3 Estabilización por realimentación de estados.
	<b>UNIDAD 5. DISEÑOS BASADOS EN LYAPUNOV</b> 5.1 Backstepping 5.2 Control por modo deslizante
	<b>UNIDAD 6. CONTROL DE SISTEMAS NO LINEALES PARA UNA ENTRADA Y UNA SALIDA (SISO)</b> 5.1 Estabilización asintótica local. 5.2 Seguimiento asintótico de la salida. 5.3 Desacoplo a perturbaciones. 5.4 Seguimiento a un modelo de referencia.
	<b>UNIDAD 6. SEGUIMIENTO Y REGULACIÓN</b> 6.1 Respuesta en estado estable de un sistema no lineal. 6.2 Regulación de la salida mediante retroalimentación de estados. 6.3 Regulación de la salida mediante retroalimentación de error.

#### V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Para que el alumno pueda cumplir satisfactoriamente con el perfil de ingeniero, dentro del marco de la filosofía la facultad de ingeniería electromecánica, desarrollando un espíritu crítico y reflexivo, así como una actitud responsable ante su medio natural y social, las formas de trabajo en el

aula deberán fomentar una participación activa, mediante la cual el estudiante sea capaz de construir su propio conocimiento, siendo congruentes con los postulados que pretenden auspiciar en el alumno: "aprender a aprender", "aprender a hacer" y "aprender a ser". En el programa se incluye una serie de prácticas de aprendizaje a nivel individual y grupal, destacando el trabajo colectivo. Es importante motivar al estudiante a desarrollar sus habilidades creativas mediante la aplicación a sistemas reales para aplicar técnicas de control a estos sistemas no lineales, estabilidad y aplicar técnicas de linealización.

Las actividades de aprendizaje podrán ser enriquecidas por el profesor que desarrolle el curso, pues son tan diversas como la creatividad lo permita o pueden darse tanto en el salón como fuera de éste, y ser desarrolladas por el alumno o por el profesor, o de manera conjunta

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	X	Exposición	X	Corrillo	
Lluvia de ideas	X	Phillip 66		Demostración	X
Debates		Discusión en pequeños grupos	X	Otra	
Mesa redonda		Lectura dirigida	X	Otra	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	X	Prácticas	X	Mapa conceptual	X
Lectura	X	Resolución de problemas	X	Examen	X
Reporte de lectura	X	Ensayo		Otras	
Proyecto	X	Exposición	X	Otras	
Recursos didácticos					
Material impreso	X	Proyector multimedia	X	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos	X	Láminas	
Pintarrón	X	Televisión		Fotocopias	X
Computadora	X	Otros		Otros	

## VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Exámen escrito	20	20	20
Exámen oral	-	-	-
Exámen práctico	-	-	-
Tareas	10	10	10
Prácticas	15	15	15
Proyecto	15	15	15

Participación individual	15	15	15
Participación en equipo	15	15	15
Asistencia	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	10	10	10
Otros _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
Khalil, Hassan K. (1996) <i>Nonlinear Systems</i> . USA: Prentice Hall Inc. Alberto Isidori. (1995) <i>Nonlinear Control Systems</i> . (3ª ed). Springer Verlag.
<b>Bibliografía complementaria</b>
Nijmeijer, N., Vander Schaft, A. (1990) <i>Dynamical Control Systems</i> . Springer Verlag.
<b>Links de Internet</b>
<a href="http://www.mathworks.com">http://www.mathworks.com</a>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
1

<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
36 horas al semestre