



PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS
DISEÑO MECATRÓNICO

I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

Espacio Educativo: Facultad de Ingeniería						
Licenciatura: Ingeniería Mecánica				Área de docencia: Dinámica de Sistemas y Control		
Año de aprobación por el Consejo Universitario:						
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno		Fecha:		Programa elaborado por: Dr. Otniel Portillo Rodríguez Dr. Juan Carlos Avila Vilchis Dra. Adriana Vilchis González		Programa revisado por:
				Fecha de elaboración : Agosto 2009		
Clave	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de curso	Núcleo de formación
	4.0	0	4.0	8	Curso	Integral
Prerrequisitos Para poder inscribirse a esta unidad de Aprendizaje, el alumno deberá haber aprobado las siguientes U. de A.: Dinámica de Sistemas		Unidad de Aprendizaje Antecedente Ninguna			Unidad de Aprendizaje Consecuente Ninguna	
Programas educativos o espacios académicos en los que se imparte: Ingeniería Mecánica						



II. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

Este documento describe el contenido del curso de diseño mecatrónico para estudiantes de ingeniería mecánica. El enfoque de este curso es utilizar microprocesadores como controladores de los dispositivos mecánicos en vez de usar computadoras o PLCs.

El objetivo principal de este curso es enseñar a los ingenieros las tecnologías no mecánicas para diseñar e implementar productos electromecánicos modernos. Este curso presentará a los estudiantes de ingeniería mecánica la suficiente electrónica y software que necesitarán para que formen parte activa de equipos de trabajos interdisciplinarios. La filosofía del curso parte del supuesto que la mejor manera que los alumnos aprenden a usar la tecnología es que la apliquen ellos mismos.

Este es un curso de 16 semanas de duración que tiene la orientación de un curso práctico. Consistirá en 4 horas de lecciones formales por semana, cuatro prácticas de laboratorio y un proyecto final de cuatro semanas desarrollado por equipos.

Es importante comprender que un curso de mecatrónica es diferente de cursos tradicionales de electrónica y programación de software. Podría ser fácil titularlo "Electrónica para ingenieros no electrónicos con un poco de programación para científicos no computacionales". Mecatrónica es acerca de integración de sistemas, su fuerza en oposición a la solución "tradicional" radica en la combinación sinérgica de los campos de la mecánica, electrónica y software. Para lograr esta fuerza, el ingeniero debe poseer el conocimiento de las disciplinas tradicionales y tener la capacidad de sintetizar lo necesario de los tres campos seleccionando las mejores soluciones.

La educación de la ingeniería mecatrónica debe proveer al estudiante el conocimiento de las tres disciplinas. Este curso proporcionará el conocimiento conjunto de sistemas electrónicos, computacionales, mecánicos y de software en una manera que se enfatice en sus interacciones.

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.	<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



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">▪ 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. | |
|---|--|

IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar un panorama general de los conceptos e integración de las ramas de la ingeniería mecánica, electrónica, control y computación en la Mecatrónica, haciendo énfasis en el diseño integrado de los sistemas mecatrónicos.

V. COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Diseñar y seleccionar dispositivos y mecanismos de uso industrial.
- Diseñar productos de uso doméstico, comercial, agropecuario, médico.
- Diseñar y seleccionar maquinaria y herramental.
- Operar y mantener equipo sistemas mecánicos industriales.
- Capacitar personal que permita manejar los sistemas mecánicos.
- Diseñar dispositivos y sistemas de control neumáticos e hidráulicos.
- Seleccionar y usar sistemas de control eléctrico y electrónico.
- Diseñar, desarrollar y seleccionar dispositivos de seguridad.

VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

- Área laboral.
- Área empresarial.
- Área de investigación



VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

- Aula.
- Biblioteca.
- Laboratorio.

VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad I. Fundamentos
Unidad II. Sensores y Acondicionamiento de Señal
Unidad III. Control de Actuadores Electromagnéticos
Unidad IV. Microcontroladores

IX. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE



UNIDAD DE COMPETENCIA I: Fundamentos	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
1.1 Introducción al curso y 1.2 Circuitos eléctricos y digitales 1.3. Microprocesadores, Microcontroladores, FPGAs y DSPs 1.4. Entradas Digitales 1.5. Amplificadores Operacionales	<p>Electrónica, en este tópico se comenzará con una revisión del conocimiento adquirido en el curso de electrónica, llevando a cabo explicaciones simples del comportamiento de resistores, capacitores, inductores, diodos y transistores. Después se dará una lección para comprender y examinar las características de las entradas digitales y cómo interpretar las especificaciones en los manuales. un mismo diseño.</p> <p>La electrónica analógica será cubierta en dos lecciones nominalmente enfocadas a los amplificadores operacionales (AmOp) y sensores. Los AmOp serán estudiados como dispositivos ideales, los estudiantes aprenderán las configuraciones básicas y como analizar circuitos que involucren retroalimentaciones negativas. La lección de sensores presentará contactos y foto transistores como sensores básicos. La solución al problema clásico de los rebotes en los contactos será presentado utilizando hardware y software. Más aún, en esta lección a los estudiantes se les mostrará cómo integrar AmOps con circuitos RC para construir filtros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Razonar los conocimientos presentados. • Comprender los conceptos básicos de la Mecatrónica • Identificar y conocer los diferentes elementos del área de electrónica que son utilizados en la mecatrónica. • Discernir entre que tecnología de computo a utilizar para cada sistema mecatrónico a implementar 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir puntualmente y con regularidad a las clases. • Cumplir con responsabilidad las actividades asignadas. • Tener interés, disciplina, respeto y compromiso durante las clases. • Ampliar su conocimiento mediante la investigación de los temas por su propia voluntad.
Estrategias didácticas: <ul style="list-style-type: none"> • Investigación de temas en biblioteca e internet. • Exposición del docente. 	Recursos requeridos: <ul style="list-style-type: none"> • Pintarrón • Plumones 	Tiempo destinado: 10 horas	



<ul style="list-style-type: none">• Participación del discente.	<ul style="list-style-type: none">• Proyector• Matlab• Simulador OrCad	
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS	
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS
Prácticas de laboratorio: 1) Circuitos CD 2) Filtros RC y 3) Filtros Activos	<ul style="list-style-type: none">• Ejercicios.• Examen.	<ul style="list-style-type: none">- Practicas- Informes de investigación.



UNIDAD DE COMPETENCIA II: Sensores y Acondicionamiento de Señal	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
2.1 Clasificación de las señales - Señales digitales binarias - Señales Analógicas 2.2 Sensores y Transconductores 2.3. Características de los transconductores 2.4 Medición de temperatura - Detectores de resistencia de temperatura (RTDs) - Termistores - Termopares 2.5 Medición de Fuerza - Galgas extensiométricas 2.6 Puentes de Wheatstone 2.7 Medición de Flujo - Flujo de Sólidos - Flujo de Líquidos - Flujo de Gases 2.8 Medición de Nivel - Potenciométrico - Capacitivo - Inductivo - Reluctancia Variable - Ultrasónico 2.9 Medición de Humedad 2.10 Medición de pH	<p>Conocer los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de materiales para la detección de variables primarias de proceso (temperatura, presión, fuerza,...etc).</p> <p>Conocer los criterios de selección y aplicación de los distintos tipos de sensores.</p> <p>Basado en los puntos anteriores, diseñar e implementar circuitos de acondicionamiento de señal para un sensor dado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Razonar los conocimientos presentados. • Identificar sensores y sus características comerciales. • Criterios de selección de sensores para una aplicación práctica atendiendo requerimientos específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir puntualmente y con regularidad a las clases. • Cumplir con responsabilidad las actividades asignadas. • Tener interés, disciplina, respeto y compromiso durante las clases. • Ampliar su conocimiento mediante la investigación de los temas por su propia voluntad.
Estrategias didácticas: <ul style="list-style-type: none"> • Investigación de temas en biblioteca e internet. • Exposición del docente. • Participación del discente. 	Recursos requeridos: <ul style="list-style-type: none"> • Pintarrón • Plumones • Proyector • Matlab 	Tiempo destinado: 22 horas	



CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS	
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS
Prácticas de laboratorio: Medición de posición, velocidad y aceleración con diferentes sensores.	<ul style="list-style-type: none">• Simulador OrCad• Ejercicios.• Examen.	<ul style="list-style-type: none">- Practicas- Informes de investigación.



UNIDAD DE COMPETENCIA III : Control de Actuadores Electromagnéticos	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
3.1. Salidas Digitales y Drivers de Potencia 3.2. Motores de corriente directa. 3.3. Motores de paso y servomotores.	<p>La lección sobre salidas digitales tratará sobre las diferencias entre las configuraciones tótem-pole y de colector/drenaje abierto. Los estudiantes aprenderán a examinar los manuales para encontrar las especificaciones para las características de los dispositivos de salida, también reconocerán las salidas de colector/drenaje abierto.</p> <p>El curso tratará exclusivamente con actuadores electromagnéticos con énfasis en motores de CD, de paso y servomotores. La lección del motor de CD presentará las relaciones de torque y velocidad para motores de CD con y sin escobillas. Los estudiantes aprenderán no solo a descifrar una hoja de datos típica de un motor de CD, sino también las ecuaciones que describen el torque y la velocidad como una función de la corriente y el voltaje, además de la relación velocidad/torque.</p> <p>El control de velocidad de un motor de CD con escobillas será cubierto con la introducción de la modulación de ancho de pulso (PWM siglas en ingles). Se discutirá en cómo seleccionar la frecuencia adecuada y sus relaciones con la constante mecánica del motor y la corriente del motor.</p> <p>La lección sobre el motor de pasos introducirá sus conceptos básicos de operaciones y los diferentes tipos que</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Razonar los conocimientos presentados. • Diseñar e implementar circuitos para controlar motores de paso y de corriente directa. • Tener la capacidad de utilizar el motor adecuado para un sistema mecatrónico particular 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir puntualmente y con regularidad a las clases. • Cumplir con responsabilidad las actividades asignadas. • Tener interés, disciplina, respeto y compromiso durante las clases. • Ampliar su conocimiento mediante la investigación de los temas por su propia voluntad.



	<p>existen (imán permanente, reluctancia variable y híbridos). El material presentado incluye el comportamiento básico de los motores de paso también en cómo interpretar la información presentada en una hoja típica de datos. Métodos de manejo para motores unipolares y bipolares tales como "paso completo", "medio paso" y "onda" serán cubiertos utilizando un driver electrónico conectado al microcontrolador.</p>		
<p>Estrategias didácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación de temas en biblioteca e internet. • Exposición del docente. • Participación del discente. 		<p>Recursos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pintarrón • Plumones • Proyector • Motores de CD • Dispositivos Electrónicos • Matlab y Simulink • Simulador OrCad 	<p>Tiempo destinado:</p> <p>22 horas</p>
<p align="center">CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>	<p>EVIDENCIAS</p>		
	<p>DESEMPEÑO</p>	<p>PRODUCTOS</p>	
<p>Prácticas de laboratorio: 1) Control de un motor a Pasos, 2) Control de un Motor de CD, 3) Control de un servomotor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios. • Examen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Practicas - Informes de investigación. 	



UNIDAD DE COMPETENCIA IV: Microcontroladores	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
4.1 Diseño Modular de Software 4.2 Convertidores A/D, D/A y temporizadores. 4.3 Lenguaje C para Sistemas Embebidos 4.4. Programación Basada en Eventos 4.5 Comunicaciones, serial, paralela, buses.	<p>El contenido comienza con una lección de la revisión de las relaciones entre la notación binaria y hexadecimal. Estas relaciones son particularmente importantes para explicar cómo definir y limpiar bits individuales usando instrucciones basadas en bytes. La lección continúa con una introducción al direccionamiento de memoria en los microcontroladores, los diferentes tipos de memoria (Flash, RAM, ROM, etc) y los diferentes tipos de dispositivos entrada y salida típicos usados con microcontroladores.</p> <p>La siguiente lección se enfoca en el uso de estructuras de software para la programación basada en eventos (interrupciones). Esto incluye el concepto de escritura de código no bloqueante y una introducción a las máquinas de estados como herramienta de diseño e implementación.</p> <p>La parte final de la lección será enfocada al diseño modular de software en lenguaje C, en como implementar un programa que sea compuesto por múltiples módulos. Este aspecto de programación será crítico cuando desarrollen su proyecto y sea necesario tener diferentes partes trabajando en código que tendrá que ser integrado en un solo programa.</p> <p>El contenido de sección de software fue seleccionado para complementar el material que debió haber sido cubierto en un curso de programación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Razonar los conocimientos presentados. • Desarrollar sistemas de control mecatrónicos utilizando microcontroladores • Utilizar el paradigma de la programación orientada a eventos para programar controladores • Comprender las diferentes arquitecturas de sistemas electrónicos para monitorear y controlar sistemas mecatrónicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir puntualmente y con regularidad a las clases. • Cumplir con responsabilidad las actividades asignadas. • Tener interés, disciplina, respeto y compromiso durante las clases. • Ampliar su conocimiento mediante la investigación de los temas por su propia voluntad.



	<p>previo. Los conceptos de programación controlada por eventos y las maquinas de estados son tópicos no cubiertos en un curso introductorio de programación pero es increíblemente poderoso en el contexto de los sistemas mecatrónicos. Estos tópicos asociados con la programación modular son vastos por lo que no se hará un énfasis como si fuera un curso de programación avanzada. Dichos tópicos serán enseñados a través de tareas de programación individuales, mientras el proyecto del curso requerirá de la implementación colaborativa de un grupo de programadores.</p> <p>La lección titulada convertidores A/D, D/A y temporizadores introducirá las técnicas básicas de conversión usadas en los convertidores A/D y D/A, y las especificaciones de interés relacionadas a estos dispositivos. Esta lección mezclará un poco de software/hardware, utilizando un temporizador de un microcontrolador para controlar su convertidor A/D para que trabaje a una frecuencia de muestreo fija.</p>		
<p>Estrategias didácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación de temas en biblioteca e internet. • Exposición del docente. • Participación del discente. 		<p>Recursos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pintarrón • Plumones • Proyector • Microcontroladores Microchip • Sistema de Desarrollo MPLAB • Programador de Microcontroladores 	<p>Tiempo destinado:</p> <p>10 horas</p>



CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS	
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS
	Práctica de laboratorio: 1) Conversión ADC y control de señales digitales utilizando un microcontrolador	<ul style="list-style-type: none"> • Simulador PROTEUS • Ejercicios • Examen

X. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Durante el curso, los estudiantes resolverán tareas y exámenes parciales, además deberán realizar la presentación oral y escrita de su proyecto final. La proporción para la obtención de la calificación final será la siguiente:

- 60 % Practicas de laboratorios
- 30 % Tareas / Exámenes / Cuestionarios
- 5 % Asistencia (80 % Ordinario, 60 % Extraordinario, 30 % Titulo).

XI. REFERENCIAS

1. The Art of Electronics, Paul Horowitz, Winfield Hill. Cambridge University Press, 1989.
2. Mechatronics Systems: Fundamentals, R. Isermann, Springer 2005
3. Mechatronics: Principles and Applications, G. Onwubolu, Butterworth- Heinemann 2005.
4. Essentials of Mechatronics, J. Billingsley, Wiley-Interscience, 2006.
5. Introduction to Mechatronics, K.K. Appukuttan, Oxford University Press, 2007.
6. Mechatronics: An Introduction, R. H. Bishop, CRC 2005.
7. Design for Mechatronics, M.D. Bryant, Cambridge Univ Pr, 2008.
8. Mechatronics in Engineering Design and Product Development, PopoVic and Vlacic, CRC 1998.
9. Mechatronic Systems: Devices, Design, Control, Operation and Monitoring C.W De Silva. CRC 2007.