

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica



Plan de Estudios

Comisión de Planeación Universitaria
2017



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Directorio

Dr. Medardo Serna González
Rector

Dr. Salvador García Espinosa
Secretario General

Dr. Jaime Espino Valencia
Secretario Académico

Dr. Oriel Gómez Mendoza
Secretario Administrativo

Dr. Orlando Vallejo Figueroa
Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor
Secretario Auxiliar

Lic. Ana Teresa Malacara Salgado
Abogada General

MGP. Adolfo Ramos Álvarez
Tesorero

MA. Javier Alcántar Hernández
Contralor

Dr. Raúl Cárdenas Navarro
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Carlos Alberto León Patiño
Director de la Comisión de Planeación Universitaria



Responsables del Estudio

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Director

Dr. Juan Anzurez Marín

Coordinador proyecto de creación

Dr. Leonardo Romero Muñoz

Colaboradores

Ing. Ignacio Franco Torres

Dr. Gilberto González Ávalos

M.I. Moisés García Villanueva

Dr. José Antonio Camarena Ibarrola

Facultad de Ingeniería Mecánica

Director

Ing. José de Jesús Padilla Gómez

Coordinador proyecto de creación

Dr. Ignacio Juárez Campos

Colaboradores

Dra. Karina Mariela Figueroa Mora

Dra. Lucía Márquez Pérez

M.C. Luis Alberto Ceja Martínez

Dr. Christian David Schindler



Comisión de Planeación Universitaria

Director

Dr. Carlos Alberto León Patiño

Subdirección de la Comisión de Planeación Universitaria

Ing. Ignacio Herrejón Michel

Departamento de Planeación Y Estudios

Lic. Pablo Ángel Ramírez

Ing. Rodrigo David Martínez Nambo

Ing. Omar Mendoza Ríos

M.A. Ana Paloma Peña Ortega

Colaboradores

Departamento de Planeación Y Estudios

C. Eduardo Mena Ogalde

Ing. Bruno Pérez Servín

Nota: Este documento incluye la referencia a los créditos SATCA (Acuerdo 279 SEP), a petición de la Secretaría Académica de la UMSNH.

Última actualización: 21 de marzo de 2017.



Índice

Introducción	7
OBJETIVOS	9
JUSTIFICACIÓN	10
MARCO FILOSÓFICO	12
Misión	12
Visión	12
Perfil de Ingreso	14
Perfil de Egreso	14
ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA CURRICULAR	15
Duración del programa	15
Actividades Académicas	15
Mapa Curricular	16
Líneas de opción terminal	18
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	20
CRITERIOS DE TITULACIÓN	21
Servicio Social	21
Prácticas Profesionales	21
PROGRAMAS DE ESTUDIO	23
Primer año	23
Álgebra Superior y Lineal	23
Matemáticas 1	28
Química Inorgánica Básica	31
Introducción a la Ingeniería Mecatrónica	37
Programación de computadoras	39
Expresión oral y escrita	41
Inglés 1 y 2	44



Segundo año.....	45
Matemáticas 2	45
Termodinámica	48
Dibujo asistido por computadora.....	51
Estática y dinámica.....	54
Electricidad y magnetismo	57
Métodos numéricos	60
Probabilidad y estadística	63
Ciencia, tecnología y sociedad	66
Inglés 3 y 4.....	69
Tercer año	70
Matemáticas 3.....	70
Termofluidos	73
Circuitos eléctricos y electrónica.....	75
Introducción a la lógica digital y microcontroladores.....	79
Técnicas avanzadas de programación.....	81
Mecánica de Materiales	84
Introducción a la economía.....	87
Inglés 5 y 6.....	89
Cuarto año.....	90
Ingeniería de manufactura	90
Análisis de señales y transductores.....	93
Análisis y síntesis de mecanismos	96
Máquinas eléctricas	98
Control analógico y digital.....	101
Diseño de elementos de máquinas	104
Automatización industrial	107
Ingeniería económica	110
Quinto año	112
Diseño y manufactura asistidos por computadora	112



Análisis y tratamiento de vibraciones mecánicas	114
Robótica	117
Proyecto de grado: diseño de un prototipo de ingeniería mecatrónica.....	119
Desarrollo empresarial.....	122
Ética profesional.....	125
Inteligencia artificial	128
Opción terminal Robótica Móvil	131
Modelos probabilistas.....	131
Visión computacional.....	133
Robótica móvil.....	136
Opción terminal Biomecánica	138
Biomecánica	138
Exoesqueletos y prótesis.....	141
Máquinas caminantes	145
Opción terminal Diseño Mecatrónico Industrial.....	148
Dispositivos industriales de control	148
Redes industriales	151
Integración de control automático	154



Introducción

El presente documento consiste en la estructura de la propuesta curricular para la creación de la carrera de educación superior “Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica”, que en conjunto con el Estudio de Pertinencia y Factibilidad y el documento Normas Reglamentarias para la Operación del Programa, comprenden el marco y proveen los elementos necesarios para asegurar la operatividad del programa educativo. Siendo la Ingeniería Mecatrónica una disciplina que integra a la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, de control e ingeniería en computación, resulta muy conveniente que esta nueva licenciatura sea albergada por las Facultades de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Conviene resaltar que la Facultad de Ingeniería Mecánica (FIM) ofrece la licenciatura en Ingeniería Mecánica, así como la Maestría y el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica. Por otro lado, la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) ofrece las licenciaturas de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación, así como la Maestría y el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica. La reunión de las áreas de especialidad y fortalezas de ambas Facultades ofrece un ambiente ideal para albergar la nueva licenciatura en Ingeniería Mecatrónica.

El programa que se presenta es un programa en Ingeniería Mecatrónica de alta calidad, que cumple con los criterios del CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de Ingeniería, A. C.), perfilándose para obtener la acreditación a corto plazo y llegar a ser uno de los mejores programas nacionales del área de mecatrónica. Adicionalmente, considera en la práctica del estudiante un sistema dual de enseñanza en aula y espacios de desenvolvimiento práctico (laboratorios e industria), para que los egresados tengan además del conocimiento, las capacidades y habilidades que demanda el sector laboral. No se trata de masificar la formación de ingenieros en mecatrónica, sino de formar ingenieros altamente calificados y comprometidos que incidan en el desarrollo de la región, como ya se hace con los programas de ingeniería que ofrecen la FIM y la FIE. Por otro lado, este programa sería el antecedente ideal para la formación de ingenieros que puedan ingresar a la opción terminal de robótica de la Maestría y Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica que ofrece actualmente la FIM.

La propuesta curricular para la creación de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, se formula bajo los lineamientos requeridos por la Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior en Michoacán (COEPES) en su “Guía Técnica para la Elaboración de Propuestas Curriculares de Educación Superior”, aprobada en septiembre 2001. Se atiende al apartado 9, “Estructura de las Propuestas Curriculares”.



El proyecto de Ingeniería Mecatrónica ha sido realizado bajo la coordinación de la Comisión de Planeación Universitaria, por un grupo de profesores expertos en áreas afines adscritos a las Facultades de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica.



OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo de la licenciatura de Ingeniería Mecatrónica es formar profesionales de alto nivel, capaces de trabajar a través de las fronteras de las disciplinas componentes (ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, y la ingeniería en computación) para identificar y usar la combinación correcta de tecnologías, como la mecánica de precisión, el control y los sistemas de cómputo, que provean la solución óptima al desarrollo de productos, procesos y sistemas autónomos, programables e inteligentes.

Objetivos Específicos

- Formar profesionistas de excelencia, que contribuyan al desarrollo de la sociedad con alto nivel académico y un amplio sentido ético y humanista, capaces de dar solución a problemas regionales y/o nacionales.
- Formar profesionistas que utilicen adecuada y razonablemente los recursos naturales, preservando el ámbito ecológico de su entorno.
- Formar profesionistas capaces de diseñar, planear, controlar, administrar, innovar y aplicar sus conocimientos para la solución de problemas en las diversas áreas de la ingeniería mecatrónica.
- Estimular y desarrollar la capacidad emprendedora, creativa y crítica del profesionista en formación, para la formulación y evaluación de procesos de manufactura automatizada.
- Fomentar el autoempleo, para la innovación, adecuación y adaptación de la tecnología existente en los procesos productivos, así como en el desarrollo óptimo de procesos tendientes al ahorro de energía.
- Promover y desarrollar la investigación científica básica y aplicada, con la finalidad de coadyuvar a eliminar la dependencia tecnológica.
- Realizar actividades de difusión y extensión de la cultura y de los trabajos y logros propios de la disciplina.
- Promover convenios y acuerdos de intercambio académico con otras instituciones afines.
- Dar seguimiento y cumplir lo establecido en el Plan Institucional de Desarrollo tanto de ambas Facultades como de la Universidad.



JUSTIFICACIÓN

Se presentan cuatro etapas importantes en el desarrollo tecnológico de la humanidad: 1) revolución industrial, 2) expansión industrial, 3) revolución digital y 4) producción industrial. La tercera de ellas marcada por el nacimiento de las computadoras y el desarrollo acelerado de las comunicaciones, y la cuarta caracterizada por la operación en línea de empresas, gobiernos y un mayor uso y demanda de servicios de robótica y automatización. Actualmente es común la utilización de robots para la industria aeroespacial, médica o automotriz. En el futuro se espera que la tendencia de crecimiento sea todavía más acelerada hacia otras áreas, como la agricultura, los servicios, la asistencia en casos de desastre, etc. La tecnología cada vez tiene mayor peso en el Producto Interno Bruto mundial, una tendencia que seguirá en los próximos años.

De acuerdo al estudio “Diagnóstico y Perspectiva de la Mecatrónica en México” por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV) a solicitud de la Secretaría de Economía y la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa, AC, FUNTEC, la mecatrónica forma parte de una de las diez tecnologías avanzadas que cambiarán el mundo, según el MIT (Massachusetts Institute of Technology). En años recientes comenzaron a aparecer carreras universitarias con el nombre de mecatrónica, en países como Inglaterra y Finlandia, y más tarde en Estados Unidos, Japón y algunas naciones de Europa y América Latina. En América Latina la mecatrónica comenzó a ofertarse como programa educativo en Brasil, en la Universidad de São Paulo, donde se creó el primer programa de pregrado de esta especialidad. Algunas facultades de mecánica y electrónica en Colombia, Argentina, México y Estados Unidos ofrecen ya carreras y especialidades en el campo de la mecatrónica.

En México hay diversas plantas automotrices, aeronáuticas, electrónicas y farmacéuticas que ya cuentan con líneas robotizadas; también hay alrededor de 80 almacenes completamente automatizados. Esta tendencia en la manufactura genera una mayor demanda de profesionales capacitados para operar y dar mantenimiento a los autómatas. “Requerimos estudiantes de ingeniería mecánica y mecatrónica, sobre todo”, dijo David Rojas, director de ingeniería para General Motors de México. Por otro lado, “los egresados de la carrera de ingeniería mecatrónica tienen conocimientos de electrónica y mecánica, y son capaces de diseñar y construir sistemas mecánicos inteligentes, por lo que su perfil es adecuado para operar líneas robotizadas”, precisó Rafael Carvallo, director de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Anáhuac del Sur (UAS), el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) fueron las primeras en ofrecer esta carrera y actualmente 150 instituciones de educación superior la tienen dentro de sus



opciones. En cuanto a los egresados, se estima conservadoramente que cada año se gradúan alrededor de 2 mil 500 estudiantes de mecatrónica en todos los niveles (licenciatura, posgrado y doctorado).

En la tabla 1 se muestran las líneas de investigación de las instituciones más importantes del país, relacionadas con el área de mecatrónica. Es interesante hacer notar que las líneas de investigación como “Robótica”, “Inteligencia Artificial”, “Visión Artificial” y “Algoritmos de control” son líneas actualmente cultivadas en los posgrados de la FIM y la FIE de la UMSNH, lo cual aumenta la fortaleza del programa de nueva creación que se propone.

Tabla 1. Líneas de Investigación de las Instituciones de Educación Superior en Mecatrónica

INSTITUCIÓN	GRUPO DE INVESTIGACIÓN	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PERSONAL
UNAM	Departamento de Mecatrónica	- Diseño para ensamble y manufactura - Diseño de sistemas domóticos - Diseño de equipo médico - Diseño de control para robots manipuladores	10
ANAHUAC SUR	Coordinación de Mecatrónica	- Modelado de sistemas mecatrónicos - Desarrollo de productos mecatrónicos - Algoritmos de control	
CIDESI	Dirección de Investigación	- Control - Robótica - Modelación y Simulación - Visión Artificial	13
CIATEQ	Mecatrónica y Sistemas Inteligentes de Manufactura	- Manufactura Inteligente - Robótica Industrial - Inteligencia Artificial - Visión Artificial	8
CINVESTAV-IPN	Robótica y Manufactura Avanzada	- Robótica - Manufactura - Visión Artificial	10



MARCO FILOSÓFICO

Misión

El programa de licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de la UMSNH tiene como misión formar integralmente recursos humanos en los campos relacionados con las áreas de la ingeniería mecatrónica, para que sean competitivos en el ámbito regional, nacional e internacional como profesionistas de la más alta calidad; con conocimientos sólidos, habilidades y actitudes que les permitan el mejor desempeño en el ejercicio profesional, la investigación y la docencia; con capacidad para aprender durante toda la vida y mantenerse actualizados en los conocimientos de vanguardia; con una formación humanista y crítica que sustente sus actos y sus compromisos con la Universidad y con México, para que coadyuven al mejoramiento social, económico, político y cultural de la nación; así como desarrollar investigación básica y aplicada en las áreas de su competencia, buscando que los resultados incidan favorablemente en su entorno.

Visión

El programa de licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de la UMSNH, hacia el año 2027, diez años después de haberse creado, se vislumbra como un programa consolidado como centro formador de recursos humanos de alto nivel así como distinguirse por los resultados de sus líneas de investigación. El programa conjunto entre la FIM y la FIE se visualiza como una entidad:

- Que logra acreditar y mantiene la acreditación otorgada por los organismos evaluadores nacionales.
- Que mantiene convenios con el sector productivo y social que, mediante estancias de alumnos y docentes, contribuyen a la solución de problemas de la industria y de la sociedad.
- Del sistema de educación pública superior estatal con liderazgo en las áreas de la ingeniería mecatrónica.
- Donde todos las personas tienen las mismas oportunidades de ingreso, sin importar sexo, religión, nivel económico o procedencia. La formación que desarrollan conjuntamente con los docentes se refleja en la fortaleza de su carácter y gran autoestima como profesionistas, en su sed de saber y afán de superación, en su amor a la patria y en sus valores humanistas y éticos, que los orientan a trabajar para resolver los problemas de la población más necesitada de México.



- Donde los estudiantes desarrollan destrezas y habilidades que les permiten estar bien informados para enfrentar la resolución de problemas, analizando, investigando y descubriendo opciones realistas; defender sus convicciones con argumentos válidos; estar alertas para asimilar y aplicar todo avance tecnológico, y tener la capacidad para definir vías de crecimiento profesional a través del estudio continuo.
- Donde su actividad docente y de investigación se desarrolla con los recursos humanos y la infraestructura del más alto nivel. El proceso educativo fomenta el desarrollo de valores, destrezas y habilidades que les dan a los estudiantes ventajas significativas para la competencia en el mercado laboral. La investigación responde a los requerimientos del proceso educativo, a las necesidades de la sociedad y a las demandas del avance científico y tecnológico. Los conocimientos se comparten con universidades, empresas, profesores e investigadores de todo el mundo a través de redes de información, sin obstáculos de idioma.
- Donde los egresados comparten siempre los ideales de la UMSNH y sus Facultades de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, y se mantienen constantemente actualizados, por lo que pueden competir con los mejores ingenieros del mundo.



PERFIL

Perfil de Ingreso

Conocimientos: Se requieren conocimientos de aritmética, álgebra, geometría analítica, trigonometría, física y un nivel básico de cálculo diferencial e integral.

Aptitudes y habilidades: Capacidad de deducción analítica y matemática, capacidad de asimilación y adquisición de conocimiento de manera individual, familiarización básica con el manejo de equipo digital.

Actitudes: Valores humanos, gusto por el estudio, por el análisis y la solución de problemas e interpretación de los fenómenos naturales. Respeto hacia compañeros, profesores y en general hacia su entorno social, disciplina, actitud positiva para enfrentar nuevos retos, auto-motivación, disposición para trabajar en equipo.

Podrán ser aspirantes a ingresar a cualquiera de los tres programas ofrecidos, los egresados de nivel medio superior del bachillerato de ingeniería o ciencias físico matemáticas.

Perfil de Egreso

Conocimientos: El egresado será un profesional de alto nivel, capaz de trabajar a través de las fronteras de las disciplinas componentes (ingeniería mecánica, ingeniería electrónica y la ingeniería en computación) para identificar y usar la combinación correcta de tecnologías, como el diseño mecánico, el control y los sistemas de cómputo, que provean la solución óptima al desarrollo de productos, procesos y sistemas autónomos, programables e inteligentes. Esta formación técnica especializada lo habilitará para llevar a cabo las tareas que se requieran principalmente en la planta productiva, institutos de investigación e instituciones de educación superior del país.

Aptitudes y habilidades: Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante sus estudios en su campo de especialización dentro del ámbito de la ingeniería mecatrónica. Capacidad para la elaboración de reportes y artículos técnicos en el idioma español y también en inglés. Capacidad de presentación y defensa de trabajo técnico en diversos foros, tanto académicos como profesionales. Capacidad de comunicación clara y precisa e intercambio de conocimientos y puntos de vista con profesionales del área. Capacidad de integrarse al trabajo en equipo. Capacidad de pensamiento asertivo y crítico.



Actitudes: Valores humanos y ética profesional, respeto hacia colegas y profesionales en general, respeto hacia su entorno social, disciplina, actitud crítica y creativa, actitud positiva para enfrentar nuevos retos.



ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA CURRICULAR

En el diseño del programa de actividades académicas se consultaron los planes de estudio de programas de licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de varias instituciones nacionales y extranjeras. En especial conviene mencionar a los programas de Ingeniería Mecatrónica, que a juicio de los autores de este documento, resultaron más atractivos con el objetivo y las características propias deseadas del nuevo programa. Este programa se concibió revisando con detalle los planes de estudio de las licenciaturas en Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Electrónica y en Computación que ofrece la UMSNH; y los programas de Mecatrónica que ofrece la UNAM, el ITESM y la Universidad de Waterloo de Canadá [UMSNH-Mecánica, 2016] [UNAM-Mecatrónica, 2016] [ITESM-Mecatrónica, 2016] [Waterloo-Mechatronic, 2016].

Duración del programa

La duración del programa para un alumno que no repreube ninguna materia es de 5 años. Cada ciclo escolar anual tendrá una duración de 32 semanas efectivas de clase, excluyendo los períodos de exámenes extraordinarios y extraordinarios de regularización.

Actividades Académicas

El programa contempla dos tipos de materias: obligatorias y optativas. Un estudiante deberá cursar y aprobar todas las materias obligatorias. En cuanto a las materias optativas, el alumno deberá aprobar tres materias de la línea de opción terminal de su elección.

En la Tabla 2 se presentan las materias del programa agrupadas por los años asociados, sus requisitos, horas por semana de parte teórica en aula y horas por semana de parte práctica (laboratorio), cantidad de créditos y área del conocimiento. Las áreas se denotan como CB, CI, IA, DI, CS, CE, y OC que corresponden respectivamente a las áreas definidas por el CACEI: Ciencias Básicas; Ciencias de la Ingeniería; Ingeniería Aplicada; Diseño en Ingeniería; Ciencias Sociales y Humanidades; Ciencias Económico Administrativas; y Otros Cursos. Las dos primeras letras de la clave de la materia identifican el área correspondiente. Para fines de cálculo de los créditos asociados a una materia, se considera el acuerdo SATCA (Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos, Acuerdo 279 SEP) utilizado por ANUIES; asumiendo entonces, que el avance académico se mide a partir de los créditos acumulados.



Mapa Curricular

Tabla 2. Materias del programa de Ingeniería Mecatrónica

	Materia	Requisitos de materias aprobadas en el año anterior	Horas Teoría	Horas Lab.	Créditos SATCA
PRIMER AÑO					
CB1M01	Álgebra superior y lineal	Ninguno	7	0	14
CB1M02	Matemáticas 1	Ninguno	5	0	10
CB1Q01	Química inorgánica básica	Ninguno	3	1	8
CI1T01	Introducción a la ingeniería mecatrónica	Ninguno	2	0	4
CI1P01	Programación de computadoras	Ninguno	4	2	12
CS1S01	Expresión oral y escrita	Ninguno	3	0	6
OC1I12	Inglés 1 y 2	Ninguno	5	0	10
	Sumas de columna		29	3	64
SEGUNDO AÑO					
CB2M02	Matemáticas 2	CB1M01	4	0	8
CB2F01	Termodinámica	CB1M01	2	1	6
CI2T02	Dibujo asistido por computadora	Ninguno	0	3	6
CB2F02	Estática y dinámica	CB1M01	4	1	10
CB2E01	Electricidad y magnetismo	CB1M01,	2	1	6
CB2P02	Métodos numéricos	CB1M01, CI1P01	2	1	6
CB2M03	Probabilidad y estadística	CB1M01	3	0	6
CS2S02	Ciencia, tecnología y sociedad	Ninguno	2	0	4
OC2I34	Inglés 3 y 4	OC1I12	5	0	10
	Sumas de columna		24	7	62
TERCER AÑO					
CB3M03	Matemáticas 3	CB2M02	4	0	8
CI3F03	Termofluidos	CB2M02, CB2F01	2	1	6
CI3E02	Circuitos eléctricos y electrónica	CB2M02, CB2E01	5	1	12
CI3E03	Introducción a la lógica digital y microcontroladores	CB2E01	3	1	8
IA3P03	Técnicas avanzadas de programación	CI2P02	3	1	8
CI3T03	Mecánica de materiales	CB2F02	4	1	10
CE3E01	Introducción a la economía	Ninguno	2		4
OC3I56	Inglés 5 y 6	OC2I34	5	0	10
	Primer período de Prácticas Profesionales (160 horas, 1mes)				3
	Sumas de columna		28	5	69
NOTA: Cada materia de tercero además requiere aprobadas todas las materias del primer año					
CUARTO AÑO					
DI4T05	Ingeniería de manufactura	CI3T03	2	1	6



CI4C01	Análisis de señales y Transductores	CI3E02	5	1	6
IA4T01	Análisis y síntesis de mecanismos	CI3T03	2	1	6
CI4T02	Máquinas eléctricas	CI3E02	2	1	6
CI4C02	Control analógico y digital	CB3M03	5	1	12
DI4T03	Diseño de Elementos de máquinas	CI3T03	3	0	6
DI4C03	Automatización industrial	CI3E03	3	1	8
	Optativa 1		3	1	8
CE4E02	Ingeniería económica	Ninguno	2		4
	Segundo período de Prácticas Profesionales (160 horas, 1mes)				3
	Sumas de columna		27	7	71

NOTA: Cada materia de cuarto además requiere aprobadas todas las materias del segundo año

QUINTO AÑO

DI5T01	Diseño y manufactura asistidos por computadora	DI4T05, IA4T01	2	1	6
IA5T02	Análisis y tratamiento de vibraciones mecánicas	CI4C01	2	1	6
IA5T03	Robótica	Ninguno	2	1	6
IA5T07	Proyecto de grado: diseño de un prototipo de ingeniería mecatrónica	CI4C01, DI4T03, DI4T05	4	0	8
CE5E03	Desarrollo empresarial	CE4E02	3	0	6
CS5S05	Ética profesional	Ninguno	2	0	4
IA5P04	Inteligencia artificial	Ninguno	3	0	6
	Optativa 2		3	1	8
	Optativa 3		3	1	8
	Tercer período de Prácticas Profesionales (160 horas, 1mes)				3
	Sumas de columna		24	5	61

NOTA: Cada materia de quinto además requiere aprobadas todas las materias del tercer año

(*) La cantidad de horas de teoría y práctica se define en la opción terminal seleccionada (típicamente de 3 a 4 horas).

Créditos Totales					327
------------------	--	--	--	--	-----



Líneas de opción terminal

Las tres materias optativas contempladas en las materias del programa se asocian a una opción terminal que seleccione el alumno.

Inicialmente se contempla la opción terminal de Robótica Móvil, impulsada por la FIE, la cual considera las materias contenidas en la tabla 3.

Tabla 3. Materias de la opción terminal de Robótica Móvil (FIE).

Optativa	Clave	Materia	Requisitos	Horas Teoría	Horas Práctica	Créditos
Optativa 1	IA4S01	Modelos probabilistas	Ninguno	3	1	8
Optativa 2	IA5S02	Visión computacional	IA4S01	3	1	8
Optativa 3	IA5S03	Robótica móvil	IA4S01	3	1	8

Inicialmente se contempla las opciones terminales de Biomecánica y de Diseño Mecatrónico Industrial, impulsadas por la FIM, considerando las materias contenidas en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Materias de la opción terminal de Biomecánica (FIM).

Optativa	Clave	Materia	Requisitos	Horas Teoría	Horas Práctica	Créditos
Optativa 1	IA4C01	Biomecánica	Ninguno	3	1	8
Optativa 2	IA5C02	Exoesqueletos y prótesis	IA4C01	3	1	8
Optativa 3	IA5C03	Máquinas caminantes	IA4C01	3	1	8

Tabla 5. Materias de la opción terminal de Diseño Mecatrónico Industrial (FIM).

Optativa	Clave	Materia	Requisitos	Horas Teoría	Horas Práctica	Créditos
Optativa 1	IA4T01	Dispositivos industriales de control	Ninguno	3	1	8
Optativa 2	IA5T02	Redes Industriales	IA4T01	3	1	8
Optativa 3	IA5T03	Integración de control automático	IA4T01	3	1	8



Se establecen los siguientes lineamientos para la definición de las materias optativas.

Los H. Consejos Técnicos de la FIM y de la FIE, podrán agregar nuevas opciones terminales en el futuro, indicando las tres materias asociadas a la nueva opción terminal.

Las materias de cada opción terminal, su contenido, el número de horas de teoría, práctica y Requisitos deberá ser definido por el H. Consejo Técnico de la Facultad que impulsa la nueva opción terminal.

Hacer la propuesta inicial de asignación de profesores de la FIM y FIE a los grupos de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, la cual será entregada a las Direcciones de la FIM y la FIE.

1. Coordinar las actividades de revisión y actualización de programas de las materias, junto con los profesores que las imparten, para presentarlas a los H. Consejos Técnicos de la FIM y FIE.
2. Citar a reuniones de los profesores que imparten las materias de la nueva licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, para verificar el avance de las materias e informar a ambos Consejos Técnicos de la FIM y la FIE. Se propone que al menos se tengan dos reuniones en el ciclo escolar.
3. Establecer los vínculos con dependencias tanto al interior de la UMSNH como del exterior, donde los alumnos puedan realizar prácticas profesionales y servicio social. También orientarán a los estudiantes sobre estas dos cuestiones, así como los trámites de las diferentes opciones de titulación.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En el ámbito multidisciplinario e institucional del nuevo programa de Ingeniería en Mecatrónica, con la flexibilidad curricular y grado de apertura e innovación del programa académico en el proceso formativo de sus estudiantes, el programa implementa diversas técnicas de evaluación que se delegan a la libre cátedra que caracteriza a la UMSNH, todo dentro del marco normativo y conducta ética de su profesorado. De esta manera, además de las técnicas tradicionales de evaluar los conocimientos, se estimula evaluar destrezas, capacidades, habilidades y actitudes propias de un programa innovador de nivel superior, con el complemento de tres periodos de estancias fuera de la Universidad, en un ambiente laboral específico de la mecatrónica.

Entre las técnicas más pertinentes se incluyen, por ejemplo:

- Pruebas escritas y orales, derivadas del programa de la asignatura impartida.
- Resolución de problemas, que relacionen los conceptos y conocimientos adquiridos.
- Tareas, ejercicios y actividades dentro o fuera del aula para reforzar y valorar el aprendizaje del estudiante.
- Examen práctico, en la solución de problemas aplicando un determinado instrumento o modelo al fenómeno descrito.
- Proyectos, aplicados a un tema o asignatura que pretendan realizar un producto, con evaluación de conocimientos, habilidades comunicativas, capacidad para asumir responsabilidades, toma de decisiones y satisfacción de intereses.
- Talleres y Seminarios, como experiencia docente en la capacidad de aplicar conocimientos y destrezas en una determinada área de conocimiento.
- Desarrollo de destrezas, habilidades y cambio de actitudes.



CRITERIOS DE TITULACIÓN

Servicio Social

En vías de consolidar el compromiso de los estudiantes con la sociedad y siguiendo los ideales de la UMSNH, los alumnos de la Ingeniería en Mecatrónica aplicarán y pondrán a prueba los conocimientos adquiridos en los años previos durante su Servicio Social, con el cual se pretende incidir en la comunidad de manera toral.

El Servicio Social está sujeto a la normativa de la UMSNH, propiamente en el Reglamento General de Servicio Social, el cual fue aprobado el 27 de Junio de 2014 en sesión ordinaria del Consejo Universitario. El citado reglamento es de observancia general para el nivel técnico y superior, por lo cual este nuevo programa de estudio se abocará de manera integra a lo que en él se menciona.

Prácticas Profesionales

Podrán realizar la estancia industrial y prácticas profesionales aquellos alumnos que han aprobado los créditos correspondientes del tercer año de la carrera, conforme se establece en el Artículo 30º del documento Normas Reglamentarias para la Operación del Programa.

El alumno deberá realizar las prácticas profesionales obligatorias con una duración mínima de 480 horas, a partir de que apruebe 192 créditos (equivalentes a las materias de los tres primeros años). La FIM y la FIE promoverán que se realicen tres estancias en la industria de un mes (160 horas) en el periodo comprendido entre el final del tercer año y el inicio del cuarto año; entre el final de cuarto año y el inicio de quinto año; y al finalizar el quinto año. En el primero y segundo periodo de prácticas el alumno conocerá la industria y sus procesos. En la materia de quinto año de “Proyecto de grado: diseño y construcción de un prototipo de ingeniería mecatrónica”, el alumno propondrá soluciones para resolver necesidades de la industria, las cuales compartirá con la industria en su tercer periodo de prácticas profesionales.

Para acreditar las prácticas profesionales se deberá:

- I. Tener asignado un docente de la FIM o de la FIE que fungirá como tutor del alumno.
- II. Acreditar, por parte de la industria, la fecha de inicio del periodo de prácticas, especificando el área relacionada con la mecatrónica, en la cual estará el alumno.
- III. Acreditar, por parte de la industria, la fecha de fin del período de prácticas, especificando el número de horas totales del periodo.



IV. El alumno deberá redactar un informe breve de las prácticas realizadas, describiendo las actividades realizadas y los aprendizajes logrados, el cual deberá ser avalado por su tutor. Este informe se presentará a la Secretaría Académica de la FIM para la acreditación de sus prácticas profesionales.

Titulación

Actualmente los programas de ingeniería de la UMSNH ofrecen a sus pasantes varias opciones de titulación en base a desempeño académico y preferencias técnico-científicas y técnico-experimentales. De manera equivalente a las modalidades actualmente aprobadas, el programa de Ingeniería en Mecatrónica permitirá, entre otras, las siguientes opciones de titulación:

- Titulación por promedio.
- Titulación por examen general de conocimientos, CENEVAL.
- Titulación por experiencia laboral.
- Titulación por Tesis.
- Titulación por curso y Tesina.

Una descripción detallada de cada una de estas modalidades de titulación se integra en el documento complementario “Normas Reglamentarias para la Operación del Programa de Ingeniería Mecatrónica”.



PROGRAMAS DE ESTUDIO

Primer año

Álgebra Superior y Lineal

Clave	CB1M01
Horas teoría/semana	7
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	224
Número de créditos	14
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Proporcionar al estudiante las herramientas del álgebra superior y lineal que le permitan iniciar el estudio de la física y fundamentar diversos métodos empleados en la resolución de problemas de ingeniería.

Temario	Horas
1. Conjuntos y lógica.	10
2. Los números reales.	10
3. Trigonometría.	8
4. Números complejos.	12
5. Polinomios.	10
6. Sistemas de ecuaciones.	8
7. Matrices y determinantes.	16
8. Espacios vectoriales.	16
9. Aplicaciones lineales entre espacios vectoriales.	20
10. Valores y vectores propios. Forma de Jordan.	24
11. Geometría del plano y del espacio.	20
12. Espacios euclídeos.	20
13. Movimientos en un espacio afín euclídeo. Movimientos en R ² y R ³ .	15
14. Secciones cónicas.	15
15. Formas bilineales y cuadráticas.	10
16. Superficies de segundo grado.	10



Temario	Horas
	224

1. Conjuntos y lógica. Conjuntos. Conjuntos de números. Escritura y representación de conjuntos. Cardinalidad. Igualdad de conjuntos. Conjuntos disjuntos. Subconjuntos. Conjunto potencia. Conjunto universo. Diagramas de Venn. Unión de conjuntos. Intersección de conjuntos. Conjunto complemento. Diferencia de conjuntos. Operaciones de conjuntos con diagramas de Venn. Producto cartesiano de conjuntos. Álgebra de conjuntos. Lógica. Tipos de proposiciones. Proposiciones compuestas. Leyes de Morgan. Proposiciones condicionales. Tablas de verdad.

2. Los números reales. El conjunto de los números naturales: definición del conjunto de los números naturales mediante los Postulados de Peano. Definición y propiedades: adición, multiplicación y orden en los números naturales. Demostración por inducción matemática. El conjunto de los números enteros. Definición y propiedades: igualdad, adición, multiplicación y orden en los enteros. Representación de los números enteros en la recta numérica. El conjunto de los números racionales: definición a partir de los números enteros. Definición y propiedades: igualdad, adición, multiplicación y orden en los racionales. Expresión decimal de un número racional. Algoritmo de la división en los enteros. Densidad de los números racionales y representación de éstos en la recta numérica. El conjunto de los números reales: existencia de números irracionales (algebraicos y trascendentales). Definición del conjunto de los números reales; representación de los números reales en la recta numérica. Propiedades: adición, multiplicación y orden en los reales. Completitud de los reales. Definición y propiedades del valor absoluto. Resolución de desigualdades e inecuaciones.

3. Trigonometría. Definición de las funciones trigonométricas para un ángulo cualquiera. Definición de las funciones trigonométricas para un ángulo agudo en un triángulo rectángulo. Signo de las funciones trigonométricas en los cuatro cuadrantes. Valores de las funciones trigonométricas para ángulos de 30, 45 y 60 grados y sus múltiplos. Identidades trigonométricas. Teorema de Pitágoras. Ley de senos y ley de cosenos. Ecuaciones trigonométricas de primer y segundo grado con una incógnita.

4. Números complejos. Forma binómica: definición de número complejo, de igualdad y de conjugado. Representación gráfica. Operaciones y sus propiedades: adición, sustracción, multiplicación y división. Propiedades del conjugado. Forma polar o trigonométrica: definición de módulo, de argumento y de igualdad de números complejos en forma polar. Operaciones en forma polar: multiplicación, división, potenciación y radicación. Forma exponencial o de Euler. Operaciones en forma exponencial: multiplicación, división, potenciación y radicación. Resolución de ecuaciones con una incógnita que involucren números complejos.

5. Polinomios. Definición de polinomio. Definición y propiedades: adición, multiplicación de polinomios y multiplicación de un polinomio por un escalar. División de polinomios: divisibilidad y algoritmo de la división. Teorema del residuo y del factor. División sintética. Raíces de un polinomio: definición de raíz, teorema fundamental del álgebra y número de raíces de un polinomio. Técnicas elementales para buscar raíces: posibles raíces racionales y regla de los signos de Descartes.

6. Sistemas de ecuaciones. Definición de ecuación lineal y de su solución. Definición de sistema de ecuaciones lineales y de su solución. Clasificación de los sistemas de ecuaciones lineales en cuanto a la existencia y al número de soluciones. Sistemas homogéneos, soluciones triviales y varias



soluciones. Sistemas equivalentes y transformaciones elementales. Resolución de sistemas de ecuaciones lineales por el método de Gauss. Aplicación de las ecuaciones lineales para la solución de problemas de modelos físicos y matemáticos.

7. Matrices y determinantes. Definición de matriz y de igualdad de matrices. Operaciones con matrices y sus propiedades: adición, sustracción, multiplicación por un escalar y multiplicación. Matriz identidad. Definición y propiedades de la inversa de una matriz. Cálculo de la inversa por transformaciones elementales. Ecuaciones matriciales y su resolución. Representación y resolución matricial de los sistemas de ecuaciones lineales. Matrices triangulares, diagonales y sus propiedades. Definición de traza de una matriz y sus propiedades. Transposición de una matriz y sus propiedades. Matrices simétricas, antisimétricas y ortogonales. Conjugación de una matriz y sus propiedades. Matrices hermitianas, antihermitianas y unitarias. Potencia de una matriz y sus propiedades. Definición de determinante de una matriz y sus propiedades. Cálculo de determinantes: regla de Sarrus, desarrollo por cofactores y método de condensación. Cálculo de la inversa por medio de la adjunta. Regla de Cramer para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales de orden superior a tres.

8. Espacios vectoriales. Definición y ejemplos de espacios vectoriales. Base y dimensión. Cambios de base. Subespacios vectoriales. Intersección y suma de espacios vectoriales. El espacio vectorial cociente.

9. Aplicaciones lineales entre espacios vectoriales. Definición y ejemplos de espacios vectoriales. Matriz de una aplicación lineal. Operaciones con aplicaciones lineales. Aplicaciones lineales y cambio de base. Aplicaciones lineales inyectivas y suprayectivas. Núcleo y rango de una aplicación lineal. El espacio dual de un espacio vectorial.

10. Valores y vectores propios. Forma de Jordan. Introducción. Subespacios invariantes. Valores y vectores propios de una aplicación lineal. Forma de Jordan de matrices de orden 2. Ejemplos de formas de Jordan de matrices de orden 3. El polinomio característico. Aplicaciones lineales y espacios invariantes. El Teorema de Jordan. Obtención de la forma de Jordan compleja de una matriz. Forma de Jordan real de matrices reales con autovalores complejos.

11. Geometría del plano y del espacio. Rectas en el plano. Rectas y planos en el espacio. Distancias y ángulos. Producto escalar. Figuras sencillas en el plano y en el espacio: sus ecuaciones. Áreas y volúmenes. Producto vectorial.

12. Espacios euclídeos. Espacios euclídeos. Longitudes, áreas y ortogonalidad. Bases ortonormales en un espacio euclídeo. Complemento ortogonal. Proyecciones. Adjunta de una aplicación. Aplicaciones autoadjuntas. Aplicaciones ortogonales. Clasificación de las aplicaciones ortogonales. Estructura de las aplicaciones lineales no singulares. Descomposición en valores singulares de una matriz.

13. Movimientos en un espacio afín euclídeo. Movimientos en R^2 y R^3 . Espacio afín. Variedades afines. Transformaciones afines. Ejemplos. Espacio afín euclídeo. Movimientos. Estudio geométrico de los movimientos en el plano. Estudio analítico de los movimientos en R^2 . Descripción geométrica de los movimientos en el espacio. Clasificación de los movimientos en R^3 . Ecuaciones de los movimientos en R^3 . Movimientos en R^3 y puntos fijos.



14. Secciones cónicas. Definiciones. La circunferencia y algunas de sus propiedades. La elipse, la hipérbola y la parábola. Nueva definición de las secciones cónicas: la elipse, la hipérbola y la parábola. Ecuaciones de las cónicas. Determinación de las cónicas. Determinación del tipo de cónica. Invariantes en las cónicas y reducción a su forma canónica. Determinación del centro y de los ejes principales de una cónica con centro. Determinación del vértice y eje de una parábola. Haces de cónicas.

15. Formas bilineales y cuadráticas. Formas bilineales y cuadráticas. Formas bilineales y cuadráticas en un espacio euclídeo. Ley de la inercia de las formas cuadráticas. Formas cuadráticas definidas. Diagonalización de formas cuadráticas.

16. Superficies de segundo grado. Clasificación de las superficies de segundo grado en R3. Invariantes de las superficies de segundo grado en R3. Determinación de los elementos geométricos de algunas cuádricas. Clasificación de las cuádricas según sus variantes.

Bibliografía básica:

- Aguilar Méndez, Arturo; et al. Álgebra. 4a edición. Pearson. 2016.
- León Cárdenas, Javier. Álgebra. México. Editorial Patria. 2011.
- Ress, Paul K.; Sparks, Fred. W. Álgebra. México. Reverté. 2012
- Fleming, Walter; Varberg, Dale. Álgebra y trigonometría con geometría analítica. 3a Edición. Prentice Hall. 1991.
- Hernández Rodríguez, Eugenio; Vázquez Gallo, María Jesús; Zurro Moro, María Ángeles. Álgebra lineal y Geometría. 3a edición Pearson. 2012.
- De Burgos, Juan. Álgebra lineal y geometría cartesiana. 3a edición. McGraw Hill. 2006.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	





Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

Nota: Este materia toma en cuenta el contenido de la materia de “Álgebra” y “Álgebra lineal” del programa de mecatrónica de la UNAM en su versión 2016.



Matemáticas 1

Clave	CB1M02
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	160
Número de créditos	10
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno alcanzará el dominio suficiente en el cálculo diferencial e integral para plantear y resolver problemas físicos y geométricos de la ingeniería.

Temario	Horas
1. Los números reales.	10
2. Funciones.	10
3. Límites.	10
4. Derivada.	30
5. Aplicaciones de la derivada.	20
6. La integral definida e indefinida.	20
7. Métodos de integración.	20
8. Aplicaciones de la integral.	30
9. Sucesiones y series.	10
Total	160

1. Los números reales. Los números reales. Los números reales y la recta numérica. Propiedades de los números reales. Intervalos en R. Desigualdades y valor absoluto. Ejercicios.

2. Funciones. Funciones y gráficas. Combinación de funciones. Funciones polinomiales y racionales. Funciones trascendentes. Funciones inversas. Funciones exponencial y logarítmica. Ejercicios de resolución de problemas aplicando funciones.

3. Límites. Introducción a los límites. Teoremas sobre límites. Continuidad. Límites trigonométricos. Límites que involucran el infinito. Definición formal de límite.

4. Derivada. El problema de la recta tangente. La derivada. Derivada de potencias y sumas. Derivada de productos y cocientes. Derivada de funciones trigonométricas. La regla de la cadena. La derivación implícita. Derivada de funciones inversas. Derivada de funciones exponenciales. Derivada de funciones logarítmicas. Derivada de funciones hiperbólicas.



5. Aplicaciones de la derivada. Movimiento rectilíneo. Extremos de funciones. El teorema del valor medio. Criterio de la primera derivada. Criterio de la segunda derivada. Razones de cambio. Optimización. Linealización y diferenciales. La regla del L'Hopital.

6. La integral definida e indefinida. El problema del área. La integral definida. La antiderivada (la integral indefinida). Integración por sustitución. Teorema fundamental del cálculo.

7. Métodos de integración. Uso de tablas de integración, técnicas de integración y programas de computadora. Integración por sustitución. Integración por partes. Integración de potencias de funciones trigonométricas. Integración por sustituciones trigonométricas. Fracciones parciales. Integración aproximada.

8. Aplicaciones de la integral. Aplicaciones en movimiento rectilíneo y cálculo de áreas y volúmenes. Longitud de arco. Área de una superficie de revolución. Valor promedio de una función. Trabajo. Presión y fuerza de un fluido. Centros de masa y centroides.

9. Sucesiones y series. Sucesiones. Series. Series alternantes y de potencias. Representación de funciones mediante series de potencias. Series de Taylor y Maclaurin. Serie del binomio.

Bibliografía básica:

- Zill, Dennis G.; Wright, Warren S. Matemáticas 1, Cálculo diferencial. 1ra. Ed. McGraw Hill. 2011.
- Zill, Dennis G.; Wright, Warren S. Matemáticas 2, Cálculo integral. 1ra. Ed. McGraw Hill. 2011.
- Larson; Hostetler; Edwards. Cálculo diferencial, Matemáticas 1. 1ra. Ed. McGraw Hill. 2009.
- Larson; Hostetler; Edwards. Cálculo integral, Matemáticas 2. 1ra. Ed. McGraw Hill. 2009.
- Stewart, James. Cálculo de una variable: Trascendentes tempranas 1. 6a. Edición. Cengage Learning. 2008.

Bibliografía complementaria:

- Pedro Ferreira Herrejon. Notas de “Cálculo Diferencial e Integral”. Disponible en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X



Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Química Inorgánica Básica

Clave	CB1Q01
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Proporcionar los conocimientos básicos de las principales propiedades químicas de los elementos, para que el alumno resuelva diferentes tipos de problemas.

Temario:	Horas
1. Materia, estructura y periodicidad	8
2. Elementos químicos y su clasificación	8
3. Enlaces químicos	8
4. Nomenclatura de compuestos inorgánicos	7
5. Reacciones inorgánicas, su estequiométría	9
6. Sistemas materiales y estados de agregación de la materia	8
7. Disoluciones y sus unidades de concentración	10
8. Termoquímica y electroquímica	11
9. Equilibrio químico, cinética química y equilibrio en solución	8
10. Química de los metales	12
11. Nanotecnología	7
Actividades prácticas	32
Total	128

1. Materia, estructura y periodicidad. Objetivo: Conocer los principios químicos de la materia y aplicar los conceptos químicos elementales de una sustancia.

Materia: estructura, composición, estados de agregación y clasificación por propiedades. Sustancias puras: elementos y compuestos. Dispersiones o mezclas. Caracterización de los estados de agregación: sólido cristalino, líquido, sólido, vítreo. Cambios de estado. Clasificación de las sustancias naturales por semejanzas. Base experimental de la teoría cuántica y estructura atómica. Radiación de cuerpo negro. Teoría atómica de Bohr. Estructura atómica. Principio de dualidad. Principio de



incertidumbre. Función de onda. Principio de Afbau. Principio de exclusión de Pauli. Configuraciones electrónicas. Regla de Hund.

2. Elementos químicos y su clasificación. Objetivo: Describir, reconocer, interpretar las similitudes del comportamiento de los elementos en la tabla periódica y aprender a utilizar la tabla para predecir las tendencias de las propiedades periódicas y relacionarlas con la reactividad química y las propiedades físicas de metales y no metales.

Periodicidad química: desarrollo de la tabla periódica moderna, clasificación periódica de los elementos, propiedades químicas y su variación periódica: tendencias generales y por grupo. Carga nuclear efectiva. Radio atómico y radio iónico. Energía de ionización: variaciones de las energías de ionización sucesivas, tendencias periódicas en las primeras energías de ionización, configuraciones electrónicas de iones. Afinidades electrónicas. Electronegatividad. Comportamiento periódico de metales, no metales y metaloides. Comportamiento de los metales de los grupos 1A (metales alcalinos) y 2A (metales alcalinotérreos). Comportamiento de no metales de uso común: hidrógeno, grupo 6A: el grupo del oxígeno, grupo 7A: halógenos. Grupo 8A: gases nobles.

3. Enlaces químicos. Objetivo: Conocer los tipos de enlace químico y su presencia en diferentes materiales, así como describir la diferencia entre enlaces químicos y fuerzas intermoleculares.

Introducción, conceptos de enlace químico, clasificación de los enlaces químicos. Símbolos de Lewis y regla del octeto. Enlace iónico: elementos que forman compuestos iónicos, propiedades físicas de compuestos iónicos. Enlace covalente: Comparación entre las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes, fuerza del enlace covalente, geometrías moleculares, RPECV, enlaces covalentes y traslape de orbitales, orbitales híbridos, momentos dipolares, Enlaces múltiples. Enlace metálico y elementos semiconductores: Teoría de bandas, Clasificación en bases a su conductividad eléctrica. Fuerzas intermoleculares y propiedades físicas, Van der Waals: dipolo-dipolo, London, puente de pH, Influencia de las fuerzas intermoleculares en las propiedades físicas.

4. Nomenclatura de compuestos inorgánicos. Objetivo: Identificar los grupos funcionales de compuestos químicos inorgánicos de uso cotidiano y aplicar correctamente la nomenclatura de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAQ) en los mismos.



Moléculas, compuestos moleculares y fórmulas químicas. Fórmulas moleculares y empíricas. Iones y compuestos iónicos. Predicción de cargas iónicas. Compuestos iónicos. Nomenclatura de compuestos inorgánicos. Nomenclatura tradicional y sistemática de Stock de óxidos, ácidos, hidróxidos y sales sencillas.

5. Reacciones inorgánicas, su estequioometría. Objetivo: Realizar el balance de ecuaciones químicas para efectuar cálculos químicos e identificar y describir las características de los diferentes tipos de reacciones químicas que existen.

Clasificación de las reacciones, reacciones según el cambio químico, Balanceo de reacciones. Balanceo de reacciones químicas: por el método redox, por el método de ión electrónico. Concepto de estequioometría. Leyes estequiométricas: ley de la conservación de la materia, ley de las proporciones constantes, ley de las proporciones múltiples. Cálculos estequiométricos A: Unidades de medida usuales, Átomo-gramo, Mol-gramo, Volumen-gramo molecular, Número de Avogadro. Cálculos estequiométricos B: relación peso-peso, relación peso-volumen, reactivo limitante, Reactivo en exceso, Grado de conversión o rendimiento. Compuestos de importancia económica, industrial y ambiental.

6. Sistemas materiales y estados de agregación de la materia. Objetivo: Conocer y comprender los principios básicos de los sistemas materiales y describir las características elementales para la agregación de la materia en gases, líquidos, sólidos y plasma.

Sistemas materiales: propiedades intensivas y extensivas, sistemas homogéneos, heterogéneos e inhomogéneos, concepto de variable de estado. Gases, descripción cinético-molecular del estado gaseoso, correlación con las propiedades: presión, temperatura, volumen, densidad, miscibilidad y compresibilidad de los gases. Líquidos, descripción de su estructura interna, Propiedades de los líquidos: presión de vapor, punto de ebullición, calor latente de vaporización, viscosidad y tensión superficial. Sólidos, descripción de su estructura interna (amorfos y cristalinos), correlaciones de propiedades-estructura-enlace químico, puntos de fusión comparativos con los sólidos moleculares, covalentes, iónicos y metálicos. Estado plasma. Cambios de fase, Equilibrio líquido-vapor, calor de vaporización y punto de ebullición, equilibrio líquido-sólido, equilibrio sólido-vapor. Diagrama de fases de una sustancia, punto triple del agua y del dióxido de carbono.

7. Disoluciones y sus unidades de concentración. Objetivo: Describir las características y principales propiedades de soluciones, determinar mediante los



cálculos necesarios la concentración de una disolución en términos de molaridad, molalidad, fracción molar, composición porcentual y partes por millón relacionándolas de tal manera que sea capaz de convertir entre una unidad y otra, y elaborar disoluciones.

Concepto de disolución: propiedades generales de las disoluciones acuosas. Tipos de electrolitos, compuestos iónicos en agua, compuestos moleculares en agua, electrolitos fuertes y débiles, cambios de energía en la formación de disoluciones, formación de disoluciones y reacciones químicas. Disoluciones saturadas y solubilidad. Factores que afectan la disolubilidad, interacciones soluto-disolvente, efectos de la presión, efectos de la temperatura. Formas de expresar la concentración de las disoluciones, porcentaje en masa, ppm y ppb y porcentaje en volumen, fracción molar, molaridad y molalidad. Conversión entre diferentes unidades de concentración. Propiedades coligativas, Disminución de la presión de vapor, elevación del punto de ebullición, disminución del punto de congelación, ósmosis, determinación de la masa molar. Coloides, coloides hidrofílicos e hidrofóbicos, eliminación de las partículas coloidales, métodos de agregación (condensación), métodos de disagregación. Fenómenos de superficie.

8. Termoquímica y electroquímica. Objetivo: Comprender y asociar el concepto de energía entre un sistema y su entorno termodinámico. Identificar y comprender los conceptos de oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor en una ecuación química. Identificar y bosquejar una celda fotovoltaica y sus partes. Describir y comprender las reacciones en las celdas electrolíticas.

Termoquímica, calor de reacción, calor de formación, calor de solución. Electroquímica, electroquímica y celdas electrolíticas. Electroquímica y celdas voltaicas (galvánicas), celdas voltálicas de uso práctico, Corrosión.

9. Equilibrio químico, cinética química y equilibrio en solución. Objetivo: Comprender los diferentes tipos de reacciones en equilibrio, el significado de la constante de equilibrio y su relación con la constante de velocidad, así como los factores que pueden modificar un sistema en equilibrio. Comprender el concepto de cinética, valorando los mecanismos de reacción.

Cinética química: velocidades de reacción y el mecanismo de reacción. La constante de equilibrio. Principio de Le Chatelier. Constante de ionización. Producto de solubilidad. Solución amortiguadora.



10. Química de los metales. Objetivo: Estudiar los métodos de extracción, refinación y purificación de metales, así como las propiedades de los metales que pertenecen a los elementos representativos.

Abundancia de los metales. Procesos metalúrgicos. Preparación de la mena. Producción de metales. La metalurgia del hierro. La metalurgia del cobre. Manufactura del acero. Purificación de metales. Teoría de bandas de conductividad. Conductores. Semiconductores. Tendencias periódicas de las propiedades metálicas. Los metales alcalinos. Los metales alcalinotérreos. Magnesio y calcio. El aluminio. Reciclado del aluminio.

11. Nanotecnología. Objetivo: Comprender las nuevas temáticas inherentes a la química con los materiales nuevos aplicados en nanotecnología.

Introducción a la nanotecnología. Química de los nuevos materiales. Química del estado sólido. Aplicaciones en la ingeniería.

Bibliografía básica:

1. Química “La Ciencia Central”. Theodore L. Brown, et al. Décimo segunda edición, Editorial Pearson. 2014.
2. Química. Raymond Chang. Undécima edición. Editorial McGrawHill. 2010.
3. Química General. Ralph H. Petrucci. Décima edición. Editorial Pearson. 2013.
4. Química Estructura y Dinámica. James N. Spencer. Primera edición, Editorial CECSA.

Bibliografía complementaria:

5. Borrow. Fisicoquímica. Ed. Reverte.
6. Manrique, José A. Termodinámica. 3a edición, México. Harla, 2001.
7. Mortimer, Charles. Química. México. Iberoamérica, 1983.
8. Brown, Theodore; Le May, Eugene; Burnsten, Bruce. Química, la Ciencia Central, México, Prentice Hall, 1998.
9. Morrison, Robert T.; Boyd, Robert N. Química Orgánica. 5a edición, México, Addison Wesley, 1998.



10. Rakoff, Henry; Rose, Norman C. Química Orgánica Fundamental. México, Limusa-Noriega, 2000.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería química o en carreras cuyo contenido en el área de química sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Introducción a la Ingeniería Mecatrónica

Clave	CI1T01
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	64
Número de créditos	4
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Que el estudiante conozca la evolución e importancia de la ingeniería en general y de la ingeniería mecatrónica en particular, destacando sus áreas de aplicación y disciplinas del conocimiento involucradas.

Temario	Horas
1. Historia de la ingeniería.	10
2. El impacto de la ingeniería en la sociedad.	10
3. Dónde trabaja el ingeniero.	10
4. Sistemas mecatrónicos.	12
5. Mecatrónica en la manufactura.	12
6. Áreas del conocimiento que integran la mecatrónica.	12
Total	64

1. Historia de la ingeniería. Definición. Breve historia de la ingeniería. La historia de la ingeniería en México. La enseñanza de la ingeniería en México. El milagro japonés.

2. El impacto de la ingeniería en la sociedad. Introducción. Necesidades humanas que dieron origen a las especialidades en ingeniería y sus principales aportaciones. Naturaleza de la enseñanza en ingeniería. Expectativas de la sociedad hacia los ingenieros.

3. Dónde trabaja el ingeniero. La creatividad. Principales actividades laborales de la ingeniería por especialidad.

4. Sistemas mecatrónicos. Sinergia de sistemas. Definición de mecatrónica. Aplicaciones de mecatrónica. Objetivos, ventajas y desventajas de la mecatrónica.

5. Mecatrónica en la manufactura. Unidades de producción. Entrada/salida y desafíos en unidades de producción mecatrónicas. Conocimientos requeridos para mecatrónica en manufactura.



Manufactura integrada con computadoras. Sistemas de producción Justo-a-Tiempo. Mecatrónica y disciplinas afines.

6. Áreas del conocimiento que integran la mecatrónica. La relación de la ingeniería mecánica y las máquinas con mecatrónica, con electrónica, con computación, con control. Máquinas CNC.

Bibliografía básica:

- Baca Urbina, Gabriel. Introducción a la ingeniería. McGraw-Hill.
- Appuu Kuttan K.K. Introduction to Mechatronics. Oxford University Press. 2007.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, con experiencia en la industria. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Programación de computadoras

Clave	CI1P01
Horas teoría/semana	4
Horas práctica/semana	2
Duración semanas	32
Total de horas anuales	192
Número de créditos	12
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Desarrollar en el estudiante la habilidad de programar computadoras utilizando el lenguaje de programación C y estructuras de datos básicas.

Temario	Horas
1. Introducción a la programación de computadoras.	2
2. Elementos básicos de programación en C.	38
3. Programación avanzada en C.	40
4. Análisis de algoritmos.	32
5. Estructuras de datos básicas.	40
6. Algoritmos.	40
Total	192

1. Introducción a la programación de computadoras. Historia de C: orígenes, estandarización y lenguajes basados en C. Ventajas y desventajas de C.

2. Elementos básicos de programación en C. Fundamentos de C. Entrada y salida con formato. Expresiones. Instituciones de selección. Ciclos. Tipos básicos. Arreglos. Funciones. Organización del programa.

3. Programación avanzada en C. Apuntadores. Apuntadores y arreglos. Cadenas. El preprocesador. Escritura de programas grandes. Estructuras, uniones y enumeraciones. Usos avanzados de apuntadores. Diseño del programa. Programación de bajo nivel. Manejo de archivos. Proyecto de programación.

4. Análisis de algoritmos. Principios de análisis de algoritmos. Funciones de crecimiento. Notación O grande. Recurrencias básicas. Ejemplos de análisis de algoritmos.

5. Estructuras de datos básicas. Tipos de datos abstractos. Arreglos. Listas ligadas. Pilas. Colas. Árboles. Árboles binarios. Árboles de búsqueda binaria. Colas con prioridad. Tablas Hash. Grafos.



6. Algoritmos. Algoritmos de búsqueda. Algoritmos de ordenamiento. Algoritmos de cadenas. Técnicas de diseño de algoritmos: algoritmos de fuerza bruta, algoritmos glotones, algoritmos de divide-conquista, programación dinámica, backtracking, branch and bound, etc. Proyecto de programación.

Bibliografía básica:

- King, K.N. C Programming a Modern Approach. Second Edition. W. W. Norton. 2008.
- Hemant Jain. Problem Solving in Data Structures & Algorithms Using C. Hemant Jain, 2016.
- Sedgewick, Roberto. Algorithms in C. Third edition. Addison-Wesley. 1998.

Bibliografía complementaria:

- Kernighan, Brian W.; Ritchie, Dennis M. El lenguaje de programación C. Segunda edición. Pearson. 1991.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en ingeniería en computación. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Expresión oral y escrita

Clave	CS1S01
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad de la expresión oral y escrita de una forma clara y correcta. Que el alumno conozca la metodología y sea capaz de redactar escritos formales como el de un informe, un artículo y una tesis, entre otros.

Temario	Horas
1. Introducción a la expresión oral y escrita en la ingeniería.	2
2. Desarrollo de la observación, ortografía y puntuación.	8
3. Descripción y modificación de una estructura lingüística discursiva.	10
4. El proceso de la comunicación.	10
5. Modelo del escarabajo: Análisis y punto de vista en la selección de un tema.	15
6. Redacción de informes.	21
7. Formas especializadas de redacción.	15
8. Expresión Oral.	15
Total	96

1. Introducción a la expresión oral y escrita en la ingeniería. Origen del lenguaje. Definición de expresión oral: Conceptos fundamentales para el entendimiento del concepto expresión oral. Definición de expresión escrita: Conceptos fundamentales para el entendimiento del concepto expresión escrita.

2. Desarrollo de la observación, ortografía y puntuación. Enunciados de observación, de inferencia y juicios de valor. Base estructural de una oración: sustantivo, verbo, adjetivos y adverbios. Ortografía: Signos de puntuación; Uso de mayúsculas y minúsculas; Acentuación: acento ortográfico, prosódico, diacrítico y dierético; Letras difíciles (c-s-z-x, g-j, v-b, ll-y, r-rr, h). Oración simple y oración compuesta. Etimologías: sufijos y prefijos. Uso de preposiciones. Se deberán revisar estos puntos en cada una de las unidades subsecuentes aplicándolas a la práctica.

3. Descripción y modificación de una estructura lingüística discursiva. Adición y sustracción. Análisis del receptor y objetivo del mensaje. Nivel sintáctico, semántico y léxico. Estructura del párrafo. Organización del texto por ideas. Uso de conjunciones y nexos. Sinónimos y Antónimos.



4. El proceso de la comunicación. Componentes del proceso de la comunicación. Percepción, internalización y emisión del mensaje. Formas usuales en la comunicación empresarial: carta, circular, aviso, memorándum. Estructura de un Currículum-Vitae y Resumé. Etimologías: sufijos y prefijos. El estudiante deberá redactar ejemplos de redacción empresarial, un currículum-vitae y un Resumé.

5. Modelo del escarabajo: Análisis y punto de vista en la selección de un tema. Las fases del modelo: campos semánticos de la palabra, bloques semánticos, selección, jerarquización y discriminación, punto de vista. Desarrollo de un tema. Desarrollo de ideas. Los adjetivos. Algunos vicios del lenguaje: barbarismos, solecismos, antíbolgía, cacofonía, monotonía y pleonasmos.

6. Redacción de informes. Tipos de informes (relacionados al área de ingeniería): expositivo, interpretativo y demostrativo. Puntos básicos de un informe. Metodología para un informe: portada, resumen, índice, introducción, cuerpo de trabajo, conclusiones, recomendaciones y sugerencias, apéndices y nomenclaturas, notas o referencias, bibliografía. Modelo de Ponencias y Monografías. Etimologías: dudas frecuentes (problemas con expresiones difíciles: a ver, haber, a haber, porque, por qué, etc.). El estudiante deberá redactar informes y reportes relacionados a su área.

7. Formas especializadas de redacción. Artículo técnico (Formato IEEE y ACM). Redacción de un artículo técnico que será tomado como parte de la evaluación final. Dicho trabajo deberá reflejar el conocimiento y aplicación de los puntos de las unidades anteriores en el programa de estudio.

8. Expresión Oral. Proceso comunicativo. Cuidados de la voz. Posturas para hablar. La vocalización. La pausa y la entonación. Vicios de la expresión verbal y errores lingüísticos. El volumen. Hablar en público. El guion y estructura de una exposición o discurso. Consejos y técnicas importantes para hablar en público. Expresión corporal: alineación y ejes del cuerpo humano, ademanes, desplazamientos, distancia del público al orador y contacto visual con la audiencia. Preparación de una presentación para la exposición del artículo redactado en el tema anterior.

Bibliografía básica:

- Fidel Chávez Pérez. Redacción avanzada, un enfoque lingüístico. Ed. Pearson Education.

Bibliografía complementaria:

- Arsenio Sánchez. Redacción avanzada. Ed. Thomson.
- Daniel Ruiz Gómez. Como aprender a escribir bien. Ed. Diana.
- Tomas Hardy Leahey, Richard Jackson Harris. Aprendizaje y Cognición. Ed. Prentice
- Manuel Seco. Diccionario de dudas y dificultades de la lengua española. Ed. Espasa Calpe



Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura, con experiencia en elaboración de informes, libros, artículos, etc. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

Nota: Este materia sigue el mismo programa de la materia de “Expresión oral y escrita” de la FIE, incrementando el número de horas por tema.



Inglés 1 y 2

Clave	OC1I12
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	160
Número de créditos	10
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Aprender el idioma inglés.

Temario:

Los contenidos de los semestres 1 y 2 de inglés ofrecidos por el Departamento de Idiomas de la UMSNH.



Segundo año

Matemáticas 2

Clave	CB2M02
Horas teoría/semana	4
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CB1M01

Objetivo: El alumno alcanzará el dominio suficiente en el cálculo de varias variables y ecuaciones diferenciales para resolver problemas relacionados en diversas áreas de la ingeniería mecatrónica.

Temario	Horas
1. Derivación de funciones de varias variables.	31
2. Cálculo vectorial.	20
3. Integración múltiple.	26
4. Introducción a las ecuaciones diferenciales.	30
5. Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior.	21
Total	128

1. Derivación de funciones de varias variables. Definición de una función de varias variables. Geometría analítica en el espacio: la recta y el plano en el espacio, superficies en el espacio, curvas y superficies de nivel. Dominio y rango de una función. Límites y continuidad. Diferencias de funciones de varias variables. Derivación de funciones de varias variables. Aplicación a la ingeniería de las derivadas parciales. Derivadas de funciones compuestas. Derivadas de funciones implícitas. Derivadas parciales de orden superior. Extremos para funciones de varias variables. Aplicaciones a la ingeniería de las derivadas de orden superior.

2. Cálculo vectorial. Funciones vectoriales. Derivación de funciones vectoriales. Velocidad y aceleración. Cálculo de derivadas direccionales. Cálculo de gradiente. Cálculo de divergencia. Cálculo del rotacional. Integral de línea.

3. Integración múltiple. Integral doble en coordenadas cartesianas: cambio en el orden de integración; integración doble sobre rectángulos; integración doble sobre regiones generales. Integración doble en coordenadas polares. Aplicaciones de la integral doble: cálculo de áreas, cálculo de volúmenes, cálculo de centro de masa, momentos de inercia. Integración triple: en coordenadas cilíndricas y en coordenadas esféricas. Aplicaciones de la integral triple.



4. Introducción a las ecuaciones diferenciales. Definición de ecuaciones diferenciales. Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones de variables separables. Ecuaciones homogéneas de primer orden. Ecuaciones diferenciales exactas. Ecuaciones lineales de primer orden. Factor de integración. Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales a la ingeniería. Problemas de transferencia de calor, problemas de física e hidráulica.

5. Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior. Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas de segundo orden con coeficientes constantes: casos de raíces reales diferentes, raíces reales repetidas y raíces complejas. Ecuaciones diferenciales lineales no homogéneas de segundo orden con coeficientes indeterminados. Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas de orden superior con coeficientes constantes. Aplicaciones.

Bibliografía básica:

- Zill, Dennis G.; Wright, Warren S. Matemáticas 3, Cálculo de varias variables. McGraw Hill. 2011.
- Zill, Dennis G.; Wright, Warren S. Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera. 8^a ed. Cengage Learning Editores. 2015.
- Kreyszig, E. Matemáticas avanzadas para ingeniería Vol. 1. 3^a edición, Limusa Wiley.
- Boyce, W.E.; Di Prima, R.C. Introducción a las ecuaciones diferenciales. 4^a edición, Limusa.

Bibliografía complementaria:

- Piskunov, N. Cálculo diferencial e integral. Limusa.
- Larson; Hostetler; Edwards. Cálculo. 6^a ed. McGraw Hill.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	



Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Termodinámica

Clave	CB2F01
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CB1M01

Objetivo: El alumno analizará los principios básicos y fundamentales de la termodinámica clásica para aplicarlos en la solución de problemas físicos. Desarrollará sus capacidades de observación y razonamiento lógico para ejercer la toma de decisiones en la solución de problemas que requieran balances de masa, energía y entropía; manejará e identificará algunos equipos e instrumentos utilizados en procesos industriales.

Temario	Horas
1. Conceptos fundamentales.	10
2. Primera ley de la termodinámica.	16
3. Propiedades de una sustancia pura.	8
4. Gases ideales.	6
5. Balances de masa y energía.	12
6. Segunda ley de la termodinámica.	12
7. Actividades prácticas.	32
Total	96

1. Conceptos fundamentales. Campo de estudio de la termodinámica clásica. Sistemas termodinámicos cerrados y abiertos. Fronteras. Propiedades termodinámicas macroscópicas intensivas y extensivas, ejemplos y objetivo de esta clasificación de las propiedades. Concepto de Presión (relativa, atmosférica, absoluta). Equilibrios: térmico, mecánico y químico. Ley cero de la termodinámica, definición de temperatura, propiedades termométricas, escalas de temperatura y temperatura absoluta. El postulado de estado. El diagrama (v , P). Definición de proceso termodinámico, Proceso casiestático, Proceso casiestático: isobárico, isométrico, isotérmico, adiabático y politrópico. El proceso cíclico.

2. Primera ley de la termodinámica. Concepto de calor como energía en tránsito. Capacidad térmica específica. Convención de signos. Concepto de trabajo como mecanismo de trasmisión de energía. La definición mecánica. Trabajo de eje, trabajo de flujo y trabajo casi estático de una sustancia simple compresible. Convención de signos. El experimento de Joule, relación entre calor y trabajo. Primera



Ley de la Termodinámica. El principio de conservación de la energía. Balances de masa y energía en sistemas cerrados y abiertos (Principalmente en equipos industriales de interés en la Termodinámica). Ecuaciones de balance de energía en sistemas cerrados. Ecuaciones de balance de masa y energía en sistemas abiertos bajo régimen estable, permanente o estacionario, régimen uniforme y en fluidos incompresibles. Balances en sistemas que realizan ciclos. Eficiencia térmica. La energía interna y el calor a volumen constante: la capacidad térmica específica a volumen constante (c_v). La entalpia y el calor a presión constante: la capacidad térmica específica a presión constante (c_p).

3. Propiedades de una sustancia pura. Definición de una sustancia pura. La curva de calentamiento de una sustancia pura; entalpia de sublimación, fusión y vaporización. Diagramas de fase tridimensionales (P, v, T). Punto crítico y punto triple. La calidad. Representación de procesos cuasiestáticos termodinámicos de una sustancia pura en los diagramas de fase: (T, P), (v, P) y (h, P). Coeficiente de Joule-Thomson. Línea de inversión. Estructura de las tablas de propiedades (P, v, T, u y h) termodinámicas de algunas sustancias de trabajo, como el agua y algunos refrigerantes. Interpolación y extrapolación lineal. Uso de programas de computadora para obtener los valores numéricos de las propiedades termodinámicas de dichas sustancias de trabajo.

4. Gases ideales. Ecuación de estado. Descripción breve de los experimentos de Robert Boyle y Edme Mariotte, Jacques Charles y Louis Joseph Gay-Lussac, relacionar estas leyes en un diagrama (v, P) para la obtención de la ecuación de estado de los gases ideales. La temperatura Absoluta. El gas ideal y su ecuación de estado. Ley de James Prescott Joule ($u = f(T)$) y ley de Amadeo Avogadro en los gases ideales. La fórmula de Meyer. La ecuación de Poisson para el análisis de los procesos: isócoro, isobárico, isotérmico, politrópico y adiabático. Variación del índice politrópico (n) y del índice adiabático (k). Explicar brevemente la definición de capacidad térmica específica a presión constante y capacidad térmica específica a volumen constante, su uso en los gases ideales y su relación con la entalpia específica y energía interna específica.

5. Balances de masa y energía. Establecimiento de una metodología general en la resolución de problemas bajo las consideraciones de: fronteras reales e imaginarias, paredes adiabáticas, diatérmicas, régimen estable o estacionario, régimen uniforme y procesos cíclicos. Aplicación de la primera Ley de la Termodinámica a sistemas cerrados (isócoro, isobárico, isotérmico, politrópico y adiabático), en máquinas, dispositivos o sistemas que usen gas ideal e índice adiabático constante (k), con sustancias puras haciendo uso de tablas (o programas de computadora) de propiedades termodinámicas. Aplicación de la primera Ley de la Termodinámica a sistemas abiertos, en máquinas, dispositivos o sistemas que operen en régimen estable, estacionario como turbinas de gas o turbinas de vapor, en una bomba centrífuga (ecuación de Bernoulli). En sistemas que operen en régimen uniforme como llenado y vaciado de tanques.

6. Segunda ley de la Termodinámica. El postulado de Clausius (bomba de calor) y de Kelvin-Planck (máquina térmica), haciendo énfasis en la imposibilidad de obtener una eficiencia térmica del 100% y un coeficiente de operación (COP) infinito, respectivamente. El proceso reversible y su conexión con el proceso casi estático. Causas de irreversibilidad. El teorema de Carnot. La escala termodinámica de temperaturas absolutas. ¿Cuáles son los valores máximos para la eficiencia térmica y coeficiente de operación?, respuesta de Carnot a esta pregunta, proponiendo un ciclo ideal. Desigualdad de Clausius. La entropía como una propiedad termodinámica de la sustancia. Diagramas de fase: (s, T) y (s, h) o de Mollier. La generación de entropía. El balance general de entropía en sistemas cerrados y abiertos con sustancias puras y reales. Variación de entropía en los gases ideales.



Bibliografía básica:

- Cengel, Yunus; Boles, Michael. Termodinámica. 7a. Edición. México. McGraw Hill, 2007.
- Moran, Michael; Shapiro, Howard. Fundamentos de Termodinámica Técnica. 2a. Edición. Barcelona. Reverté, 2004.
- Wark, Kenneth; Richards, Donald. Termodinámica. 6a. Edición. Madrid. McGraw Hill Interamericana de España, 2001.

Bibliografía complementaria:

- Manrique, José. Termodinámica. 3a. Edición. México. Harla, 2001.
- Van Wylen, Gordon; Sonnntag, Richard. Fundamentos de Termodinámica. 2a. Edición. México. Limusa, 2000.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, Física o carreras afines cuya carga académica en el área sea similar a estas. Deseable con estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad y recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la Disciplina y en didáctica.

Nota: Esta materia está basada en la materia de Termodinámica del programa de mecatrónica de la UNAM.



Dibujo asistido por computadora

Clave	CI2T02
Horas teoría/semana	0
Horas práctica/semana	3
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno elabora modelos sólidos 3D, genera dibujos técnicos con acotaciones según la norma. Determina relaciones para generar ensamblajes y programa movimientos para detectar posibles interferencias. Domina técnicas de diseño de estructuras, Generación de superficies 3D, Diseño con láminas metálicas. Termina con una certificación básica en el uso del Software de modelado de sólidos.

Temario	Horas
1. Introducción al dibujo técnico.	2
2. Tecnología CAD y su integración con otras tecnologías “C”.	3
3. Técnicas y estrategias de generación de sólidos 3D.	25
4. Generación de dibujos técnicos.	20
5. Ensamblajes y movimientos.	15
6. Técnicas específicos para la generación de modelos 3D.	21
7. Proyecto de dibujo computarizado.	10
Total	96

1. Introducción al dibujo técnico. El dibujo técnico como medio de comunicación industrial. Formas de expresión: Dibujo mecánico industrial, Isometría, Proyección (Vistas), Explosión. Esquemas, Diagramas. Importancia de las normas: Normas nacionales e internacionales, Institutos de normalización nacional e internacional. Aplicación de normas en el ejemplo de tamaño de hoja, Escalas, Tipo de líneas en el dibujo técnico.

2. Tecnología CAD y su integración con otras tecnologías “C”. Componentes de un sistema CAD (Hardware y software). Integración de sistemas CAD en el sistema informativo de una empresa: CAD-CAM (Generación de programas robóticos y de control numérico), Rapid Prototyping RP, Modelado de elementos finitos FEM, Product Data Management PDM: Modelo 2D, Sólido 3D, Dibujos técnico industrial, Generación de lista de materiales (*Bill of Material, BOM*), Computer Aided Process Planning CAPP.

3. Técnicas y estrategias de generación de sólidos 3D. Croquis 2D, Translación (extrusión), Rotación, Perfiles seccionales y trayectorias (Barrido), Flexión y Deformación, Modelación basado a



cuerpos (suma y resta de geometrías básicas), Vaciado, Nervios, Matrices. Modelación de superficies. Aplicación de estas técnicas con un software de modelado de sólidos 3D (Solidworks, Pro-Engineer, Inventor, Catia etc.).

4. Generación de dibujos técnicos. Proyección y Disposición de las vistas, (Norma europea y americana), Generación de vistas seccionadas, Detalles, Acotación: paralela seriela mixta, por coordenada, Líneas de base (Referencias), Aplicación con un software de modelado de sólidos 3D (Solidworks, Pro-Engineer, Inventor, Catia etc.).

5. Ensamble y movimientos. Ensamble de sólidos. Selección de restricciones (Relaciones). Generación de movimientos. Análisis de colisión. Herramientas de medición: distancias, Propiedades físicas: masa, inercia, centro de masa. Uso de bibliotecas (elementos de máquinas)

6. Técnicas específicas para la generación de modelos: Croquis 3D, Tuberías, Diseño estructural. Superficies 3D. Herramientas de análisis ingenieril (estático).

7. Proyecto de dibujo computarizado. Aplicación de las técnicas aprendidas durante el curso en el desarrollo de un diseño mecánico de un aparato o máquina.

Bibliografía básica:

- AYALA RUIZ, Álvaro. Normas de dibujo técnico. 2a. Edición. México. Facultad de Ingeniería,UNAM, 2003.
- JENSEN/HELSEL/SHORT. Dibujo y diseño en ingeniería. México. Mc Graw Hill, 2006.
- LIEU/SORBY. Dibujo para diseño de ingeniería. México. CENGAGE Learning, 2009.

Bibliografía complementaria:

- CHEVALIER, A. Dibujo industrial. México. LIMUSA, 2004.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X



Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios con licenciatura en Ingeniería Mecánica o a fin, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de ingeniería de diseño y sistemas de dibujo asistido por computadora, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.



Estática y dinámica

Clave	CB2F02
Horas teoría/semana	4
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	160
Número de créditos	10
Requisitos	CB1M01

Objetivo: El alumno comprenderá los elementos y principios fundamentales de la mecánica clásica newtoniana; analizará y resolverá ejercicios de equilibrio isostático. El alumno comprenderá los diferentes estados mecánicos del movimiento de partículas y cuerpos rígidos, considerando tanto sus características intrínsecas como las causas que lo producen. Asimismo, analizará y resolverá problemas de cinemática y de cinética.

Temario	Horas
1. Fundamentos de la mecánica clásica newtoniana.	6
2. Conceptos básicos de la estática.	12
3. Sistemas de fuerzas equivalentes.	16
4. Centros de gravedad y centroides.	8
5. Estudio del equilibrio de los cuerpos.	14
6. Fricción.	8
7. Cinemática de la partícula.	8
8. Cinética de la partícula.	18
9. Trabajo y energía e impulso y cantidad de movimiento de la partícula.	8
10. Cinemática del cuerpo rígido.	14
11. Cinética del cuerpo rígido.	16
Actividades prácticas.	32
Total	160

1. Fundamentos de la mecánica clásica newtoniana. Resumen histórico y descripción de la mecánica clásica. Noción de movimiento de un cuerpo. Modelos de cuerpos que se emplean en la mecánica clásica y cantidades físicas escalares y vectoriales. Conceptos fundamentales: espacio, tiempo, masa, fuerza y sus unidades de medida. Principio de Stevin. Leyes de Newton y el sistema de referencia inercial. Ley de la gravitación universal.

2. Conceptos básicos de la estática. Representación vectorial de una fuerza. Composición y descomposición de la representación vectorial de una fuerza. Principio de equilibrio de dos fuerzas y



teorema de transmisibilidad. Clasificación de los sistemas de fuerzas. Diagrama de cuerpo libre. Equilibrio de la partícula.

3. Sistemas de fuerzas equivalentes. Momentos de una fuerza con respecto a un punto y a un eje. Teorema de Varignon. Definición de sistemas de fuerzas equivalentes. Par de fuerzas y sus propiedades. Par de transporte. Sistema general de fuerzas y su sistema fuerza-par equivalente. Sistemas equivalentes más simples: una sola fuerza, un par de fuerzas.

4. Centros de gravedad y centroides. Primeros momentos. Centro de gravedad de un cuerpo. Centroide de un área. Centrode de un volumen. Determinación de centros de gravedad y centroides para cuerpos compuestos. Simplificación de un sistema de fuerzas con distribución continua.

5. Estudio del equilibrio de los cuerpos. Restricciones a los movimientos de un cuerpo rígido. Apoyos y ligaduras más empleadas en la ingeniería. Condiciones necesarias y suficientes de equilibrio para un cuerpo rígido. Análisis de equilibrio isostático y condiciones de no equilibrio. Determinación de reacciones de apoyos y ligaduras de sistemas mecánicos en equilibrio.

6. Fricción. Naturaleza de la fuerza de fricción. Clasificación de la fricción. Fricción en seco. Leyes de Coulomb-Morin. Casos de deslizamiento y volcamiento de cuerpos.

7. Cinemática de la partícula. Introducción a la Dinámica. División en Cinemática y Cinética. Trayectoria, posición, velocidad y aceleración lineales de una partícula. Movimiento rectilíneo. Ecuaciones y gráficas del movimiento. Movimientos, rectilíneo uniforme, con aceleración constante y con aceleración variable. Movimiento curvilíneo. Componentes cartesianas. Componentes normal y tangencial.

8. Cinética de la partícula. Segunda ley de Newton. Sistemas de unidades. Sistemas absolutos y gravitaciones. Movimiento rectilíneo: fuerzas constantes y variables. Movimiento curvilíneo: componentes cartesianas y tiro parabólico; componentes normal y tangencial. Partículas conectadas.

9. Trabajo y energía e impulso y cantidad de movimiento de la partícula. Método de trabajo y energía. Principio de conservación de la energía mecánica. Método de impulso y cantidad de movimiento.

10. Cinemática del cuerpo rígido. Definición de movimiento plano. Definiciones de traslación pura, rotación pura y movimiento plano general. Rotación pura. Velocidad y aceleración angulares del cuerpo rígido. Movimiento plano general. Obtención de las ecuaciones de los diferentes tipos de movimiento plano de los cuerpos rígidos. Cinemática de algunos mecanismos. Mecanismo de cuatro articulaciones.

11. Cinética del cuerpo rígido. Centros y momentos de inercia de masas. Obtención de las ecuaciones cinéticas del movimiento plano del cuerpo rígido. Traslación pura. Magnitud, dirección y posición de la resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Rotación pura. Características del par de fuerzas equivalente al sistema que actúa sobre el cuerpo. Aceleración angular del cuerpo. Movimiento plano general. Ecuaciones cinéticas del movimiento. Aceleración angular del cuerpo.



Bibliografía básica:

- BEER, Ferdinand, JOHNSTON, Russel, MAZUREK, David. Mecánica vectorial para ingenieros, estática. 10a. Edición. México, D.F. McGraw-Hill, 2013.
- HIBBELER, Russell. Ingeniería mecánica, estática. 12a. Edición. México, D.F. Pearson Prentice Hall, 2010.
- MERIAM, J, KRAIGE, Glenn. Mecánica para ingenieros, estática. 3a. Edición. Barcelona. Reverté, 2004.
- BEER, Ferdinand, JOHNSTON, Russell, CORNWELL, Phillip. Mecánica vectorial para ingenieros. Dinámica. 10a. Edición. México, D.F. McGraw-Hill, 2013.
- HIBBELER, Russell. Ingeniería mecánica, dinámica. 12a. Edición. México, D.F. Pearson Prentice Hall, 2010.
- MERIAM, J, KRAIGE, Glenn. Mecánica para ingenieros, dinámica. 3a. Edición. Barcelona. Reverté, 2004.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios con licenciatura en Ingeniería Mecánica o a fin, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de ingeniería de diseño y sistemas de dibujo asistido por computadora, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.

Nota: Este materia está basada en las materias de “Estática” y “Cinemática y dinámica” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Electricidad y magnetismo

Clave	CB2E01
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CB1M01

Objetivo: El alumno aprenderá los conocimientos básicos de electricidad y magnetismo.

Temario:	Horas
1. Campo y potencial eléctricos.	14
2. Capacitancia y dieléctricos.	8
3. Introducción a los circuitos eléctricos.	12
4. Magnetostática.	12
5. Inducción electromagnética.	12
6. Fundamentos de las propiedades magnéticas de la materia.	6
Actividades prácticas.	32
Total	96

1. Campo y potencial eléctricos. Concepto de carga eléctrica y distribuciones continuas de carga (lineal y superficial). Ley de Coulomb. Fuerza eléctrica en forma vectorial. Principio de superposición. Campo eléctrico como campo vectorial. Esquemas de campo eléctrico. Obtención de campos eléctricos en forma vectorial originados por distribuciones discretas y continuas de carga (carga puntual, línea infinita y superficie infinita). Concepto y definición de flujo eléctrico. Ley de Gauss en forma integral y sus aplicaciones. El campo electrostático y el concepto de campo conservativo. Energía potencial eléctrica. Diferencia de potencial y potencial eléctricos. Cálculo de diferencias de potencial (carga puntual, línea infinita, superficie infinita y placas planas y paralelas). Gradiente de potencial eléctrico.

2. Capacitancia y dieléctricos. Concepto de capacitor y definición de capacitancia. Cálculo de la capacitancia de un capacitor de placas planas y paralelas con aire como dieléctrico. Cálculo de la energía almacenada en un capacitor. Conexiones de capacitores en serie y en paralelo; capacitor equivalente. Polarización de la materia. Susceptibilidad, permitividad, permitividad relativa y campo eléctrico de ruptura. Vectores eléctricos. Capacitor de placas planas y paralelas con dieléctricos.

3. Introducción a los circuitos eléctricos. Conceptos y definiciones de: corriente eléctrica, velocidad media de los portadores de carga libres y densidad de corriente eléctrica. Ley de Ohm, conductividad y resistividad. Potencia eléctrica. Ley de Joule. Conexiones de resistores en serie y en paralelo,



resistor equivalente. Concepto y definición de fuerza electromotriz. Fuentes de fuerza electromotriz: ideales y reales. Nomenclatura básica empleada en circuitos eléctricos. Leyes de Kirchhoff y su aplicación en circuitos resistivos con fuentes de voltaje continuo. Introducción a los circuitos RC en serie con voltaje continuo.

4. Magnetostática. Descripción de los imanes y experimento de Oersted. Fuerza magnética, como vector, sobre cargas en movimiento. Definición de campo magnético (B). Obtención de la expresión de Lorentz para determinar la fuerza electromagnética, como vector. Ley de Biot-Savart y sus aplicaciones. Cálculo del campo magnético de un segmento de conductor recto, espira en forma de circunferencia, espira cuadrada, bobina y solenoide. Ley de Ampere. Concepto y definición de flujo magnético. Flujo magnético debido a un conductor recto y largo, a un solenoide largo y a un toroide. Ley de Gauss en forma integral para el magnetismo. Fuerza magnética entre conductores, momento dipolar magnético. Principio de operación del motor de corriente directa.

5. Inducción electromagnética. Ley de Faraday y principio de Lenz. Fuerza electromotriz de movimiento. Transformador con núcleo de aire. Principio de operación del generador eléctrico. Conceptos de inductor, inductancia propia e inductancia mutua. Cálculo de inductancias. Inductancia propia: de un solenoide, de un toroide. Inductancia mutua entre dos solenoides coaxiales. Energía almacenada en un campo magnético. Conexión de inductores en serie y en paralelo; inductor equivalente. Introducción a los circuitos RL y RLC en serie con voltaje continuo.

6. Fundamentos de las propiedades magnéticas de la materia. Diamagnetismo, paramagnetismo y ferromagnetismo. Definición de los vectores intensidad de campo magnético (H) y magnetización (M). Susceptibilidad, permeabilidad del medio y del vacío, permeabilidad relativa. Comportamiento de los materiales ferromagnéticos. Curva de magnetización y ciclo de histéresis. Circuitos magnéticos. Fuerza magnetomotriz y reluctancia en serie. El transformador con núcleo ferromagnético.

Bibliografía básica:

- Bauer, Wolfgang; Westfall, Gary. Física para ingeniería y ciencias con física moderna. Volumen 2, 1a. Edición. México. McGraw Hill, 2011.
- Jaramillo Morales; Gabriel Alejandro; Alvarado Castellanos; Alfonso Alejandro. Electricidad y magnetismo. Reimpresión 2008. México. TRILLAS, 2008.
- Resnik, Robert; Halliday, David, et al. Física. Volumen 2. 5a. Edición. México. Patria, 2011.
- Young, Hugh D.; Freedman, Roger A. Física universitaria con física moderna. Volumen 2. 13a. Edición. México. Pearson, 2013.

Bibliografía complementaria:

Referencias de internet

- Falstad, Paul. Simuladores de fenómenos físicos. 2012. En: <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
- Franco García, Ángel. Física con ordenador. Curso de física. 2012. En: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>



- Universidad de Colorado. Simuladores interactivos. 2012. En:
<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>



Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería eléctrica, o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas y física sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Métodos numéricos

Clave	CB2P02
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CB1M01, CI1P01

Objetivo: El alumno utilizará métodos numéricos para obtener soluciones aproximadas de modelos matemáticos. Elegirá el método que le proporcione mínimo error y utilizará equipo de cómputo como herramienta para desarrollar programas.

Temario	Horas
1. Modelado matemático, métodos numéricos y solución de problemas.	2
2. Fundamentos de Matlab.	2
3. Programación con Matlab.	14
4. Errores de redondeo y truncamiento.	4
5. Raíces de ecuaciones.	8
6. Ecuaciones lineales algebraicas y matrices.	14
7. Ajuste de curvas: línea recta.	4
8. Optimización.	10
9. Mínimos cuadrados generalizados y regresión no lineal.	8
10. Ajuste de curvas: interpolación polinomial y splines.	8
11. Integración numérica.	6
12. Problemas de ecuaciones diferenciales.	6
13. Eigenvalores y eigenvectores.	8
14. Uso de herramientas de cálculo simbólico.	2
Total	96

- 1. Modelado matemático, métodos numéricos y solución de problemas.** Un modelo matemático simple. Leyes de conservación en ingeniería y ciencia. Panorama de los métodos numéricos.
- 2. Fundamentos de Matlab.** El ambiente de Matlab. Variables, arreglos de 1, 2 o más dimensiones. Operadores de elemento por elemento y matriciales. Asignación. Operadores matemáticos. Funciones internas. Gráficos.



3. Programación con Matlab. Archivos M. Entrada, salida. Programación estructurada. Operadores relacionales y variables lógicas. Operadores lógicos y funciones. Instrucciones condicionales, de repetición y de selección.

4. Errores de redondeo y truncamiento. Errores. Errores de redondeo. Errores de truncamiento. Error numérico total. Modelos de errores e incertidumbre de datos.

5. Raíces de ecuaciones. Introducción. Métodos gráficos. Método de bisección y falsa posición. Métodos de iteración simple de punto fijo. Método de Newton-Raphson. Funcion fzero de Matlab. Polinomios.

6. Ecuaciones lineales algebraicas y matrices. Introducción. Álgebra matricial. Resolución de ecuaciones algebraicas con Matlab. Método de eliminación de Gauss. Descomposición LU. Descomposición de Cholesky. Matriz inversa. Análisis de error y condición del sistema. Método iterativo Gauss-Seidel. Sistemas no lineales. Aplicaciones en la solución de problemas.

7. Optimización. Introducción. Optimización no restringida. Método de Newton. Análisis teórico de su funcionamiento. Algoritmo. Seudocódigo/código para implementar en el lenguaje utilizado. Optimización no Restringida. Método de búsqueda de la sección dorada. Análisis teórico de su funcionamiento. Algoritmo. Seudocódigo/ código para su implementación. Optimización lineal restringida (programación lineal) Método Simplex. Análisis teórico de su funcionamiento. Algoritmo. Seudocódigo/código para su implementación.

8. Ajuste de curvas: línea recta. Introducción al ajuste de curvas. Regresión lineal de mínimos cuadrados. Aplicaciones computacionales.

9. Mínimos cuadrados generalizados y regresión no lineal. Regresión polinomial. Regresión lineal múltiple. Método de mínimos cuadrados generalizados. Factorización QR. Regresión no lineal.

10. Ajuste de curvas: interpolación polinomial y splines. Interpolación polinomial de Newton. Interpolación polinomial de Lagrange. Interpolación inversa. Extrapolación y oscilaciones. Introducción a Splines. Splines lineales. Splines cuadráticos. Splines cúbicos. Interpolación a tramos.

11. Integración numérica. Introducción. Fórmulas de Newton-Cotes. Regla trapezoidal. Regla de Simpson. Fórmulas de Newton-Cotes de orden superior. Integración con segmentos desiguales. Métodos abiertos. Integrales múltiples. Integración Romberg. Cuadratura de Gauss. Cuadratura adaptativa.

12. Problemas de ecuaciones diferenciales. Introducción. Método de Euler. Mejoras al método de Euler. Métodos Runge-Kutta. Sistemas de ecuaciones.

13. Eigenvalores y eigenvectores. Introducción. Método polinomial. Método de potencias. Funciones de Matlab.

14. Uso de herramientas de cálculo simbólico. Revisión de funciones para derivación e integración simbólica en Matlab.



Bibliografía básica:

- Chapra, Steven, C. Applied numerical methods with MATLAB for engineers and scientists. Mc Graw Hill, 2005.
- Palm III, William. Introduction to MATLAB for Engineers. Mc Graw Hill. 2011.

Bibliografía complementaria:

- Burden, Richard L.; Faires, Douglas J. Análisis Numérico. International Thomson Editores.
- Gerald, Curtis F.; Wheatley, Patrick O. Análisis Numérico con Aplicaciones. Addison- Wesley, 1999.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas y programación en MATLAB sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Probabilidad y estadística

Clave	CB2M03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CB1M01

Objetivo: El alumno será capaz de analizar, entender y plantear modelos de fenómenos de naturaleza aleatoria que ocurren en los distintos procesos de la naturaleza y la ingeniería en términos de sus distribuciones de probabilidad y sus parámetros estadísticos, así como de procesar, representar e interpretar los datos procedentes de tales procesos. Además, conocerá la aplicación de algunos de estos conceptos y modelos a la teoría de la confiabilidad en sistemas.

Temario	Horas
1. Introducción.	6
2. Probabilidad.	10
3. Distribuciones y densidades de probabilidad.	8
4. Esperanza matemática.	10
5. Distribuciones de probabilidad especiales.	10
6. Densidades de probabilidad especiales.	12
7. Estadística descriptiva.	10
8. Introducción a la teoría de confiabilidad (aplicación).	4
9. Teoría de probabilidad como una lógica extendida.	10
10. Inferencia bayesiana.	16
Total	96

- 1. Introducción.** Técnicas de conteo. Métodos Combinatorios. Coeficientes binomiales.
- 2. Probabilidad.** Introducción. Espacios muestrales. Eventos. Álgebra de eventos, diagramas de Venn. La probabilidad de un evento. Algunas reglas de probabilidad. Probabilidad condicional. Eventos independientes. Teorema de Bayes.
- 3. Distribuciones de Probabilidad y Densidades de Probabilidad.** Introducción. Distribuciones de probabilidad. Variables aleatorias continuas. Funciones de densidad de probabilidades. Distribuciones multivariadas. Distribuciones marginales. Distribuciones condicionales.



4. Esperanza Matemática. Introducción. El valor esperado de una variable aleatoria. Momentos. Teorema de Chebyshev. Funciones generadoras de momentos. Momentos producto. Momentos de combinaciones lineales de variables aleatorias. Esperanza Condicional.

5. Distribuciones de Probabilidad Especiales. Introducción. La distribución uniforme discreta. La distribución de Bernoulli. La distribución binomial. Las distribuciones binomial negativa y geométrica. La distribución hipergeométrica. La distribución de Poisson. La distribución multinomial. La distribución hipergeométrica multivariada.

6. Densidades de probabilidad especiales. Introducción. La distribución uniforme. Las distribuciones gamma, exponencial y ji cuadrada. La distribución beta. La distribución normal. La aproximación normal a la distribución binomial. La distribución normal bivariada. La distribución t.

7. Estadística Descriptiva. Teoría elemental del muestreo, población y muestra. Muestreo aleatorio. Poblaciones finitas e infinitas. Muestreo con y sin reemplazo. Tablas de frecuencia y frecuencia relativa. Histogramas. Diagramas de Pareto. Gráficos de tallo y hoja. Cuartiles y percentiles. Medidas Centrales (media aritmética, mediana y moda). Media geométrica, armónica y media ponderada. Medidas de dispersión (rango, varianza, desviación estándar, desviación media). Correlación, autocorrelación y covarianza. Gráficos de caja y bigotes. Gráficos de Control. Regresión lineal simple. Transformaciones que llevan a una línea recta. Coeficiente de correlación.

8. Introducción a la Teoría de Confiabilidad (Aplicación). Antecedentes. Diagramas Ishikawa. Diferentes aproximaciones a la confiabilidad. Definición básica. Modelos de Incertidumbre. Estándares y guías. Modos de Falla. Tiempo antes de la siguiente falla. Función de confiabilidad. Función de frecuencia de fallas. Tiempo promedio antes de próxima falla. Tiempo promedio de vida remanente. Distribuciones y densidades de probabilidad en la teoría de la confiabilidad.

9. Teoría de probabilidad como una lógica extendida. Fundamentos de lógica, operaciones de inferencia plausible, desarrollo de la regla del producto, desarrollo de la regla de la suma.

10. Inferencia bayesiana. Bases de la inferencia bayesiana. Estimación de parámetros. Asignación de probabilidades. Inferencia bayesiana con distribuciones Gaussianas. Aplicaciones de inferencia bayesiana.

Bibliografía básica:

- John E. Freund, Irwin Miller, Marylees Miller. Estadística Matemática con Aplicaciones, sexta edición (o su versión en inglés). Prentice-Hall.
- P.C. Gregory. Bayesian Logical Data Analysis for the Physical Sciences. Cambridge University Press. 2005.

Bibliografía complementaria:

- Erwin Kreyszig. Introducción a la Estadística Matemática. Editorial Limusa.
- Douglas C. Montgomery, George C. Runger. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. Mc Graw Hill.



- Walpole, Myers. Probabilidad y Estadística para Ingeniería. . Prentice Hall 1999.
- William Mendenhall, Terry Sincich. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Prentice Hall.
- Mendelhall; Scheaffer; Wackerly. Estadística Matemática Con Aplicaciones. *Grupo Editorial Iberoamérica*.
- Murria R. Spiegel. Probabilidad y Estadística. Mc Graw Hill (Serie Schaum).

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería o Matemáticas, o en carreras cuyo contenido en el área de probabilidad y estadística sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Probabilidad y estadística” de la FIE, agregando como últimos temas la inferencia bayesiana.



Ciencia, tecnología y sociedad

Clave	CS2S02
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	64
Número de créditos	4
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno aprenderá los conceptos básicos para el estudio científico de los materiales, tanto en su estructura interna como en sus propiedades.

Temario	Horas
1. Ciencia, tecnología e ingeniería.	8
2. Ciencia, tecnología y progreso.	16
3. Ciencia, tecnología y población.	8
4. Ciencia, tecnología y comunicación.	12
5. Ciencia, tecnología y medio ambiente.	12
6. Investigación y desarrollo en México.	8
Total	64

1. Ciencia, tecnología e ingeniería. Desarrollo del pensamiento científico. Distinción entre técnica y tecnología. Origen de la ingeniería como disciplina. Vinculación de la ingeniería con la ciencia y la tecnología.

2. Ciencia, tecnología y progreso. La medición del progreso. El trabajo en las sociedades antes y después de las revoluciones industriales. El trabajo en las sociedades contemporáneas influenciadas por la innovación tecnológica. Transformaciones y problemas del trabajo por las innovaciones científicas y tecnológicas.

3. Ciencia, tecnología y población. Causas y efectos del crecimiento de la población. Bienestar social. Consecuencias éticas y sociales de la ciencia y la tecnología.

4. Ciencia, tecnología y comunicación. Tecnologías de la información y la comunicación en un mundo globalizado. Función de la sociedad del conocimiento en las relaciones sociales, culturales y productivas. Repercusiones de la brecha digital en países en vías de desarrollo.

5. Ciencia, tecnología y medio ambiente. Interrelación entre ciencia, tecnología y medio ambiente. Problemas ambientales que afectan al desarrollo sustentable. Tecnologías limpias para el cuidado del medio ambiente.



6. Investigación y desarrollo en México. Formalización del desarrollo e innovación en México. Organismos dedicados a la investigación y el desarrollo.

Bibliografía básica:

- BERG OLSEN, Jan Kyrre, PERSEN, Stig Andur, HENDICKS, Vincent F. A Companion to the Philosophy of Technology. Malden, MA. Wiley-Blackwell Publishing, 2009.
- BIJKER, W., HUGHES, Thomas. The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology Cambridge, MA. MIT Press, 1987.
- BORGGMANN, Albert. Focal Things and Practices. Massachusetts Blackwell Publishing, 2003.
- BUNGE, Mario. Technology as Applied Science. Technology and Culture Vol. 7, No. 3. 1966.
- DUSEK, Val. Philosophy of Technology: an introduction. Blackwell Publishing, 2006.
- HEIDEGGER, Martin. The Question Concerning Technology. San Francisco. Editada por David Farrell Krell, 1993.
- JONAS, Hans. Toward a Philosophy of Technology, Philosophy of Technology. Malden, MA. Blackwell Publishing, 2003.
- KAPLAN, David. Readings in the Philosophy of Technology. Rowman & Littlefield Publishers, Inc. 2009.
- KLINE, Stephen J. What is Technology. Bulletin of Science, Technology & Society, Pp . 215-218, Junio 1985.
- MAXWELL, Grover. The Ontological Status of Theoretical Entities. Minneapolis. University of Minnesota Press, 1962.
- MITCHAM, Carl. ¿Qué es la filosofía de la tecnología? Barcelona. Anthropos, 1989.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel. Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología México. FCE, 2005.
- RESÉNDIZ NÚÑEZ, Daniel. El rompecabezas de la ingeniería Por qué y cómo se transforma el mundo. México. FCE, 2008.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X



Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Formación académica: Filosofía, Historia, Sociología, Ingeniería. Con experiencia profesional o docente, por lo menos de 3 años.

Experiencia profesional: En docencia, investigación, o actividad profesional en ciencia y tecnología.

Especialidad: Filosofía de la ciencia y de la tecnología. Historia de la ciencia y de la tecnología.

Conocimientos específicos: Ciencia, tecnología y sociedad.

Aptitudes y actitudes: Para despertar interés en los alumnos por la naturaleza y el significado de la ciencia y la tecnología en las sociedades modernas.

Nota: Esta materia está basada en la materia “Ciencia, tecnología y sociedad” del programa de la ingeniería mecatrónica de la UNAM.



Inglés 3 y 4

Clave	OC2I34
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	160
Número de créditos	10
Requisitos	OC1I12

Objetivo: Aprender el idioma inglés.

Temario:

Los contenidos de los semestres 3 y 4 de Inglés ofrecidos por el Departamento de Idiomas de la UMSNH.



Tercer año

Matemáticas 3

Clave	CB3M03
Horas teoría/semana	4
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CB2M02

Objetivo:

- a. Introducir al estudiante a los conceptos básicos de la teoría de las funciones de variable compleja, revisar los conceptos de límite, continuidad, derivada e integral para este tipo de funciones, introducir el concepto de función analítica, el desarrollo en serie de Laurent y el teorema de los residuos y su importancia en la teoría de integración de funciones complejas.
- b. Se dará una introducción a la Transformación de Laplace, sus propiedades, el uso de las Tablas de Transformadas de Laplace y su aplicación a la solución de ecuaciones diferenciales.
- c. También se darán las bases del análisis de Fourier para señales continuas en el caso periódico y en el caso no periódico.

Temario	Horas
1. Elementos de la Teoría de Variable Compleja.	25
2. Integración en el plano complejo.	25
3. Serie de Laurent y teorema de los residuos.	25
4. Transformada de Laplace.	25
5. Introducción al análisis de Fourier.	28
Total	128

1. Elementos de la Teoría de Variable Compleja. Repaso de números complejos. Formas de representación de números complejos: rectangular, polar, par ordenado, forma gráfica, vectorial y forma exponencial. Conversión de rectangular a polar. Conversión de polar a rectangular y corrección en el segundo y tercer cuadrantes. Operaciones elementales con números complejos (suma, resta, multiplicación y división de números complejos). El argumento y el argumento principal de un número complejo. El complejo conjugado y sus propiedades. El módulo o magnitud de un número complejo y sus propiedades. Potencias y raíces de números complejos. Desigualdades y regiones en el plano complejo. Funciones de una variable compleja. Funciones componentes. Función de variable compleja



como transformación o mapeo entre dos planos. Límites y continuidad de una función compleja. Derivada y derivabilidad de una función compleja. Condiciones necesarias para la derivabilidad de una función compleja y ecuaciones de Cauchy Riemann. Condiciones suficientes para la derivabilidad. Funciones analíticas y puntos singulares. Funciones Armónicas y la ecuación de Laplace. Funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones trigonométricas. Funciones hiperbólicas.

2. Integración en el plano complejo. Integrales de línea o de camino. Definición de camino o arco suave a trozos. Caminos y su parametrización. Definición de integral de camino o de línea y sus propiedades básicas. Ejemplos de integración de funciones a lo largo de caminos abiertos y cerrados. Independencia de la trayectoria y primitivas. El teorema de Cauchy-Gousart. Dominios simple y múltiplemente conexos. El principio de deformación de caminos. Fórmulas integrales de Cauchy.

3. Serie de Laurent y teorema de los residuos. Sucesiones y series. Progresiones o sucesiones, término general, convergencia de una sucesión. Series, sucesión de sumas parciales, convergencia de una serie. Ejemplos de sucesiones y series típicas (aritmética, geométrica, armónica y otras). Serie geométrica y su convergencia. Expansión en serie de $1/(1-z)$. Series de Taylor y Maclaurin y su región de convergencia. Series de Laurent y su región de convergencia. Definición de ceros, polos y residuos. Teorema de los residuos. Transformada z.

4. Transformada de Laplace. Origen de la transformación de Laplace. Definición de la Transformada de Laplace bilateral y unilateral de una función de variable real. Cálculo de transformadas de Laplace mediante la definición. Ejemplos de funciones típicas y su transformada. La función escalón, la función rampa. Propiedades de la Transformada de Laplace. Propiedad de Linealidad. Primera propiedad de traslación (traslación o corrimiento real). La función escalón con corrimiento y su transformada. La función pulso y su transformada. La función Impulso Unitario o Delta de Dirac y su transformada. Segunda propiedad de traslación (traslación o corrimiento complejo). Transformada de la derivada y de la derivada múltiple. Transformada de la integral. Teorema del valor final. Teorema del valor inicial. Propiedad de cambio de escala. La convolución y su transformada de Laplace. La transformada inversa de Laplace. La fórmula de inversión. Propiedades de la Transformada inversa de Laplace. Cálculo de la transformada inversa mediante el uso de Tablas y expansión en fracciones parciales. Solución de ecuaciones integro-diferenciales por medio de transformada de Laplace.

5. Introducción al análisis de Fourier. Funciones y señales periódicas. Definiciones. Función periódica, periodo fundamental, frecuencia fundamental, frecuencia en Hertz, frecuencia angular. Funciones sinusoidales, Amplitud, frecuencia y fase. Funciones ortogonales, ortogonalidad de funciones sinusoidales. Series de Fourier en su forma trigonométrica para una señal de periodo arbitrario T. Coeficientes de Fourier y su obtención. Valor promedio y componente de CC, componentes armónicas. Series de Fourier en su forma exponencial compleja, espectro de frecuencia discreto. Simetrías par e impar y serie de Fourier de señales simétricas. De la Serie a la Integral de Fourier. Formas equivalentes de la integral de Fourier. La transformada de Fourier. Propiedades de la transformada de Fourier. Transformada de Fourier para algunas funciones del tiempo simples. Espectro de frecuencia continuo. La función rect, la función sinc y la función sinc normalizada. Relación entre la transformada de Laplace y la transformada de Fourier. Teoremas de Parseval y de Rayleigh. Condiciones de existencia de la Transformada de Fourier. Señales de energía finita y de potencia finita. La densidad espectral de energía y de potencia. La autocorrelación y la densidad espectral de energía.

**Bibliografía básica:**

- Kreyszig, Erwin . Matemáticas Avanzadas para Ingeniería. Tomos I y II. Ed. Limusa Wiley.
- Wunsch, A. David. Variable compleja con aplicaciones. Pearson Educación. 2^a edición. 1999.

Bibliografía complementaria:

- Zill, Dennis G; Dewae, Jacqueline M. Matemáticas Avanzadas para Ingeniería 2, Cálculo Vectorial, Análisis de Fourier y Análisis Complejo. Ed. Mc Graw Hill.
- James, Glyn. Matemáticas avanzadas para ingeniería. Ed. Prentice Hall.
- Brown, James Ward; Churchill, Ruel V. Variable Compleja y Aplicaciones. Ed. Mc Graw Hill.
- Spiegel, Murray R. Matemáticas Avanzadas para Ingeniería y Ciencias. Mc Graw Hill.
- Spiegel, Murray R. Análisis de Fourier. Mc Graw Hill.
- Speigel, Murray R. Variable Compleja. Mc Graw Hill.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería o Matemáticas, o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

Nota: El contenido de esta materia es similar al de “Cálculo IV” de la FIE, con horas incrementadas.



Termofluidos

Clave	CI3F03
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CB2M02, CB2F01

Objetivo: El alumno aplicará las ecuaciones fundamentales de la termodinámica, la mecánica de fluidos y la transferencia de calor, a la solución de problemas de ingeniería de fluidos y térmica.

Temario	Horas
1. Introducción.	2
2. Aplicaciones de la termodinámica.	26
3. Conceptos básicos de mecánica de fluidos.	22
4. Conceptos básicos de transferencia de calor.	14
5. Actividades prácticas.	32
Total	96

1. Introducción. Importancia de la ingeniería de fluidos y térmica para el ingeniero industrial. Aplicaciones.

2. Aplicaciones de termodinámica. Plantas térmicas de vapor. Plantas térmicas de gas. Plantas de ciclo combinado. Plantas de emergencia y cogeneración. Calderas y calorímetros. Ciclo Rankine. Turbina de gas. Turbina de vapor y condensadores. Planta de emergencia. Compresor reciprocatante.

3. Conceptos básicos de mecánica de fluidos. Ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía para volúmenes de control. Análisis dimensional, semejanza y teoría de modelos. Dispositivos de medición de velocidad y flujo. Flujo en tuberías. Manometría y viscosimetría. Medidores de velocidad. Medidores de gasto. Flujo en tubería. Bomba centrífuga.

4. Conceptos básicos de transferencia de calor. Conducción: Ley de Fourier, conductividad térmica. Convección: Ley de Newton de enfriamiento. Radiación: Ley de Stefan-Boltzmann. Mecanismos simultáneos. Método de las resistencias térmicas equivalentes. Introducción a los cambiadores de calor. Conducción y convección de calor.

Bibliografía básica:

- CENGEL, Y. A., BOLSES, M. A. Termodinámica. 7a. Edición. México. McGraw Hill Educación, 2012.
- POTTER, M. C., SCOTT, E.p. Thermal sciences: An introduction to thermodynamics, Fluid Mechanics and Heat Transfer U.S.A.. Thomson, 2004.



- POTTER, M.C. Y Wiggert, D.W., Mechanics of Fluids. 4th edition. U.S.A. CENGAGE Learning, 2011.

Bibliografía complementaria:

- CENGEL, Y.A., TURNER R.H., Fundamental of thermal-fluid sciences. 4th edition. U.S.A. Mc Graw Hill, 2011.
- MORAN, M. J., SHAPIRO, H. N., MUNSON, B. R., DEWITT, D. P. Introduction to thermal system. Engineering: thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer U.S.A. Wiley, 2003.
- MOTT, R. L. Mecánica de fluidos aplicada. 6a edición. México. Pearson Education, 2006.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero Mecánico, Mecánico Electricista o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en termodinámica, la mecánica de fluidos y la transferencia de calor. Con experiencia docente o preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia de “Termofluidos” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Circuitos eléctricos y electrónica

Clave	CI3E02
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	192
Número de créditos	12
Requisitos	CB2M02, CB2E01

Objetivo: El alumno analizará circuitos eléctricos a partir de los elementos, teoría básica y leyes correspondientes, el modelado y la resolución de redes, tanto de corriente directa como en los estados transitorios y sinusoidales permanentes así como, el manejo de herramientas básicas de simulación con equipo de cómputo y de instrumentos experimentales de circuitos eléctricos. El alumno diseñará circuitos electrónicos analógicos y digitales, aplicará técnicas de diseño de circuitos digitales, analógicos y de potencia usados en sistemas mecatrónicos.

Temario	Horas
1. Elementos básicos de circuitos resistivos	8
2. Circuitos resistivos con fuentes independientes y dependientes	12
3. Análisis del estado transitorio de circuitos RC, RL y RLC	16
4. Circuitos en estado sinusoidal permanente	20
5. Respuesta en frecuencia de circuitos eléctricos	8
6. Introducción a la electrónica básica	6
7. Diodos	6
8. Filtrado y regulación	4
9. Transistores	10
10. Lógica combinacional	10
11. Lógica secuencial	16
12. Dispositivos ópticos	6
13. Electrónica de potencia	32
14. Amplificadores operacionales	6
Actividades prácticas	32
Total	196

1. Elementos básicos de circuitos resistivos. . Elementos que constituyen un circuito, resistor y resistencia, modelos de fuentes ideales y reales de voltaje y de corriente. Ley de Ohm y convención pasiva de signos; potencia eléctrica y conservación de la carga, resistores en serie y en paralelo, transformación delta estrella. Leyes de Kirchhoff, métodos de análisis de circuitos: por mallas y por



nodos, principio de superposición. Análisis y diseño de circuitos resistivos por medio de simulación con equipo de cómputo.

2. Circuitos resistivos con fuentes independientes y dependientes. Fuentes de corriente y de voltaje dependiente o controlado, análisis de circuitos resistivos con fuentes independientes y dependientes. Transformación de fuentes, equivalencia de circuitos, teoremas de Thévenin y de Norton, teorema de máxima transferencia de potencia. Amplificador operacional como aplicación de circuitos con fuentes dependientes; configuración inversora, no inversora, el sumador, el seguidor y el comparador. Análisis y simulación de circuitos resistivos con fuentes independientes y dependientes con equipo de cómputo.

3. Análisis del estado transitorio de circuitos RC, RL y RLC. Señales básicas en la teoría de circuitos: escalón, impulso o delta de Dirac, rampa, exponencial y sinusoidal, su representación matemática y gráfica; obtención de la expresión matemática de señales lineales compuestas y su representación gráfica con equipo de cómputo. Obtención y análisis de los modelos matemáticos de los circuitos RC y RL, constantes de tiempo. Interpretación de las respuestas libre y forzada de los circuitos RC y RL con condiciones iniciales; respuesta a las señales básicas: escalón, impulso, exponencial y sinusoidal; aplicación del teorema de Thévenin para el planteamiento de la ecuación de circuitos RC y RL; análisis del circuito integrador con amplificador operacional. Circuito RLC serie con fuente de voltaje y paralelo con fuente de corriente: modelo matemático, ecuación característica y valores característicos; análisis de los diferentes tipos de respuesta libre de circuitos de segundo orden y su relación con los valores característicos: no amortiguada, subamortiguada, críticamente amortiguada y sobreamortiguada; respuesta completa de circuitos de segundo orden con condiciones iniciales: respuesta libre, natural u homogénea y respuesta forzada, permanente o particular; método de variables de estado para el planteamiento del modelo matemático de circuitos eléctricos de segundo orden; modelo matricial de circuitos de segundo orden. Diseño de circuitos de segundo orden, a partir de sus valores característicos y de gráficas de su respuesta completa. Análisis y simulación de circuitos RC y RL de primer y segundo orden, así como de circuitos RLC de segundo orden con equipo de cómputo.

4. Circuitos en estado sinusoidal permanente. Respuesta forzada de circuitos RC, RL y RLC a una excitación sinusoidal; función de excitación exponencial compleja; concepto de fasor; impedancia (resistencia y reactancia) y admitancia (conductancia y susceptancia) de elementos capacitivos e inductivos. Análisis de circuitos en estado sinusoidal permanente: fuentes dependientes, leyes de Kirchhoff y métodos de corrientes de malla y de voltajes de nodo usando fasores; aplicación de los teoremas de superposición y de Thévenin para el análisis de circuitos en estado sinusoidal permanente; diagramas fasoriales. Análisis y simulación de circuitos en estado sinusoidal permanente con equipo de cómputo. Concepto de potencia instantánea y promedio; valor efectivo o eficaz (rms) de una señal periódica; concepto de potencia compleja; factor de potencia y ángulo de potencia; problemas de corrección del factor de potencia de una instalación eléctrica. Obtención de la potencia compleja y resolución de problemas de corrección del factor de potencia con equipo de cómputo. Introducción a los sistemas trifásicos: descripción del generador trifásico, características principales, voltaje de fase o de línea a neutro y voltaje de línea a línea o entre fases; análisis de circuitos trifásicos balanceados con cargas delta y estrella; transformación delta estrella; potencia instantánea y promedio de circuitos trifásicos balanceados.

5. Respuesta en frecuencia de circuitos eléctricos. Función de red y función de transferencia de un circuito en estado sinusoidal permanente: obtención de su ganancia y de su ángulo de desfase en



función de la frecuencia; concepto de decibelio y el diagrama de Bode. Resonancia de un circuito RLC y su relación con el factor de potencia; factor de calidad y ancho de banda de un circuito resonante. Filtros de primer orden con circuitos RC y RL, concepto de frecuencia de corte y de factor de calidad de un filtro. Filtros de segundo orden con circuitos RLC: pasa bajas, pasa altas, pasa bandas y supresor de bandas. Análisis, diseño y simulación de filtros de primer y segundo orden con equipo de cómputo.

6. Introducción a la electrónica básica. Aspectos históricos de la electrónica y su definición. Materiales semiconductores: modelo atómico, bandas de energía, enlaces químicos, materiales N y P.

7. Diodos. Estructura y funcionamiento. Modelo real e ideal. Aplicaciones: rectificadores, multiplicadores de voltaje, recortadores, fijadores y compuertas con diodos. Simulación de circuitos de aplicación con diodos mediante herramientas de cómputo.

8. Filtrado y regulación. Filtros para fuentes de poder. El diodo zener como regulador de voltaje: estructura funcionamiento y aplicaciones. Reguladores integrados: fijos y variables. Fuentes de poder. Diseño y pruebas de circuitos reguladores de voltaje mediante herramientas de cómputo.

9. Transistores. Estructura y funcionamiento del transistor TBJ: corte-saturación, amplificación y acoplamiento. Configuraciones básicas: emisor común, colector común y base común. Transistor de efecto de campo (FET y MOSFET). Circuitos de aplicación. Simulación de circuitos de aplicación basados en transistores con herramientas de cómputo.

10. Lógica combinacional. Sistemas de numeración: representación de los sistemas de numeración, cambio de base y operaciones aritméticas. Compuertas lógicas. Álgebra de Boole. Reducción de funciones booleanas. Bloques combinacionales: codificador, decodificador, multiplexor y circuitos aritméticos. Simulación de circuitos lógicos combinacionales con herramientas de cómputo.

11. Lógica secuencial. Flip-flops: latch, R-S, J-K, D y T. Contadores. Registros de corrimiento. Máquinas de estado. Dispositivos lógicos programables (PLDs). Diseño y simulación de sistemas lógicos secuenciales con herramientas de cómputo.

12. Dispositivos ópticos. Fotodiodos y fototransistores. Optoacopadores. Simulación de circuitos de aplicación con dispositivos ópticos.

13. Electrónica de potencia. Clasificación de los convertidores de electrónica de potencia. Eficiencia de los circuitos electrónicos. Dispositivos semiconductores de potencia: diodos, transistores BJT, Tiristores. Tipos de tiristores. Circuitos de disparo de tiristores. Circuitos de commutación natural. Rectificadores no controlados. Circuitos de commutación forzada. Simulación de dispositivos de potencia mediante herramientas de cómputo.

14. Amplificadores operacionales. Estructura y funcionamiento. Configuraciones básicas. Circuitos de aplicación. Introducción a los convertidores analógico/digital y digital/análogo. Simulación de circuitos de aplicación con amplificadores operacionales con herramientas de cómputo.

Bibliografía básica:

- DORF, Richard. Circuitos eléctricos. 8a edición. México. Alfaomega, 2011.



- HAYT, William, KEMMERLY, Jack, DURBIN, Steven. Análisis de circuitos en ingeniería. 8a edición. México. McGraw-Hill, 2012.
- JOHSON, David E., HILBURN, John L. Análisis básico de circuitos eléctricos. 3a edición. México. Prentice Hall, 1996.
- BOYLESTAD, R., NASHELSKY, L. Electrónica Teoría de Circuitos y dispositivos electrónicos. 10a edición, México. Prentice Hall, 2010.
- MANDADO, E. Sistemas electrónicos digitales. 9a edición. Barcelona. Alfaomega Marcombo, 2008.
- SCHILLING, D. Circuitos electrónicos: discretos e integrados. 2a edición. México. Alfaomega Marcombo, 1991.

Bibliografía complementaria:

- BOYLESTAD, Robert. Introducción al análisis de circuitos. 12a edición. México. Pearson, 2011.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero Mecatrónico, Electrónico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el diseño de circuitos electrónicos analógicos y digitales. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia considera las materias “Análisis de circuitos” y “Electrónica básica” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Introducción a la lógica digital y microcontroladores

Clave	CI3E03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CB2E01

Objetivo: El alumno aplicará dispositivos de baja, media y alta escala de integración, así como diferentes metodologías y herramientas para el diseño de sistemas digitales.

Temario	Horas
1. Introducción a los circuitos digitales.	12
2. Máquinas de estado algorítmico (cartas ASM).	12
3. Microprogramación y diseño de microprocesadores.	8
4. Microcontroladores.	32
5. Ejemplos de aplicación con microcontroladores comerciales.	32
Actividades prácticas.	32
Total	128

1. Introducción a los circuitos digitales. Compuertas TTL, DTL, RTL y CMOS. Voltaje de los estados lógicos (VIH, VIL, VOH y VOL). Concepto de fanout, conexión entre compuertas TTL y CMOS. Diagramas lógicos y diagramas de conexiones, implementación de funciones con compuertas NAND, NOR, multiplexores y decodificadores. Circuitos secuenciales: modelo Mealy y modelo Moore, diagramas de estado, registros (ES/SS, EP/SS, ES/SP, EP/SP, registro universal), memorias (tipos de memorias, direccionamiento, expansión del tamaño de palabra y tamaño de la memoria, partición de memoria). PLDs, implementación de funciones booleanas, implementación de circuitos secuencias con funciones de estado, el PLD como máquina de estado (síncrona y asíncrona).

2. Máquinas de estado algorítmico (cartas ASM). Definición de una carta ASM, componentes de una carta ASM, proceso de diseño, representación de estructuras while y for. Implementación de cartas ASM con memorias y registros. Implementación de cartas ASM con PLDs. Diseño auxiliado con multiplexores, decodificadores, contadores y registros.

3. Microprogramación y diseño de microprocesadores. Direccionamiento por trayectoria, direccionamiento entrada-estado, direccionamiento implícito, direccionamiento en formato variable. Lenguaje de transferencia de registros y microinstrucciones. Instrucciones y ciclo de fetch, códigos de instrucción. La unidad de procesamiento (ALU, bus de datos, bus de instrucción, registro de instrucción, contador de programa, el registro de status, stack pointer).



4. Programación de microcontroladores. Introducción (diferencia entre un microprocesador y un microcontrolador), arquitecturas y periféricos, herramientas de desarrollo. Estructura del lenguaje ensamblador e instrucciones del microcontrolador. Interrupciones (definición, el Stack Pointer, vector de interrupción, manejo de interrupciones). El timer (interrupción en tiempo real, contador de eventos externos, salida de comparación). Modulación de ancho de pulso (PWM), programación y aplicaciones. El convertidor analógico digital (arquitectura, configuración y aplicaciones). Configuración serial asíncrona (definición, configuración y aplicación). Configuración serial síncrona (definición, configuración y aplicación). Lenguaje de alto nivel. Combinación de lenguaje de alto nivel y lenguaje ensamblador.

5. Ejemplos de aplicación con microcontroladores comerciales. Revisión de controladores comerciales comunes (arduino, pic, etc.). Proyecto de aplicación.

Bibliografía básica:

- FLETCHER, William. An Engineering Approach to Digital Design. E.U.A. Prentice Hall, 1980.
- MORRIS, Mano. Diseño Digital. 3a edición. México. Prentice Hall, 2003.
- NASHELSKY. Fundamentos de tecnología digital. México. Limusa, 1993.
- Manuales de microcontroladores comerciales.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero Mecatrónico, Electrónico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el diseño de sistemas digitales. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Circuitos digitales” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Técnicas avanzadas de programación

Clave	IA3P03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CI2P02

Objetivo: El alumno diseñará sistemas de cómputo con interfaces gráficas de usuario, con base en el paradigma de la programación orientada a objetos y programación concurrente. El alumno elaborará programas eficientes, con un desempeño a prueba de fallas y que sean amigables con el usuario. Se utilizará como lenguaje de referencia a C++.

Temario	Horas
1. Importancia del software en la mecatrónica.	2
2. Metodología de la programación orientada a objetos en C++.	20
3. Desarrollo de sistemas de cómputo orientados a objetos.	12
4. Interfaces gráficas de usuario.	30
5. Programación concurrente.	32
Actividades prácticas	32
Total	128

1. Importancia del software en la mecatrónica. Diferencia entre programación y codificación. El lugar que ocupa el software en los sistemas mecatrónicos. Clasificación de los lenguajes de programación según su: nivel de abstracción (bajo nivel, nivel medio, alto nivel), propósito (general, específico), generación o evolución histórica (1GL, 2GL, 3GL, 4GL, 5GL), manera de ejecutarse (interpretados, compilados). Ejemplos de los distintos tipos de lenguajes de programación y sus áreas de aplicación.

2. Metodología de la programación orientada a objetos en C++. Clases y objetos. Constructores, atributos y métodos. Encapsulación, herencia y polimorfismo. Sobrecarga de funciones. Sobrecarga de operadores. Manejo de errores y de excepciones. Arreglos y colecciones. Implementación de interfaces. Manejadores de eventos. Construcción de bibliotecas y reutilización de código. Almacenamiento, actualización y eliminación de información en base a estructuras. Manejo de archivos (escritura, lectura, acceso secuencial, acceso aleatorio).

3. Desarrollo de sistemas de cómputo orientados a objetos. Análisis y definición de los requerimientos del usuario y del sistema. Diseño y modelado de sistemas, utilizando el Lenguaje de



Modelado Unificado (UML). Desarrollo de los subsistemas. Integración del sistema. Verificación, validación y pruebas del software. Mantenimiento del software (depuración, actualización, evolución).

4. Interfaces gráficas de usuario. Diseño y construcción de interfaces gráficas. Reglas y metodología para el diseño de interfaces claras, concisas, eficientes y fáciles de usar. Uso y configuración de controles predefinidos: formularios, botones de comando, cajas de texto, etiquetas, botones de opción, casillas de verificación, listas, timers, menús, barras de herramientas. Diseño y construcción de controles personalizados. Uso de la interfaz de dispositivos gráficos para realizar dibujos. Utilización del ambiente Qt para el desarrollo de interfaces gráficas en C++.

5. Programación concurrente. Introducción a la concurrencia. Necesidad de concurrencia. Diferencias entre procesos e hilos. Manejo y sincronización de procesos: procesos padre y atributos de los procesos; creación y destrucción de procesos hijos; asignación dinámica de memoria; memoria compartida.; Semáforos. Manejo de hilos: creación de hilos; Tratamiento de errores; Atributos de un hilo; Cancelación de hilos; Funciones seguras y reentrantes; Planificación y sincronización de hilos. Comunicación entre procesos e hilos: Señales; Tuberías; Sockets.

Bibliografía básica:

- Bronson, Gary J. C++ for Engineers and Scientists. Third edition. Cengage Learning. 2010.
- CAIRÓ, Osvaldo. Estructuras de datos. México. McGraw-Hill, 2006.
- Francisco M. Márquez. UNIX: Programación avanzada, 3ra edición Alfaomega 2004.

Bibliografía complementaria

- BOOCH, Grady. El lenguaje unificado de modelado. Manual de referencia. 2a edición. España. Pearson, 2007.
- BRAUDE, Eric J. Ingeniería de software. Una perspectiva orientada a objetos. México. Alfaomega, 2007.
- CAIRÓ, Osvaldo. Estructuras de datos. México. McGraw-Hill, 2006.
- LÓPEZ ROMÁN, Leobardo. Metodología de la programación orientada a objetos. México. Alfaomega, 2007.
- PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. México. McGraw-Hill, 2005.
- SCHMULLER, Joseph. Aprendiendo UML en 24 horas. México. Prentice-Hall, 2000.
- Milan Milenkovic. Sistemas Operativos: conceptos y diseño. 2da edición. McGraw-Hill 1996.
- Abraham Silberschatz. Fundamentos de Sistemas Operativos. 7ma edición McGraw-Hill 2006



Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería en Computación. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Mecánica de Materiales

Clave	CI3T03
Horas teoría/semana	4
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	160
Número de créditos	10
Requisitos	CB2F02

Objetivo: El alumno analizará e inferirá el comportamiento mecánico de los materiales tecnológicos, con base en la identificación de las fuerzas internas que se producen bajo la acción de fuerzas externas, considerando la geometría y las propiedades mecánicas de los materiales.

Temario	Horas
1. Estructura del átomo.	5
2. Fuerzas interatómicas y ordenamiento cristalino.	10
3. Defectos cristalinos.	5
4. Diagramas de fase.	10
5. Difusión de sólidos.	5
6. Comportamiento mecánico de materiales tecnológicos	20
7. Materiales para ingeniería.	20
8. Esfuerzo y deformación	20
9. Análisis de esfuerzos en vigas	25
10. Esfuerzos bajo cargas combinadas y transformación de esfuerzos Elementos sometidos a torsión	30
Actividades prácticas	10
Total	160

- 1. Estructura del átomo.** Estructura del átomo. Modelo atómico. Configuración electrónica. Tabla periódica.
- 2. Fuerzas interatómicas y ordenamiento cristalino.** Fuerzas interatómicas e intermoleculares. Redes de Bravais. Arreglos típicos en metales y sus características. Índices de Miller.
- 3. Defectos cristalinos.** Clasificación de los defectos cristalinos. Defectos de punto, átomos intersticiales, sustitucionales y sitios vacantes. Defectos de línea. La dislocación, sus tipos y características (campo de esfuerzos y energía asociada). Defectos de superficie. Interacciones entre defectos cristalinos.
- 4. Diagramas de fase.** Conceptos básicos. Límite de solubilidad, fase, fase de equilibrio termodinámico, microestructura. Diagramas binarios. Sus tipos principales, transformaciones



invariantes. Diagrama hierro-carbono (metaestable y estable). Microestructuras características del diagrama hierro-carbono.

5. Difusión de sólidos. Concepto de esfuerzo y deformación. Deformación elástica y plástica. Límite elástico teórico. Sistema de deslizamiento. Ley de Schmidt. Dislocaciones y la deformación plástica. Conceptos básicos de fractura. Mecanismos de la difusión a través de los sólidos. Justificación termodinámica de la difusión. Difusión en estado estable. Primera y segunda leyes de Fick. Factores que influyen en la difusión. Fenómenos que involucran procesos difusivos.

6. Comportamiento mecánico de materiales. Dislocaciones y endurecimiento. Endurecimiento por tamaño de grano. Endurecimiento por trabajo en frío. Endurecimiento por solución sólida. Endurecimiento por precipitación. Endurecimiento por transformación martensítica.

7. Materiales para ingeniería. Clasificación de los materiales. Aceros y fundiciones. El cobre y sus aleaciones. El aluminio y sus aleaciones. Otros metales y aleaciones de amplio espectro industrial. Polímeros para ingeniería. Cerámicos para ingeniería. Otros materiales de amplia aplicación en ingeniería. Propiedades físicas, químicas, eléctricas, mecánicas y tecnológicas.

8. Esfuerzo y deformación. Esfuerzo y deformación, Ley de Hooke y módulo de elasticidad, Comportamiento elástico y plástico de metales. Esfuerzo normal de tensión y compresión, Esfuerzo cortante, Flexión y Torsión. Representación gráfica de esfuerzo por medio del Círculo de Mohr. Representación de círculo de Mohr de esfuerzos cortantes y normales flexión y torsión. Comportamiento frágil y dúctil.

9. Análisis de esfuerzos en vigas. Diagramas de fuerza cortante y momento flector en vigas. Método de secciones. Método gráfico. Miembros estáticamente sometidos a flexión. Miembros estáticamente sometidos a torsión Transmisión de potencia. Flexión en barras rectangulares y redondas. Torsión en barras circulares. Condiciones de esfuerzo en el plan. Determinación de los esfuerzos en una viga sometida a flexión. Esfuerzo cortante debido a una carga transversal.

10. Esfuerzos bajo cargas combinadas y transformación de esfuerzos. Superposición de esfuerzos. Esfuerzos bajo diferentes combinaciones de carga para obtener el estado de esfuerzo en un punto (casos de aplicación). Transformación de esfuerzos y de deformaciones en el plano. Círculo de Mohr para estados de esfuerzo y deformación en el plano.

Bibliografía básica:

- BEER, F. Mechanics of Materials. 6th edition. New York, USA. McGraw-Hill, 2012.
- BEER, F. Mecánica de Materiales. 6a edición. Cd. de México. McGraw-Hill, 2013.
- HIBBELER, R. C. Mechanics of Materials. 8th edition. USA. Prentice Hall, 2011.
- HIBBELER, R. C. Mecánica de materiales. 8a. Edición. México. Pearson, 2011.
- MOTT, R. L. Resistencia de Materiales. 5a edición. Naucalpan de Juárez, Edo. Mex. Pearson, 2009.
- MOTT, R. L. Applied Strength of Materials. 5th edition. Columbus Ohio, USA
- Prentice Hall, 2008.



Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en ingeniería mecánica o afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado. Contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

Nota: El contenido de esta materia corresponde a la materia de “Mecánica de sólidos” del programa de mecatrónica de la UNAM, adicionando la parte práctica.



Introducción a la economía

Clave	CE3E01
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	64
Número de créditos	4
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno comprenderá los conceptos y procesos básicos de la economía, en sus aspectos micro y macroeconómicos, y adquirirá elementos de juicio para el conocimiento y análisis del papel del Estado en la instrumentación de políticas económicas. Asimismo, valorará las características del desarrollo económico actual de México y sus perspectivas de evolución, en el contexto de los retos económicos de nuestro tiempo.

Temario	Horas
1. Conceptos básicos de economía	4
2. Microeconomía	20
3. Macroeconomía	16
4. Políticas macroeconómicas	12
5. Desarrollo económico: retos y perspectivas económicas	12
Total	64

1. Conceptos básicos de economía. Definición de economía. Concepto de escasez. Tierra, trabajo y capital. Método del estudio de la economía. Relación entre economía y otras disciplinas. Diferencia entre macroeconomía y microeconomía. Economía positiva y economía normativa. Debate de las teorías económicas.

2. Microeconomía. Objeto del estudio de la microeconomía. Alternativas de producción. Oferta y demanda. Elasticidad. Teoría de la elección del consumidor. Función de producción y costos de producción. Competencia perfecta. Monopolio y competencia imperfecta.

3. Macroeconomía. Concepto y utilidad de la macroeconomía. Principales agregados macroeconómicos (Producto Interno Bruto; Matriz de Insumo Producto; medición de la inflación; empleo y desempleo; obtención de cifras reales del PIB). Demanda y oferta agregada (el equilibrio macroeconómico). Enfoques monetarista y estructuralista sobre el problema de la inflación. Ciclo económico.

4. Políticas macroeconómicas. Los problemas macroeconómicos fundamentales. El Estado y el mercado en la economía. Los mecanismos de intervención del Estado en la economía y sus principales objetivos. Política fiscal. Política monetaria. La política económica en un contexto



internacional (la balanza de pagos; los tipos de cambios; ajuste en la balanza de pagos). Sistema financiero mexicano.

5. Desarrollo económico: retos y perspectivas económicas. Definición de desarrollo. Comprensión del proceso de globalización. Concepto de globalización y concepto de globalización financiera. Definición de subdesarrollo. Concepto de crecimiento económico. Diferencias entre desarrollo económico y crecimiento económico. La reforma económica y el Washington Consensus. Resultado e impacto de las reformas en los países de la región de Latinoamérica. Definición de países BRIC (Brasil, Rusia, India y China). Definición de desarrollo humano. Los retos del milenio. Relación entre género y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Derechos Económicos y Sociales Humanos (DESH).

Bibliografía básica:

- ASTUDILLO, Marcela, PANIAGUA, Jorge. Fundamentos de economía. México.
- Instituto de UNAM-Investigaciones Económicas, 2012.
- GIRÓN, Alicia, QUINTANA, Aderak, LÓPEZ, Alejandro. Introducción a la economía: notas y conceptos básicos. México. Instituto de Investigaciones Económicas - UNAM, 2009.
- STIGLITZ, Joseph E., WALSH, Carl E. Macroeconomía. Barcelona. Ariel, 2009.
- STIGLITZ, Joseph E., WALSH, Carl E. Microeconomía. Barcelona. Ariel, 2009

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Economía, otras profesiones afines con maestría o doctorado en Economía. Experiencia profesional en docencia e investigación en la disciplina económica. Mínimo 3 años de experiencia. Capacidad para despertar el interés en los alumnos en el conocimiento de los conceptos y procesos fundamentales de la economía.

Nota: El contenido de esta materia considera las materias “Introducción a la economía” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Inglés 5 y 6

Clave	OC3I56
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	160
Número de créditos	10
Requisitos	OC2I34

Objetivo: Aprender el idioma inglés.

Temario:

Los contenidos de los semestres 5 y 6 de Inglés ofrecidos por el Departamento de Idiomas de la UMSNH.



Cuarto año

Ingeniería de manufactura

Clave	DI4T05
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CI3T03

Objetivo: El alumno identificará la maquinaria, equipos y métodos de manufactura para la transformación de materiales en productos útiles.

Temario	Horas
1. Clasificación de procesos de manufactura.	3
2. Manufactura por corte.	4
3. Teoría de corte ortogonal.	6
4. Parámetros de corte.	8
5. Procesos de corte: Torneado, Fresado, Taladrado, Escariado.	10
6. Rectificación: Esmerilado, Honeado, Lapeado, Pulido).	10
7. Manufactura por métodos no convencionales.	10
8. Deformación plástica de materiales (conformado).	5
9. Procesos de conformado masiva.	15
10. Procesos de formación de hojalata.	10
11. Procesos de colado.	5
12. Selección de materiales y procesos de manufactura.	5
13. Metrología: medición mecánica.	5
Total	96

- 1. Clasificación de procesos de manufactura.** Clasificación de procesos de manufactura. Importancia de la manufactura desde un punto de vista técnico y económico.
- 2. Manufactura por corte.** Máquinas herramientas. Equipo de tornado, fresado, taladro, brochado, rectificado, cepillado.
- 3. Teoría de corte ortogonal.** Introducción al estudio teórico del corte. Descripción de las fuerzas de corte en el maquinado. Descripción de la potencia útil en el maquinado. Definir la maquinabilidad y describir sus principales factores
- 4. Parámetros de corte.** Análisis de fuerzas de corte, Velocidad de corte. Velocidad de avance. Volumen de desbaste. Tiempo de operación de corte



5. **Procesos de corte.** Análisis del proceso tecnológico para piezas maquinadas. Normalización y símbolos para el maquinado. Descripción de la hoja de ruta de trabajo. Ejercicios de aplicación para las diferentes máquinas herramientas. Análisis comparativo de la mecanización y la automatización.
6. **Rectificación.** Procesos de acabado y de rectificación: Esmerilado, Honeado, Lapeado, Pulido. Calidad de superficies de acabado.
7. **Manufactura por procesos no convencionales.** Aplicación de procesos de maquinado no convencional. Fresado químico Troquelado fotoquímico, Maquinado electroquímico, Maquinado pro descarga eléctrica, Corte por LASER, Corte por plasma, Corte abrasivo por chorro de agua, Cote por Haz de electrones
8. **Deformación plástica de materiales.** Análisis de procesos de conformado por deformación
9. **Procesos de conformado masiva.** Procesos de forja y laminación. Procesos de extrusión. Procesos de conformado de lámina. Procesos de estirado.
10. **Procesos de formación de hojalata.** Doblado, Embutido, Troquelado, Nibblado, Estirado de láminas. Análisis de fuerzas. Restitución, Efectos de anisotropía.
11. **Procesos de colado.** Métodos de fundición. Los metales en estado líquido. Moldes y corazones. Llenado del molde y solidificación. Defectos en las piezas fundidas: porosidad, grietas y fisuras, microcavidades. Propiedades mecánicas de las piezas fundidas. Fundamentos para obtener piezas fundidas sanas. Diseño del sistema de colada y alimentación. Parámetros que determinan la precisión de las piezas fundidas.
12. **Selección de materiales y procesos de manufactura.** Materiales de ingeniera, Selección de materiales y forma. Procesos y selección de procesos de manufactura.
13. **Metrología: Medición mecánica.** Clasificación de Instrumentos de medición mecánica: Calibradores e Instrumentos de medición. Definiciones en la medición mecánica: error sistemático y aleatorio, Rango, Sensibilidad y Representación del resultado de medición. Aptitud de instrumentos de medición mecánica. Instrumentos de medición mecánica: Micrómetro, Vernier, Comparador, Calibradores pasa / no-pasa.

Bibliografía básica:

- DEGARMO E., Black, J. KOSHER, R. Materials and processes in manufacturing. 9th edition. New York, U.S.A. Prentice-Hall Hispanoamericana, 2011.
- GROOVER, M. P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. 3ra edición. México. McGraw Hill, 2009.
- SCHEY A., J. Introduction to manufacturing processes. 3th edition. Boston, U.S.A. McGraw-Hill, 2000.
- Ashby Michael F.; Material selection in Mechanical Design.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X



Uso de software especializado

X Uso de redes sociales con fines académicos



Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería mecánica o afín, preferentemente con estudios de posgrado, con conocimientos teóricos y con amplia experiencia en el área de ingeniería de manufactura y sistemas de manufactura auxiliados por computadora. Contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Análisis de señales y transductores

	CI4C01
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	192
Número de créditos	8
Requisitos	CI3E02

Objetivo:

- a) El alumno diseñará sistemas electrónicos lineales para el procesamiento y acondicionamiento de señales analógicas simples y compuestas y su aplicación en sistemas mecatrónicos.
- b) El alumno valorará los elementos constituyentes de un sistema de medición a través del desarrollo de esquemas de acondicionamiento de señales electrónicas para sensores y actuadores de un sistema mechatrónico.

Temario	Horas
1. Introducción.	10
2. Señales.	12
3. Filtros.	12
4. Comparadores.	10
5. Generadores de señales.	12
6. Mallas de fase encadenada.	12
7. Amplificadores de potencia.	12
8. Otras funciones.	12
9. Introducción a la instrumentación.	2
10. Metrología: conceptos fundamentales y sistemas de medición.	10
11. Transductores.	20
12. Acondicionamiento de entradas y salidas.	20
13. Caracterización de sensores comerciales.	14
Actividades prácticas.	32
Total	192

1. Introducción. Introducción a los sistemas electrónicos lineales. El amplificador operacional: características ideales contra reales, especificaciones del fabricante, compensación de desajustes y compensación en frecuencia, configuraciones básicas, síntesis de controladores elementales.

2. Señales. Señales continuas en el tiempo. Señales discretas en el tiempo. Teorema del muestreo. Análisis en frecuencia de señales.



3. Filtros. Introducción a los filtros: filtros pasivos, filtros activos. Características de filtros de primer y segundo orden. Filtros Butterworth, Chebyshev y otros. Aplicaciones.

4. Comparadores. Comparadores de voltaje: comparador de nivel, comparador con histéresis, comparador de voltaje integrado, comparador de ventana, aplicaciones. Comparador de frecuencia.

5. Generadores de señales. Oscilación: definición, características, principio de autoencendido. Señales elementales: cuadrada, triangular, diente de sierra y otras. Oscilador de relajación. Aplicaciones.

6. Mallas de fase encadenada. Bloques funcionales de una malla de fase encadenada. Ejemplos de diseño: sintetizador de frecuencia, control de velocidad en sistemas de C.C., otros.

7. Amplificadores de potencia. Introducción a los amplificadores de potencia. Etapas de potencia. Transferencia térmica y disipadores. Aplicaciones.

8. Otras funciones. Temporizadores. Amplificador de instrumentación. Radiofrecuencia.

9. Introducción a la instrumentación. Definición de instrumentación en el contexto de los procesos y productos mecatrónicos: instrumentación, medición, transductor, sensor. La instrumentación: simbología, normatividad y sus aplicaciones.

10. Metrología: conceptos fundamentales y sistemas de medición. Sistema Internacional de Unidades. Unidades de las magnitudes físicas (CGS, MKS, MKFS, MKSA). Definiciones: rango de medición, error (error de medición, error relativo, error absoluto, error sistemático, error aleatorio), estabilidad, sesgo, linealidad, repetibilidad, sensibilidad, histéresis, reproducibilidad, y resolución. Metrología: Estándar de medición, Tipo de patrones, Trazabilidad, Calibración, Organismos de estandarización. Representación y manejo de datos experimentales, Incertidumbre.

11. Transductores. Concepto de transductor y sensor. Transductores de variables mecánicas a variables eléctricas. Transductores de variables eléctricas. Transductores de variables hidráulicas a variables eléctricas. Transductores de variables térmicas a variables eléctricas. Transductores de variables químicas a variables eléctricas (pH, conductividad, concentración de oxígeno, etc).

12. Acondicionamiento de entradas y salidas. Acondicionamiento electrónico de señales: acondicionamiento de amplitud y de frecuencia (filtrado) y compensación de señales. Etapas de potencia: salidas ON/OFF y analógicas (transistorizadas, integradas) y cálculo de disipadores. Actuadores. El amplificador de instrumentación para acondicionamiento de señales pequeñas.

13. Caracterización de sensores comerciales. Clasificación y funcionamiento de los sensores: por su salida y por las variables a medir. Parámetros de selección: variable a medir, rango de medida, rango de salida, precisión de la medida, condiciones físicas del medio y las características dinámicas de operación.

Bibliografía básica:

- Fraden Jacob. Handbook of Modern Sensors Springer 5th Edition, 2016



- CREUS, A. Instrumentación industrial. 8a edición. México. Alfaomega, 2010.
- RAMÓN PALLAS. Sensores y acondicionadores de señal. 4a edición. México. Alfaomega Marcombo, 2007.
- CENTINKUNT, S. Mecatrónica. 1era edición. México. Patria, 2009.
- CONNELLY, J.a. Analog Integrated Circuits; Devices Circuits, Systems and Applications U.S.A. J. Wiley, 1987.
- Chi-Tsong Chen. Signals and Systems: A Fresh Look. 2009.
- J. FRADEN. Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs and Applications. 3rd edition. U.S.A. Springer, 2004.

Bibliografía complementaria:

- COUGHLIN, R. F., DRISCOLL, F.f. Circuitos integrados lineales y amplificadores operacionales. México. Prentice-Hall, 2000.
- FLOYD, T.I. Dispositivos electrónicos. México. Prentice-Hall, 2008.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero Mecatrónico, Electrónico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el diseño de sistemas electrónicos lineales y su aplicación en sistemas mecatrónicos. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Sistemas electrónicos lineales” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Análisis y síntesis de mecanismos

Clave	IA4T01
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CI3T03

Objetivo: Al finalizar el curso el alumno conoce diferentes mecanismos utilizados en máquinas, instrumentos y actuadores. Analiza y simula mecanismos. Diseña un mecanismo a partir de requerimientos específicos. El alumno forma antecedentes básicos para el diseño mecánico y mecatrónico, análisis y prueba de sistemas planos acoplados desde el punto de vista cinemático y dinámico.

Temario	Horas
1. Introducción a la cinemática de mecanismos.	10
2. Análisis cinemático de mecanismos.	30
3. Síntesis de mecanismos planos.	10
4. Análisis cinético de mecanismos.	30
5. Cinemática de engranes rectos.	20
6. Síntesis de levas planas.	12
Actividades prácticas.	16
Total	128

1. Introducción a la cinemática de mecanismos. Introducción al estudio de los mecanismos. Definición de mecanismo y máquina. Tipos de movimiento en los elementos de un mecanismo. Uniones cinemáticas. Concepto de grados de libertad (criterios de Gruebler y Grashoff).Tipos de mecanismos, mecanismos equivalentes e inversión cinemática.

2. Análisis cinemático de mecanismos en el plano. Análisis vectorial de posición, velocidad y aceleración de mecanismos. Generación y simulación en computadora de mecanismos. Análisis vectorial de velocidad y aceleración en mecanismos con efecto Aplicaciones de las trayectorias de los puntos de la barra acopladora al diseño de mecanismos con cuatro eslabones. Mecanismos cognados y sus aplicaciones, ángulo de transmisión.

3. Síntesis de mecanismos en el plano. Introducción a la síntesis de mecanismos. Síntesis de mecanismos planos de cuatro barras para dos y tres posiciones.



4. Análisis cinético de mecanismos Métodos de análisis de fuerzas y torques: Principio de superposición, método matricial (Segunda Ley de Newton) y Método de Energías. Análisis de fuerzas en mecanismos usando algoritmos y software computacional.

5. Cinemáticas de engranes rectos. Nomenclatura de engranes. Teorema fundamental del engranamiento e involutometría. Relación de movimiento en sistemas: piñón corona, piñón-cremallera, piñón con engrane de dientes internos. Interferencia en engranes "backlash". Fenómeno de acción entre engranes. Relación de velocidades en transmisiones a base de engranes, incluyendo sistemas planetarios. Determinación y simulación del perfil del diente de un engrane recto.

6. Síntesis de levas planas. Introducción al estudio de levas, mecanismos de los tres cuerpos, tipos de levas y seguidores, el problema de síntesis. Síntesis vectorial de levas. Síntesis de levas utilizando gráficas de desplazamiento y/o velocidad. Síntesis vectorial del perfil de la leva para seguidores de traslación de cara plana y de rodillo.

Bibliografía básica:

- Myszka D. H. Máquinas y Mecanismos Pearson 2012
- NORTON, R. L. Diseño de maquinaria. México. McGraw Hill, 2005.
- SUH C. H., Radcli E C. W. Kinematics and Mechanism Design. John Wiley & Sons, 1983.
- NORTON, Robert L. Diseño de máquinas, Un enfoque integrado. México. Pearson, 2011.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecánico o mecatrónico, con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de ingeniería de diseño. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.



Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Mecanismos” y “Diseño de elementos de máquinas” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Máquinas eléctricas

Clave	CI4T02
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	8
Requisitos	CI3E02

Objetivo: El alumno explicará teórica y prácticamente el comportamiento de las máquinas eléctricas. Al finalizar el curso, el alumno podrá seleccionar, adquirir, instalar, usar y mantener el equipo para una industria.

Temario	Horas
1. Introducción a los principios de la máquina.	6
2. Transformadores.	6
3. Motores de inducción.	10
4. Máquinas síncronas.	10
5. Máquinas de corriente directa.	10
6. Motores para sistemas de control de movimiento (servomecanismos).	12
7. Motores de uso especial.	10
Actividades prácticas.	32
Total	96

1. Introducción a los principios de la máquina. Leyes básicas del magnetismo: leyes de Ampere, ley de Faraday, ley de Lenz, principios de la conversión de energía. Campo magnético y circuitos magnéticos. Circuitos eléctricos, fasores eléctricos y plano complejo. Corrientes: real o activa, reactiva y aparente en corriente alterna. Triángulo de potencias, factor de potencia.

2. Transformadores. Generalidades. Teoría del transformador. Elementos que conforman un transformador. Principio del funcionamiento u operación. Circuito eléctrico equivalente del transformador. Aspectos prácticos del circuito eléctrico equivalente; regulación de tensión o voltaje. Conexiones de transformadores; polaridad. Transformadores trifásicos. Transformadores de instrumentos. Especificaciones del transformador.

3. Motores de inducción. Generalidades y elementos que conforman el motor de inducción. Estator y rotor. Principio de operación del motor trifásico. Campo magnético giratorio. Efectos del campo magnético giratorio sobre las fases. El rotor y su comportamiento eléctrico. Circuito eléctrico



equivalente; análisis y determinación de sus parámetros. Curvas par-velocidad. Arrancadores. Motores monofásicos de inducción. Especificaciones del motor de inducción, tipos de cubiertas. Controladores de velocidad de estado sólido. Instalación del motor (Normas técnicas de la Secretaría de Economía).

4. Máquinas síncronas. Generalidades. Principio de operación del generador, distinción entre generadores de C.D. y C.A. Velocidad síncrona y sus elementos de control. Máquinas de polos lisos y polos salientes. Principio de operación del motor síncrono. Arranque del motor síncrono. Control del factor de potencia, operación como condensador síncrono. Operación dual.

5. Máquinas de corriente directa. Generalidades. Generador autoexcitado. Regulación de voltaje. Principio de operación del motor, fuerza contra-electromotriz. Arranque del motor y tipos de arrancadores. Análisis del par y comportamiento de la velocidad, curvas par-velocidad. Control de velocidad, métodos tradicionales, uso de elementos de estado sólido y dispositivos electrónicos. Puente H, esquema de control PWM. Principio de operación del generador. Fuerza electromotriz inducida. Armadura, tipos de bobinados, commutación. Reacción de armadura, control del eje neutro.

6. Motores para sistemas de control de movimiento (servomecanismos). Clasificación del control de movimiento (circuitos abiertos y circuitos cerrados). Selección de motores, tipos principales, ventajas y desventajas básicas. Servomotores con campo de imán permanente y con escobillas, diferentes tipos. Servomotores con campo de imán permanente y sin escobillas. Servomotores de operación lineal. Motores a pasos; operación básica, motores de imán permanente, motores de reluctancia y motores híbridos.

7. Motores de uso especial. Motores de polos sombreados. Motores de reluctancia. Motores de histéresis. Motores universales.

Bibliografía básica:

- CHAPMAN STEPHEN J. Máquinas eléctricas. México. Mc Graw Hill, 2007.
- WILDI, Theodore. Máquinas eléctricas y sistemas de potencia. 6ta Ed. México. Pearson/Prentice Hall.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	



Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero electricista o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de máquinas eléctricas. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Máquinas eléctricas” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Control analógico y digital

Clave	CI4C02
Horas teoría/semana	5
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	192
Número de créditos	12
Requisitos	CB3M03

Objetivo: El alumno comprenderá las metodologías de modelado de sistemas físicos y las aplicará para el modelado matemático de los sistemas físicos en ingeniería; además, analizará sistemas físicos lineales invariantes con el tiempo y de parámetros concentrados. El alumno distinguirá los elementos constituyentes de un sistema de control y aplicará algunas teorías de control de variables físicas.

Temario	Horas
1. Modelado de sistemas físicos.	18
2. Características dinámicas de los sistemas físicos.	16
3. Análisis de sistemas en tiempo continuo y discreto mediante variables de estado.	16
4. Respuesta en frecuencia de sistemas en tiempo continuo.	14
5. Introducción a los sistemas de control.	4
6. Conceptos fundamentales de control.	14
7. Análisis de estabilidad.	16
8. Diseño de controladores con base en la función de transferencia	18
9. Introducción al control digital.	12
10. Diseño de controladores digitales.	12
11. Análisis y modelado de sistemas en el espacio de estado.	10
12. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados.	10
Actividades prácticas.	32
Total	192

1. Modelado de sistemas físicos. Concepto de modelado. Ecuaciones constitutivas de los elementos y leyes de equilibrio para sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos y térmicos. Representación de sistemas mediante ecuaciones diferenciales. Representación de sistema mediante función de transferencia. Obtención de la respuesta del sistema en el tiempo mediante transformada inversa de Laplace. Concepto de estado. Representación de sistemas mediante variables de estado. Obtención



de ecuaciones de estado a partir de la función de transferencia. Modelado de sistemas híbridos. Modelado de sistemas utilizando ecuaciones de Lagrange.

2. Características dinámicas de los sistemas físicos. Sistemas de primer orden: respuesta impulso, respuesta escalón, constante de tiempo. Sistemas de segundo orden: respuesta impulso, respuesta escalón, polos dominantes. Estabilidad de los sistemas dinámicos: definición de estabilidad BIBO, criterio de estabilidad por ubicación de polos, criterio de estabilidad de Routh Hurwitz.

3. Análisis de sistemas en tiempo continuo y discreto mediante variables de estado. Solución genérica de las ecuaciones de estado en tiempo continuo. La matriz exponencial. Equivalentes en tiempo discreto: transformada Z, criterio de estabilidad en el plano Z, tiempo de muestreo y métodos de equivalencias discretas. La ecuación de estado en tiempo discreto. Matriz de transición de estados discreta.

4. Respuesta en frecuencia de sistemas en tiempo continuo. Curvas de magnitud y fase (diagramas de Bode) a partir de la función de transferencia. Interpretación y aplicación de los diagramas de Bode.

5. Introducción a los sistemas de control. Breve historia del control y sus aplicaciones en la industria. Definiciones: control y automatización, planta, variable a controlar, variable de control y perturbación.

6. Conceptos fundamentales de control. Clasificación de los sistemas a tratar: sistemas dinámicos, lineales e invariantes en el tiempo. Sistemas de control: sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado, ejemplos de sistemas de control y efectos de la retroalimentación. Representación de los sistemas de control en diagramas de bloques, reglas para la reducción de diagramas de bloques. Representación de los sistemas de control en diagramas de flujo de señal (reogramas); regla de Mason para la obtención de la función de transferencia. Concepto de estabilidad. Criterio de estabilidad basado en la ubicación de polos en el plano complejo. Errores en estado permanente en sistemas retroalimentados.

7. Análisis de estabilidad. Técnicas de análisis de estabilidad: criterio de Routh-Hurwitz, lugar geométrico de las raíces. Criterios de estabilidad en la frecuencia: diagramas de Bode, diagrama de Nyquist.

8. Diseño de controladores con base en la función de transferencia. Tipos de controladores: todo o nada, proporcional-integral-derivativo (PID), compensadores. Diseño de controladores PID y compensadores. Reglas de sintonización de controladores PID de Ziegler-Nichols. Simulación numérica de sistemas de control.

9. Conceptos básicos de control digital. Conceptos generales sobre el control digital. Equivalencias entre sistemas discretos y continuos. Realización discreta de controladores y compensadores.

10. Diseño de controladores digitales. Diseño de controladores no convencionales por cancelación. Efecto de timbre en el controlador. Controladores RST determinísticos por colocación de polos. Controladores RST determinísticos para seguimiento y regulación con objetivos independientes.



11. Análisis y modelado de sistemas en el espacio de estado. Introducción. Representación en el espacio de estado de sistemas lineales en tiempo discreto. Solución de la ecuación de estado lineal en tiempo discreto. Discretización de la ecuación de estado lineal en tiempo continuo.

12. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados. Controlabilidad y observabilidad. Colocación de polos por retroalimentación de estados. Diseño de observadores.

Bibliografía básica:

- OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna. México. Prentice-Hall, 2010.
- OGATA, Katsuhiko. System Dynamics. E.U.A. Prentice-Hall, 1998.
- RODRÍGUEZ, Francisco. Dinámica de sistemas. México. Trillas, 1989.
- NISE, Norman. Sistemas de control para ingeniería. 3a. Edición. México. CECSA, 2005.
- NISE, Norman. Sistemas de control para ingeniería. 3a. Edición. México. CECSA, 2005.
- OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna. 3a. Edición. México. Prentice-Hall, 1998.

Bibliografía complementaria:

- CETINKUNT, Sabri. Mecatrónica. 1a. Edición. México. Patria, 2009.
- FRANKLIN, Gene F., POWELL, J. David, WORKMAN MICHAEL L., Digital Control of Dynamic Systems. 3a. Edición. U.S.A. Addison-Wesley, 1997.
- KUO, Benjamin, GOLNARAGHI, Farid. Automatic Control Systems. U.S.A. John Wiley and sons, 2003.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecatrónico, electrónico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de control automático. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.



Nota: El contenido de esta materia está basado en las materias “Modelado de sistemas físicos” y “Control automático” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Diseño de elementos de máquinas

Clave	DI4T03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CI3T03

Objetivo: Aplicar los fundamentos del diseño de elementos de máquinas en la solución de problemas reales, asociados al dimensionamiento, selección y comprobación de los mismos, en base a las principales teorías de fallo, funcionamiento y explotación, todo bajo las normas ISO, manuales técnicos y mediante el uso de software apropiado.

Temario	Horas
11. Introducción al diseño del producto.	5
12. Esfuerzos y círculo de Mohr.	10
13. Teorías de fallas estáticas y dinámicas.	10
14. Determinación de cargas en flechas y ejes.	5
15. Diseño de flechas y elementos afines.	15
16. Sistema de tolerancias y ajustes iso.	10
17. Cojinetes de contacto deslizante (chumaceras).	5
18. Cojinetes de contacto rodante (rodamientos).	14
19. Transmisión de potencia.	12
20. Resortes, frenos y embragues.	10
Total	96

- Introducción al diseño del producto.** Complejidad del producto moderno en relación de número de componentes. Dependencia mutua entre Diseño, Materiales y Procesos de manufactura. El proceso de diseño del producto y la ingeniería concurrente .Bases metodológicas en el diseño de elementos de máquinas: Requerimientos, Estructura funcional, Morfología, Diseño conceptual, Diseño de Detalles, Desarrollo del producto. Tipos de elementos de máquinas y su clasificación
- Esfuerzos y círculo de Mohr.** Esfuerzo uni-, bi- y tridireccional. Esfuerzos principales, esfuerzos cortantes y esfuerzos combinados y Círculo de Mohr. Esfuerzo cortante, Esfuerzo de flexión y Torsión. Representación en el Círculo de Mohr. Deformación unitaria y deflexiones. Aplicar software de elemento finito FEM para visualizar esfuerzos y deflexiones en elementos de máquinas.
- Teoría de fallas estáticas y dinámicas.** Comportamiento del material dúctil y frágil en el ensayo estático. Teorías de fallas estáticas. Esfuerzo normal máximo, ENM (Rankine). Esfuerzo cortante



máximo, ECM (Criterio de Tresca). Energía de distorsión, ED (von Mises-Hencky). Mecanismo de la falla por fatiga y cargas por fatiga. Combinación de esfuerzos: Criterio Goodman, ASME elíptica. Factores de modificación de límite de fatiga .Concentradores de esfuerzo. Diferentes modos de carga con esfuerzos combinados (ED / Goodman)

4. **Determinación de cargas en flechas y ejes.** Definición general y función de ejes y flechas (árboles) en una máquina. Diagrama de cuerpo libre. Cargas en una viga: Análisis de carga tridimensional y bidimensional. Diagrama de Fuerza cortante, Momento, Par de torsión. Determinación de fuerzas del soporte. Aplicación de software para calcular cargas en la flecha y el eje.
5. **Diseño de flechas de transmisión y elementos afines.** Función de ejes y flechas. Configuración de ejes rotatorios fijos y flechas. Procesos de manufactura para flechas y ejes. Selección de material para flechas y ejes. Lineamientos para el diseño de flechas y ejes. Proceso de dimensionamiento de diámetro. Estimación de diámetro de flechas y ejes. Resistencia del componente contra falla. Factor de seguridad contra falla: ED-Goodman, ED-ASME. Aplicaciones paquetes de CAD – Simulación computacional (FEA) del esfuerzo. Elementos de Unión Flecha-Masa. Elementos de unión por forma. Elementos de unión por fricción. Acoplamientos rígidos y flexibles
6. **Sistema de tolerancias y ajustes ISO.** Introducción del sistema de tolerancias ISO. Concepto de tolerancia y función del componente. Tolerancias dimensionales: Línea cero, Deviaciones, Simbología, Calidades IT. Ajustes: Sistema base agujero, Sistema base eje. Ajustes de Juego, Interferencia y Ajustes indeterminados. Aplicación del Sistema de tolerancias dimensionales y Selección de ajustes. Aplicar software de selección de ajuste y de tolerancia. Tolerancia geométrica. Tolerancia de Forma, Orientación, Localización y Alabeo. Aplicación de tolerancias geométricas. Selección de tolerancias dimensionales y geométricas. Tolerancias de acabado. Perfil superficial. Simbología y aplicación
7. **Cojinetes de contacto deslizante (chumaceras).** Características y aplicación de cojinetes de contacto deslizante. Ficción y lubricación en el cojinete de contacto deslizante: lubricación hidrodinámico. Dimensionamiento del cojinete de contacto deslizante (relación longitud-diámetro). Materiales para cojinetes de contacto deslizante. Cálculo de cojinetes. Holgura relativa y número Sommerfeld. Excentricidad relativa. Tipo de lubricación y cantidad del lubricante
8. **Cojinetes de contacto rodante (rodamientos).** Clasificación de rodamientos, Nomenclatura. Diseño del soporte de flechas y ejes. Soporte fijo, Soporte libre. Rodamientos separables y no separables, Montaje de rodamientos. Calculo de dimensión de rodamientos. Carga equivalente estática y dinámica. Calculo de la vida útil. Conjunto de rodamientos: Arreglo axial y radial, Montaje en O y X. Aplicación de software (Base de datos y calculadores) de selección de rodamiento y su dimensionamiento. Selección de ajuste ISO con carga giratoria y carga puntual en el anillo del rodamiento. Lubricación y diseño de sistemas de lubricación para rodamientos. Sellos estáticos (O-Ring, Anillos de labio); De contacto (Anillos comerciales, Simmerring); Sin contacto (Sello de laberinto)
9. **Transmisión de potencia.** Transmisión de potencia por bandas, cadenas y engranes. Transmisión por bandas planas y bandas en V y bandas de sincronización. Tipo de bandas y Poleas. Cálculo de longitud de la banda. Tensores y tensión inicial. Transmisión por cadena. Tipo de cadenas. Velocidad de cadena. Transmisión por medio de engranes. Ley de engrane. Engranes rectos. Engranes helicoidales. Engranes cónicos. Proceso de diseño y especificación de un acoplamiento con engranes. Selección del Módulo. Selección de relación. Cálculo de distancia entre ejes
10. **Resortes, frenos y embragues.** Tipo de resortes y sus comportamientos esfuerzo-deformación.



Material y esfuerzo en resortes. Diseño y dimensionamiento de resortes. Resorte de hule y resortes neumáticos. Frenos y embragues. Clasificación de frenos y embragues. Frenos de palanca. Freno de doble zapata. Freno actuado. Frenos de banda. Frenos de banda diferencial. Embragues de disco plano. Embragues de disco cónico. Principios y descripción de Embragues, hidráulicos y neumáticos. Consideraciones sobre la energía: Análisis con simulación computacional.

Bibliografía básica

- Norton Robert L. Diseño de máquinas; 4ta Edición; Prentice Hall, 2011
- Budynas Richard G. Nisbet Keith; Diseño en ingeniería mecánica de Shingley; Octava / Novena Edición; McGrawHill, / 2012

Bibliografía complementaria

- Juvinall Robert C.; Diseño de elementos de máquinas; 2da Edición Editorial Limusa Wiley; 2013
- Mott Robert L.; DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, 4ta Edición Prentice Hall. 2006

Material de apoyo

- Paquete de software de modelado 3D para el diseño mecánico (*Inventor, Solidworks* etc.).
- Software de análisis Ingenieril (*Solidworks Simulation, Ansys*, etc.).
- Software de Cálculo de cargas externas.
- Aplicaciones computacionales de Selección de Rodamientos.
- Aplicaciones computacionales de Selección de Tolerancias.

Sugerencias didácticas

Participación del alumno en clase.	X	Participación activa del alumno en la construcción de su conocimiento.	X
Seminarios.		Exposiciones por parte del alumno.	X
Taller para la solución de Problemas.	X	Utilización de recursos audiovisuales y de tecnología de punta.	X
Prácticas de Laboratorio.		Tareas y trabajos extra clase.	X
Prácticas de campo.		Técnicas grupales para la resolución de ejercicios.	X
Otras.		Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X

Sugerencia de evaluación

Participación en clase.	X	Exposición de temas de investigación en forma grupal e individual.	X
Ejercicios y trabajos.	X	Proyecto de diseño.	X
Trabajos y tareas extra clase.	X	Participaciones.	



Examen por parciales.	X	Examen departamental.	X
-----------------------	---	-----------------------	---

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecánico, o mecatrónico o afín con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia práctica en el área de diseño de elementos de máquinas. Con dominios de conocimientos de Ciencia de Materiales, Estática, Mecánica de Materiales, Mecánica Clásica, Dibujo Técnico Industrial, Dominio de software CAD de modelado 3D, dominio de métodos de creatividad. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.



Automatización industrial

Clave	DI4C03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CI3E03

Objetivo: Diseñar procesos industriales automatizados mediante el uso actuadores de potencia de fluidos, sensores, elementos electromecánicos y controladores lógicos programables (PLC).

Temario	Horas
1. Fundamentos de automatización.	5
2. Circuitos de potencia de fluidos.	5
3. Generación de Energía hidráulica.	5
4. Válvulas hidráulicas de distribución y control y su accionamiento.	10
5. Actuadores hidráulicos y sus características.	10
6. Diseño de circuitos hidráulicos básicos.	10
7. Circuitos electro neumáticos y su aplicación.	5
8. Válvulas neumáticas de distribución y control.	5
9. Actuadores neumáticos.	10
10. Control electromecánico.	10
11. Controladores Lógicos Programables (PLC).	25
Actividades prácticas.	28
Total	128

1. Fundamentos de automatización. Conceptos básicos: definición de automatización, elementos para automatizar, control de lazo abierto, control de lazo cerrado, control on-off, control PID, control basado en tiempos, control basado en eventos, criterios para automatizar. Tipos de automatización: fija, flexible y programable. Clases de automatización: mecánica, eléctrica, electrónica, neumática, hidráulica, mixta o híbrida. Jerarquías de control industrial. Componentes de campo: Sensores y actuadores. Dispositivos: PLC, HMI, Modulos E/S. Nivel control: PC-Controlador, Software SCADA. Nivel Empresa: MES y ERP. Redes de comunicación industrial.

2. Circuitos de potencia de fluidos. Principios físicos generales de fluidos. Principio de Pascal.



Principio del desplazamiento positivo. Eficiencia y potencia de un sistema hidráulico. Inercia de fluidos y picos de presión. Cálculo de eficiencia de sistemas hidráulicos. Características de fluidos hidráulicos

3. Generación de Energía hidráulica. Características de las bombas de desplazamiento positivo. Bomba de engranes. Bomba de pistones axiales y radiales. Comparación de las bombas de desplazamiento positivo

4. Válvulas hidráulicas de distribución y control y su accionamiento. Representación esquemática (diagramas) de circuitos hidráulicos. Simbología ISO de diagramas de sistemas hidráulicos. Diagramas hidráulicos. Clasificación de válvulas hidráulicas: Válvulas reguladoras de presión. Válvulas direccionales. Válvulas reguladoras de caudal.

5. Actuadores hidráulicos y sus características. Actuadores con movimiento lineal: de simple efecto, de doble efecto, telescopicos. Condiciones de montaje de los pistones. Dinámica y Cinemática de los pistones. Actuadores con movimiento rotativo. Motores de engranes, de pistones axiales y radiales. Características de motores hidráulicos (Diagramas Potencia-Torque-Velocidad rotacional). Transmisiones hidrostáticas y sus características

6. Diseño de circuitos hidráulicos básicos. Circuitos de accionamiento indirecto con actuadores lineales y motores hidráulicos. Modelación y simulación de circuitos hidráulicos.

7. Circuitos electro neumáticos y su aplicación. Aplicaciones de circuitos electroneumáticos en la industria. Compresores, Unidad de mantenimiento Red de distribución del aire comprimido.

8. Válvulas neumáticas de distribución y control. Válvulas reguladoras de presión, de caudal, Válvulas distribuidoras, Válvulas de bloqueo. Válvulas de cierre. Accionamiento de las válvulas.

9 Actuadores neumáticos. Actuadores con movimiento lineal. Actuadores con movimiento giratorio. Dinámica y Cinemática de los pistones. Condiciones de montaje de los pistones

10. Control electromecánico. Diseño del diagrama eléctrico. Circuitos básicos electroneumáticos. Circuitos de control secuencial electroneumáticos.

11. Controladores Lógicos Programables (PLC). Historia y origen de los PLC. Diseño, construcción y lógica de funcionamiento del PLC. Áreas de aplicación. Métodos de programación. Lenguajes de programación (IEC61131). Programación básica de PLC. Bloques RS, Temporizadores, Contadores. Simulación del funcionamiento de programas en un entorno virtual.

Bibliografía básica:

- CREUS SOLÉ, Antonio. Neumática e hidráulica. México. Alfaomega, 2011.
- Parr A. Hydraulics and Pneumatics 2nd Edition Elservier 2006
- PETRUZELLA, Frank D. Programmable Logic Controllers. U.S.A. McGraw-Hill, 2010.



- SORIA TELLO, Saturnino. Sistemas automáticos industriales de eventos discretos. México. Alfaomega, 2013.



Bibliografía complementaria:

- GROOVER, Mikell P. Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. 4th Pearson, 2014.
- BOLTON, William. Mecatrónica. Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica. México. Alfaomega, 2012.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecatrónico, mecánico, o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de diseño y automatización de procesos industriales. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Automatización industrial” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Ingeniería económica

Clave	CE4E02
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	64
Número de créditos	4
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno evaluará problemas y situaciones que involucran asignación de recursos económicos, considerando la importancia de los costos, los aspectos financieros y fiscales, los aspectos inflacionarios, el riesgo y la incertidumbre, desde el punto de vista económico.

Temario	Horas
1. Introducción.	8
2. Valor del dinero en el tiempo.	16
3. Métodos de evaluación de alternativas.	14
4. Evaluación económica después de impuestos e inflación.	14
5. Análisis de sensibilidad y riesgo.	12
Total	64

1. Introducción. Significado de la evaluación económica. Objetivo y alcances, inversiones. Costos de operación: no recuperables, de oportunidad y de capital. Proyecciones de los costos.

2. Valor del dinero en el tiempo. Concepto de equivalencia. Flujo de efectivo. Interés simple y compuesto. Factores de interés compuesto. Interés nominal, efectivo y continuo. Factores de interés continuo.

3. Métodos de evaluación de alternativas. Comparación de alternativas por el método del valor presente, de costo capitalizado y del costo anual uniforme equivalente. Tasa interna de retorno. Análisis de beneficio-costo.

4. Evaluación económica después de impuestos e inflación. Tipos de impuestos vigentes en México. Lineamientos generales del impuesto sobre la renta. Cálculo de ingreso gravable. Flujo de efectivo después de impuestos (analizando el efecto de la depreciación). Evaluación económica después de impuestos. Causas y efectos de la inflación. Determinación de la tasa de inflación. Tasa de interés real. Gradientes geométricos. Evaluaciones a precios corrientes y a precios constantes.



5. Análisis de sensibilidad y riesgo. La sensibilidad como instrumento para mejorar la toma de decisiones. El valor presente y anual como función de la tasa de interés considerada. Factor de planta. Punto de equilibrio. Integración de elementos estadísticos y probabilísticos. Integración de índices de precios.

Bibliografía básica:

- BLANK, Leland, TARQUIN, Anthony. Ingeniería económica. 7a. Edición. México. Mc Graw-Hill, 2012.
- RIGGS, James, BEDWORTH, David, et al. Ingeniería económica. 4a. Edición. México. Alfaomega, 2002.
- THUESEN, Gerald, FABRYCKY, Wolter. Engineering Economy. 9th edition. New Jersey. Prentice Hall, 2001.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios con licenciatura en Ingeniería Industrial o a fin, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos, con amplia experiencia en el área Económico-Financiera, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Ingeniería económica” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Quinto año

Diseño y manufactura asistidos por computadora

Clave	DI5T01
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	DI4T05, IA4T01

Objetivo: El alumno diseñará un producto haciendo uso de las técnicas y tecnologías de diseño, ingeniería y manufactura asistidas por computadora (CAD-CAE-CAM).

Temario	Horas
1. Introducción.	4
2. Tecnologías de Automatización de la Manufactura.	10
3. Tecnologías de automatización del Diseño.	15
4. Análisis y Diseño de Sistemas de Manufactura.	20
5. Programación de máquinas herramientas de control numérico.	15
Actividades prácticas.	32
Total	96

1. Introducción. Ciclo de vida del producto y proyecto de producción. Ingeniería concurrente. Técnicas y métodos de soporte de la ingeniería concurrente. Desarrollo integrado del producto.

2. Tecnologías de Automatización de la Manufactura. Fundamentos y Aplicación de la Tecnología de CNC y CAD/CAM. Aplicación de la Tecnología de Robots Industriales. Aplicación de la Tecnología de Visión e Inspección Industrial. Aplicación de la Tecnología de Manejo de Materiales Automatizados e identificación.

3. Tecnologías de Automatización del Diseño. Diseño Asistido por Computadora (CAD). Ingeniería Asistida por Computadora (CAE). Diseño para la Manufactura y Ensamble (DFM&A). Diseño para X y el concepto de ciclo de vida del producto. La **Integración de Sistemas de manufactura** Ingeniería Concurrente aplicada a la Manufactura Automatizada. Tecnología de Prototipo Rápido (RP)

4. Análisis y Diseño de Sistemas de Manufactura. Fundamentos y Aplicación de la Tecnología de Grupos para el Diseño de celdas de Manufactura Flexible .Análisis y Diseño de Sistemas de Manufactura Flexible. Análisis y Diseño de Sistemas de Manufactura de poca variabilidad (líneas de Transferencia).Análisis y Diseño de Sistemas de Ensamble Automatizados. Sistemas de Manufactura Flexible Automatizados.



5. Programación de máquinas herramientas de control numérico. Descripción de la máquina herramienta de CNC enumerando ventajas y desventajas. Descripción de sus sistemas de control. Descripción de los puntos neutros y de referencia. Descripción de los sistemas de dirección y de acotación. Descripción de los elementos básicos de la programación. Ejercicios de aplicación para las máquinas herramientas de CNC.

Bibliografía básica:

- GROOVER, Mikell P. Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. 4th Pearson, 2014.
- Groover Mikell P., Fundamentos de manufactura moderna McGraw Hill, 2012
- FOSTON, Arthur. Fundamental of Computer Integrated Manufacturing. U.S.A. Prentice Hall, 1991.
- HAWKES, Barry. CAD-CAM. U.S.A. Paraninfo, 1989.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase		Trabajo de investigación	
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecatrónico, mecánico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de diseño y en el manejo de los sistemas CAD-CAM-CAE de la actualidad y de amplia aplicación industrial. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Diseño y manufactura asistidos por computadora” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Análisis y tratamiento de vibraciones mecánicas

Clave	IA5T02
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CI4C01

Objetivo: Este curso está orientado a proporcionar un conocimiento básico de los fenómenos vibratorios para aplicarlos al diseño, operación, mantenimiento de la maquinaria, así como a la cimentación de máquinas, estructuras y aparatos.

Temario	Horas
1. Mecánica clásica.	4
2. Introducción al estudio de las vibraciones mecánicas.	10
3. Vibraciones en sistemas dinámicos de un grado de libertad.	20
4. Aislamiento y cimentación del equipo portátil.	3
5. Instrumentación para la medición de vibraciones.	4
6. Sistemas de dos grados de libertad.	15
7. Sistemas de varios grados de libertad.	16
8. Balanceo.	7
9. Introducción a la dinámica de rotores.	7
10. Análisis de problemas de vibración.	10
Total	96

1. Mecánica clásica. Introducción. Definiciones. Ecuaciones de movimiento. Leyes de Newton. Ecuaciones de movimiento para un punto material. Ecuaciones de movimiento para el centro de masas de un sistema de puntos materiales. Leyes de Euler. Ecuaciones de movimiento de Newton-Euler. Problemas y aplicaciones.

2. Introducción al estudio de las vibraciones mecánicas. Definiciones. Representación vectorial de las vibraciones. Pulsaciones. Trabajo efectuado en los movimientos armónicos. Movimiento periódico. Análisis armónico. Problemas y aplicaciones.

3. Vibraciones en sistemas dinámicos de un grado de libertad. Grados de libertad de los sistemas dinámicos. Obtención de la ecuación diferencial general de movimiento en el sistema clásico de un grado de libertad. Otros sistemas con la misma ecuación diferencial del movimiento. Vibraciones



libres. Ejemplos de vibraciones libres con un grado de libertad. Resortes en serie y en paralelo. Problemas y aplicaciones. Vibraciones libremente amortiguadas. Tipos de amortiguamiento. Amortiguamiento viscoso. Amortiguación de Coulomb. Amortiguación Histerésica. Problemas y aplicaciones. Amortiguamiento crítico. Decremento logarítmico. Amortiguamiento en serie y en paralelo. Problemas y aplicaciones. Vibraciones forzadas sin amortiguación. Problemas y aplicaciones. Vibraciones forzadas con amortiguación viscosa. Problemas y aplicaciones.

4. Aislamiento y cimentación del equipo portátil. Niveles aceptables de Vibración. Aislamiento de fuerzas vibratorias. Transmisibilidad. Suspensiones comerciales y aislamiento de vibraciones con las mismas. Problemas y aplicaciones.

5. Instrumentación para la medición de vibraciones. Introducción. Principios fundamentales de los instrumentos para la medición de vibraciones. Medidores: Vibrómetros. Vibrógrafos. Instrumentos sísmicos. Monitores. Analizadores. Sensores. Sensores de contacto. Sensores de no contacto. Acelerómetros. Frecuencímetros. Estroboscopios. Equipos auxiliares.

6. Sistemas de dos grados de libertad. Vibraciones libres no amortiguadas. Frecuencias naturales y modos principales de vibración. Vibraciones forzadas no amortiguadas. Vibraciones libres amortiguadas. Vibraciones forzadas amortiguadas. Los absorbentes dinámicos de vibraciones. Problemas y aplicaciones.

7. Sistemas de varios grados de libertad. Coeficientes de influencia. Método Holzer. Estudio particular de las vibraciones torsionales. Vibraciones de sistemas dinámicos en flexión. Método de Myklestad y Prhol. Métodos matriciales. Método de elemento finito. Problemas y aplicaciones.

8. Balanceo. Desbalanceo estático. Desbalanceo dinámico. Desbalanceo por par de fuerzas. Desbalanceo quasi-estático. Como corregir el desbalanceo dinámico. Balanceo en sitio. Balanceo en máquina balanceadora. Balanceo experimental. Método de la medición de la amplitud vibratoria y del ángulo de fase. Auto-balanceo.

9. Introducción a la dinámica de rotores. Velocidades críticas. Cálculo de velocidades críticas de un rotor real. Mapa de velocidades críticas. Sistema rotor chumacera. Estudio de estabilidad de sistema rotor chumacera. Problemas y aplicaciones.

10. Análisis de problemas de vibración. Desbalanceo de las partes giratorias. Desalineamiento en coples y chumaceras. Engranajes excéntricos o defectuosos. Cojinetes defectuosos. Fuerzas magnéticas. 10.6. Problemas en bandas motrices. Problemas de resonancia. Desajustes mecánicos. Fuerzas aerodinámicas o hidráulicas. Problemas y aplicaciones.

Bibliografía básica:

- Ing. Miguel Villagómez Arias. Mecánica Aplicada II. U.M.S.N.H.
- William T. Thomson, Marie Dillon Dahleh. Theory of Vibration With Applications. Prentice Hall.
- Daniel J. Inman. Engineering Vibration. Prentice Hall.
- Jerry H. Ginsberg. Mechanical and Structural Vibrations. John Wiley & Sons.



- William T. Thomson. Teoría de Vibraciones Aplicaciones. Prentice Hall.
- Robert F. Steidel. Introducción al Estudio de las Vibraciones Mecánicas. C.E.C.S.A.
- J. P Den Hartog. Mecánica de las Vibraciones. C.E.C.S.A.
- Hartman. Dynamics of Machinery. Ed. Mc. Graw-Hill.
- Harris And Crede. Shock & Vibration Handbook. Ed. Mc. Graw-Hill.
- Jimin He, Zhi-Fang Fu. Modal Analysis. Butterworth Heinemann.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecatrónico, mecánico, electrónico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de vibraciones. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basada en la materia "Mecánica aplicada II" del programa de la FIM-UMSNH.



Robótica

Clave	IA5T03
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno entenderá las bases teóricas de la robótica, los elementos constituyentes y las propiedades de los robots manipuladores. Será capaz de modelarlos cinemática y dinámicamente al realizar una tarea o seguir una trayectoria.

Temario	Horas
1. Introducción.	6
2. Descripción espacial de cuerpos rígidos.	10
3. Cinemática espacial.	24
4. Dinámica de manipuladores.	12
5. Sistemas de control.	8
6. Lenguajes de programación y sistemas.	4
Actividades prácticas.	32
Total	96

1. Introducción. Antecedentes de la robótica. Estado del arte de la robótica. Tipos de robots y clasificación de robots manipuladores. Componentes de robots manipuladores. Aplicaciones de los robots manipuladores.

2. Descripción espacial de cuerpos rígidos. Sistemas de referencia. Descripción de la posición. Descripción de la orientación. Traslación y rotación. Formulación de Gibbs para la rotación. Transformaciones homogéneas.

3. Cinemática espacial. Tipos de estructuras y método de Denavit Hartenberg. Ecuaciones de cerradura en orientación y posición. Cinemática de cadenas abiertas. Método solución de la cinemática directa e inversa. Perfiles de trayectoria. Singularidades.

4. Dinámica de manipuladores. Propiedades de los cuerpos rígidos. Ecuaciones de Newton-Euler. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Análisis de la potencia en las articulaciones.



5. Sistemas de control. Sistemas de visión. Linealización de modelos. Controladores recurrentes: PD y PID. Sistemas no lineales y variantes con el tiempo. Sistemas de control adaptativos.

6. Lenguajes de programación y sistemas. Los tres niveles de programación. Requerimientos de programación. Problemas involucrados en la programación. Tipos de lenguajes. Estructura de una celda flexible. Descripción de paquetes existentes.

Bibliografía básica:

- BARRIENTOS, Antonio. Fundamentos de robótica. Mc Graw Hill, 2007.
- CRAIG, John. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson Education, 2005.
- LUNG WEN TSAI. Robot Analysis. Wiley, 1999.
- NIKU, S. B. Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications. Mc Graw Hill, 2001.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Ingeniero mecatrónico, electrónico o afín. Preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos y con amplia experiencia en el área de máquinas eléctricas. Con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Robótica” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Proyecto de grado: diseño de un prototipo de ingeniería mecatrónica

Clave	IA5T07
Horas teoría/semana	4
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	CI4C01, DI4T03, DI4T05

Objetivo: Seleccionar y aplicar metodologías y herramientas que se utilizan en el diseño y desarrollo de productos y procesos mecatrónicos, compactos, de menor costo, con valor agregado en su funcionalidad, calidad y desempeño en el diseño de productos y procesos a partir de la identificación de una necesidad. Adicionalmente se enfatizará la integración de tecnologías en mecánica, electrónica, control e informática, a través del desarrollo de un proyecto enfocado a la construcción de un sistema mecatrónico, debidamente documentado.

Temario	Horas
1. Productos mecatrónicos y sus aplicaciones modernas	14
2. Proceso de diseño de producto mechatrónico	30
3. Diseño de proceso	10
4. Diseño del lanzamiento del producto	10
5. Proyecto de grado	64
Total	128

1. Productos mecatrónicos y sus aplicaciones modernas. Concepto de producto mecatrónico e identificar los campos de aplicación más actuales. Identificar las características típicas de los productos mecatrónicos y sus elementos. Integración del concepto de ingeniería concurrente y ciclo de vida del producto al proceso de diseño mechatrónico. Marco de trabajo del diseño mechatrónico. Metodologías de diseño de producto y procesos mechatrónico

2. Proceso de diseño de producto mechatrónico. Etapa de diseño conceptual: QFD, investigación de patentes, IDEF0, FODA. Etapa de diseño del sistema: Descomposición funcional, Matriz Morfológica. Etapa del desarrollo de la ingeniería de detalle: Modelación de diseño ingenieril CAD/CAE, Diseño electrónico, Diseño mecánico, Diseño del sistema de control. Etapa de diseño de prototipos y validación: FMEA, Metodologías de pruebas, Tecnologías de prototipo y Prototipo rápido.

3. Diseño de proceso. Etapa de diseño conceptual del proceso de producción. Etapa de desarrollo y selección de la tecnología para la producción. Etapa de validación del diseño del proceso de producción



4. Diseño del lanzamiento del producto. Diseño de la comercialización del producto: Conformación del negocio, Determinación del plan comercial. Validación del diseño del producto: Encuestas con clientes potenciales.

5. Proyecto de grado. Definición del proyecto y desarrollo de propuesta. Desarrollo del diseño conceptual. Desarrollo de la Ingeniería de detalle. Posible Implementación y Evaluación. Reporte técnico del diseño e implementación del proyecto. Reporte del aprendizaje obtenido. Presentación de los resultados del proyecto con un reporte formal escrito que incluya lo desarrollado, manual de operación, y su evaluación en cuanto al cumplimiento de sus objetivos y alcances. Propuestas de continuación futura del proyecto para el cumplimiento de fases del mismo que no fueron contempladas o alcanzadas en el presente desarrollo.

Bibliografía básica:

- Janschek K. Mechatronic Systems Design: Methods, Models, concepts. Springer 2nd Edition 2012.
- Xia-Tian Y, Zante R. A Mechatronic Design Process and its Application, Springer 2010.

Bibliografía complementaria:

- Cohen L. Quality Function Deployment: How to make QFD Work for you. Addison Wesley 1995.
- Ullman D. G; The Mechanical Design Process; 3rd Edition McGraw Hill 2003.
- Bradley D, Mechatronics and the design of intelligent machines and systems Taylor & Francis, 2000.
- Budynas R. Nisbett K. Shingleys Mechanical Engineering Design McGrawHill 10th edition.
- Ansel C. Ugural; Mechanical Design, An integrated Approach, McGraw Hill, 2000.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X



Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios en Ingeniería Mecánica, Mecatrónica o afín, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de automatización industrial, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.



Desarrollo empresarial

Clave	CE5E03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	CE4E02

Objetivo: El alumno aplicará los conceptos de planeación, ejecución, organización, finanzas, costos, estudios técnicos, tecnológicos y aspectos legales que involucran la creación de una empresa. Desarrollará un espíritu emprendedor y un criterio empresarial para la formación de empresas.

Temario	Horas
1. Estructura de las empresas.	8
2. Estrategia competitiva hacia clientes y proveedores.	8
3. Metodología para la formación de una empresa.	32
4. Desarrollo económico de las empresas y del factor humano en la toma de decisiones.	8
5. Evolución de las empresas, mercado y cliente en el sector industrial, comercial y de servicios.	8
6. Desarrollo de un proyecto de creación de una empresa.	32
Total	96

1. Estructura de las empresas. Actitud emprendedora y actitud directiva. Concepto del equilibrio de tener y ser como persona emprendedora. Diagrama estructural de las empresas y su clasificación en México. Interrelación de los sectores industriales, comerciales y de servicios. Estructuración del plan de negocios.

2. Estrategia competitiva hacia clientes y proveedores. Ciclo de vida del producto. Factores para la selección de clientes y de mercado. Tamaño del mercado.

3. Metodología para la formación de una empresa. Concepto de estrategia competitiva. Cultura de la calidad del servicio y la cultura de la rapidez. Qué vender, dónde, a qué precio. Metodología para la formación de una empresa. Legislación vigente. Sistemas de información gerencial para la toma de decisiones.

4. Desarrollo económico de las empresas y del factor humano en la toma de decisiones. Finanzas, su planeación, aplicación, medición y su control. Presupuestos de ingresos y financiamiento. Presupuesto de costos y gastos. Pago de impuestos: ISR, Seguro Social, INFONAVIT, PTU, Impuesto



Sobre Nóminas, etc. Inversión y Tasa Interna de Retorno. Interpretación de estados financieros y otros indicadores.

5. Evolución de las empresas, mercado y cliente en el sector industrial, comercial y de servicios.

Misión, visión, objetivo de la empresa. Estructuración y gestión legal para crear la empresa. Conceptos laborales y legales para formar una empresa. Desarrollo de proveedores. Estrategia de compras y suministros. Mercadotecnia. Cámaras industriales y de comercio, objetivos y funciones. Apoyos gubernamentales y bancarios para las PYMES.

6. Desarrollo de un proyecto de creación de una empresa. El alumno realizará un proyecto para la creación de una empresa.

Bibliografía básica:

- BRABANDERE, Luc De. El valor de las ideas cómo gestionar y potenciar la creatividad en las empresas. Madrid. Grupo Anaya, 2000.
- CHARLES W. L. HILL, Gareth R. Jones. Administración Estratégica. 9a Edición. México. Cengage Learning, 2011.
- GALLARDO, José. Administración estratégica - de la visión a la ejecución. México. Alfaomega, 2012.
- GANGELES HERNÁNDEZ, Xavier. Apertura de empresas 2011. México. Ediciones Fiscales ISEF, 2011.
- GIL, María De Los Ángeles; Giner, FERNANDO. Cómo crear y hacer funcionar una empresa. 8a Edición. México. Alfaomega, 2012.
- KRAUSE, Martín. Economía para emprendedores. México. Punto de lectura, 2011.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	



Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios con licenciatura en Ingeniería Industrial o afín, de preferencia con grado académico de maestría o doctorado, con conocimientos teóricos-prácticos y con amplia experiencia en el área de administración, gestión y dirección de empresas, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.

Nota: El contenido de esta materia considera las materias “Desarrollo empresarial” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Ética profesional

Clave	CS5S05
Horas teoría/semana	2
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	64
Número de créditos	4
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno fortalecerá su vocación humana y profesional, en un marco de dignidad, cumplimiento del deber y aplicación consciente de su libertad, entendiendo la responsabilidad social como guía básica en el ejercicio ético de su profesión. En la parte teórica el estudiante conocerá el marco filosófico conceptual y adquirirá los elementos de contexto sobre los problemas éticos de la sociedad contemporánea y los del ejercicio profesional de la ingeniería. En la parte práctica, analizará casos éticos paradigmáticos del ejercicio de su profesión.

Temario	Horas
1. Filosofía, ética y moral: marco conceptual	8
2. Problemas éticos de la sociedad contemporánea	4
3. Axiología en la ingeniería	4
4. Deontología en la ingeniería	5
5. Conciencia crítica y responsabilidad social	5
6. La ética profesional del ingeniero en la sociedad del conocimiento	6
7. Actividades práctica (estudio y presentación de casos para cada tema del curso)	32
Total	64

1. Filosofía, ética y moral: marco conceptual. Conceptos fundamentales y aspectos históricos de la filosofía y la ética. La moral como objeto de estudio de la ética. Responsabilidad y juicio moral. Ética y sociedad. Estudio y presentación de casos.

2. Problemas éticos de la sociedad contemporánea. Características de la sociedad globalizada en México. La industria y los servicios. La problemática de la innovación tecnológica. La formación del ingeniero. Los grandes vicios de la sociedad contemporánea: la corrupción, la codicia, el individualismo exacerbado, etc. Estudio y presentación de casos.

3. Axiología en la ingeniería. La axiología como disciplina de la ética: etimología, objeto de estudio, naturaleza de los valores. Función de los valores. Rasgos de los valores. Clases de valores: morales, económicos, religiosos, empresariales, etc. Valores y desarrollo tecnológico. Valores en la empresa



moderna y su impacto en la sociedad. Valores del profesional en ingeniería. Estudio y presentación de casos.

4. Deontología en la ingeniería. Ética, trabajo y profesión. Instituciones y sociedades profesionales que regulan la actividad profesional. Códigos de ética: rasgos fundamentales y beneficios de su aplicación. Código deontológico del profesional de ingeniería. Código deontológico de la empresa, cámaras industriales, asociaciones profesionales, autoridades gubernamentales y organizaciones sindicales. Recomendaciones deontológicas de los organismos internacionales relacionados con la industria y el quehacer del ingeniero. Estudio y presentación de casos.

5. Conciencia crítica y responsabilidad social. Libertad, conciencia ética y responsabilidad. Rasgos fundamentales de la conciencia crítica: autarquía, autonomía, assertividad, creatividad, tolerancia, etc. Sociedad y derechos humanos. Responsabilidad social en el ejercicio profesional de la ingeniería: aplicaciones tecnológicas, implantación de industrias, impacto ambiental, actividades académicas y de investigación, etc. Normas internacionales que regulan la responsabilidad social y su aplicación en la ingeniería. Estudio y presentación de casos.

6. La ética profesional del ingeniero en la sociedad del conocimiento. Conceptualización de la sociedad del conocimiento. La necesidad de una ética en la concepción de la sociedad del conocimiento. El rol del ingeniero en la sociedad del conocimiento. Estudio y presentación de casos.

Bibliografía básica:

- ARANGUREN, José Luis. Ética. Madrid. Alianza, 1985.
- ARISTÓTELES. Ética a Nicómaco. México. Porrúa, 1993.
- BAUMAN, Zygmunt. Ética posmoderna. México. Siglo XXI Editores, 2006.
- BEUCHOT, Mauricio. Ética. México. Editorial Torres Asociados, 2004.
- BILBENY, Norbert. La revolución en la ética. Hábitos y creencias en la sociedad digital. Barcelona. Anagrama, 1997 (Colección Argumentos).
- BINDÉ, Jérôme. ¿Hacia dónde se dirigen los valores? Coloquios del siglo XXI. México. FCE, 2006.
- BLACKBURN, Pierre. La Ética. Fundamentos y problemáticas contemporáneas. México. FCE, 2006.
- CAMPS, V., GUARIGLIA, Osvaldo, SALMERÓN, Fernando. Concepciones de la ética. Madrid. Rotta-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2004.
- CAMPS, V., GINER, Salvador. Manual de civismo. Barcelona. Editorial Ariel, 2001.
- CARVAJAL, Cuautémoc, CHÁVEZ, Ezequiel. Ética para ingenieros. México. Patria, 2008.
- CORTINA, Adela. Ética sin moral. Madrid. Editorial Tecnos, 2007.
- CORTINA, Adela. Ética aplicada y democracia radical. Madrid. Editorial Tecnos, 2001.
- DE LA ISLA, Carlos. Ética y empresa. México. FCE-ITAM-USEM, 2000.
- DEBELJUH, Patricia. Ética empresarial en el núcleo de la estrategia corporativa. Argentina. Cengage Learning, 2009.
- ESCOLÁ, Rafael Y José Ignacio Murillo. Ética para ingenieros. Navarra. EUNSA, 2000.
- GONZÁLEZ, Juliana. Ética y libertad. México. UNAM-FFyL, 1989.
- GONZÁLEZ, Juliana. El ethos, destino del hombre. México. UNAM-FCE, 1996.



- HARTMAN, Nicolai. Ética. Madrid. Encuentro, 2011.
- HERNÁNDEZ B., Alberto. Ética actual y profesional. México. Cengage Learning Editores, 2007.
- JONAS, Hans. El principio de responsabilidad. Barcelona. Herder, 1995.
- MARTIN, Mike, ROLAN, Schinzinger. Ethics in Engineering. México. McGraw-Hill, 1996.
- RESÉNDIZ NÚÑEZ, Daniel. El rompecabezas de la ingeniería. Por qué y cómo se transforma el mundo. México. FCE, 2008.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Formación académica: filosofía, ingeniería. Otras profesiones afines: pedagogía, psicología, sociología.

Experiencia profesional: En el caso de ingeniería y de otras profesiones haberse distinguido por su ética profesional, por lo menos a lo largo de 10 años de experiencia.

Especialidad: Profesionistas cuya formación académica y experiencia profesional acrediten sus conocimientos en la materia.

Conocimientos específicos: Filosofía, ética y valores.

Aptitudes y actitudes: Experiencia docente de tres años en la asignatura. Actitud de servicio y vocación por la docencia.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Ética profesional” del programa de mecatrónica de la UNAM.





Inteligencia artificial

Clave	IA5P04
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	0
Duración semanas	32
Total de horas anuales	96
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno formulará problemas teóricos y prácticos en áreas significativas de la inteligencia artificial para resolver problemas en el área de la computación.

Temario	Horas
1. Introducción a la inteligencia artificial.	6
2. Agentes inteligentes y ambientes.	6
3. Representación de problemas y búsqueda de soluciones.	12
4. Razonamiento.	24
5. Modelos de IA.	36
6. Aplicaciones.	12
Total	96

1. Introducción a la inteligencia artificial. Facetas del comportamiento inteligente. Formas de hacer inteligencia artificial. Generalidades de aplicaciones desarrolladas y en desarrollo. Subcampos de la inteligencia artificial. Relaciones de la inteligencia artificial con otras disciplinas.

2. Agentes inteligentes y ambientes. Estructura general de agentes. Agentes reflejo simple. Agentes basados en logro de metas. Agentes basados en logro del mejor desempeño. Ambientes. Tipos de ambientes.

3. Representación de problemas y búsqueda de soluciones. Representación en espacio de estados. Búsqueda de soluciones en espacio de estados. Métodos de búsqueda ciega. Métodos de búsqueda basados en conocimiento. Métodos de búsqueda con adversarios. Representación reducida de problemas y búsqueda de soluciones. Solución de problemas mediante satisfacción de restricciones.

4. Razonamiento. Representación y uso de conocimiento. Reglas. Redes semánticas. Cuadros de Minsky. Lógica. Razonamiento progresivo. Razonamiento regresivo. Razonamiento con incertidumbre. Razonamiento probabilístico. Razonamiento difuso.



5. Modelos de IA. Modelos probabilísticos. Redes Bayesianas. Modelos de Markov. Modelos con base en reglas. Árboles de decisión/regresión. Modelos bioinspirados. Redes neuronales: perceptron. Computación evolutiva: algoritmos genéticos. Modelos para toma de decisiones.

6. Aplicaciones. Visión. Lenguaje natural. Reconocimiento, síntesis, generación de lenguaje natural. Texto y habla. Robótica. Sistemas expertos. Ambientes gráficos interactivos.

Bibliografía básica:

- KURZWEIL, Raymond. How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed. Viking Books, 2012.
- MINSKY, Marvin. La máquina de las emociones: Sentido común, inteligencia artificial y el futuro de la mente humana. Debate, 2010.
- NILSSON, Nils. The quest for Artificial Intelligence. New York. Cambridge University Press, 2009.
- POOLE, David, et al. Computational Intelligence: A Logical Approach. New York. Oxford University Press, 1998
- RUSSELL, Stuart, NORVING, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd edition. New Jersey. Prentice Hall, 2012.
- TURBAN, Efraim, ARONSON, Jane. Decision Support Systems and Intelligent Systems. 6th edition. Pearson Education, 2010.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X



Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería en Computación o afín con especialidad deseable en sistemas inteligentes. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

Nota: Este materia toma en cuenta el contenido de la materia de “Inteligencia artificial” del programa de mecatrónica de la UNAM en su versión 2016.



Opción terminal Robótica Móvil

Modelos probabilistas

Clave	IA4S01
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Introducir al estudiante al razonamiento probabilístico como una extensión del razonamiento lógico que incluye incertidumbre.

Temario	Horas
1. Repaso de teoría de probabilidad.	16
2. Razonamiento probabilista.	16
3. Razonamiento probabilista en el tiempo.	16
4. Toma de decisiones sencillas.	16
5. Toma de decisiones complejas.	16
6. Métodos estadísticos de aprendizaje.	16
7. Actividades prácticas	32
Total	128

- 1. Repaso de teoría de probabilidad.** Teorema de Bayes. Variables aleatorias. Distribuciones multivariadas, marginales. Condicionales. Esperanza matemática, momentos, esperanza condicional. Distribuciones de probabilidad y densidades de probabilidad especiales. Funciones de variables aleatorias. Teoría de estimación.
- 2. Razonamiento probabilista.** Redes Bayesianas: semántica, representación, inferencia.
- 3. Razonamiento probabilista en el tiempo.** Cadenas de Markov. Modelos ocultos de Markov. Filtros de Kalman. Redes Bayesianas dinámicas.
- 4. Toma de decisiones sencillas.** Teoría de utilidad. Redes de decisión. El valor de la información.
- 5. Toma de decisiones complejas.** Problemas de decisión secuenciales. Iteración de valores. Iteración de políticas. Procesos de decisión de Markov parcialmente observables.



6. Métodos estadísticos de aprendizaje. Aprendizaje estadístico. Modelo de Bayes simple. Aprendizaje de parámetros de máxima verosimilitud. Aprendizaje de parámetros Bayesiano. El algoritmo EM.

Bibliografía básica:

- John E. Freund , Irwin Miller, Marylees Miller. Estadística Matemática con Aplicaciones, sexta edición (o su versión en inglés). Prentice-Hall.
- P.C. Gregory. Bayesian Logical Data Analysis for the Physical Sciences. Cambridge University Press. 2005.
- Olivier Cappé, Eric Moulines y Tobias Rydén. Inference in Hidden Markov Models. Springer. 2005.
- Martin L. Puterman. Markov Decision Processes. Wiley. 2005.
- Gerhard Winkler. Image Analysis, Random Fields and Markov Chain Monte Carlos Methods. Springer. 2003.
- Sebastian Thrun, Wolfram Burgard and Deiter Fox. Probabilistic Robotics. The MIT Press. 2005.
- Judea Perl. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1988.
- Wei-Min Shen. Autonomous Learning from the environment. W. H. Freeman and Company. 1994.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de modelos probabilistas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Nota: Este materia toma en cuenta el contenido de la materia de “Modelos probabilistas” del programa de ingeniería en computación de la FIE.



Visión computacional

Clave	IA5S02
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	IA4S01

Objetivo: Aprender los conceptos y técnicas de visión en robótica. En el curso se abordará tanto la parte teórica de la visión computacional utilizando una y dos cámaras, como la parte práctica de implementación utilizando la biblioteca de software abierto *opencv* utilizando el lenguaje C++.

Temario	Horas
1. Distribuciones de probabilidad comunes en visión.	6
2. Ajuste de modelos de probabilidad.	6
3. La distribución normal.	6
4. Aprendizaje e inferencia en visión.	6
5. Modelos complejos de densidades de datos.	6
6. Modelos de regresión.	6
7. Modelos de clasificación.	6
8. Preprocesamiento de imágenes y extracción de características.	12
9. Introducción a la biblioteca OpenCv bajo C++.	12
10. El modelo de cámara de pinhole.	6
11. Modelos para transformaciones.	6
12. Múltiples cámaras.	8
Actividades prácticas.	32
Total	128

- 1. Distribuciones de probabilidad comunes en visión.** Distribución de Bernoulli. Distribución Beta. Distribución categórica. Distribución de Dirichlet. Distribución normal de una variable. Distribución gama inversa normal escalada. Distribución normal multivariada. Distribución Wishart normal inversa.
- 2. Ajuste de modelos de probabilidad.** Método de máxima verosimilitud. Maximización a posteriori. El enfoque Bayesiano. Ejemplo de ajuste de la distribución normal. Ejemplo de ajuste de la distribución categórica.



3. La distribución normal. Tipos de matriz de covarianza. Descomposición de la covarianza. Transformaciones lineales de variables. Distribuciones marginales. Distribuciones condicionales. Productos de dos normales. Cambio de variable.

4. Aprendizaje e inferencia en visión. Problemas de visión computacional. Tipos de modelos. Regresión. Clasificación. Aplicaciones.

5. Modelos complejos de densidades de datos. Modelo de clasificación normal. Variables ocultas. Método EM. Mezcla de Gaussianas. La distribución t. Análisis de factores. Combinación de modelos. Aplicaciones.

6. Modelos de regresión. Regresión lineal. Regresión lineal Bayesiana. Regresión no lineal. Aplicaciones

7. Modelos de clasificación. Regresión logística. Regresión logística Bayesiana. Regresión logística no lineal.

8. Preprocesamiento de imágenes y extracción de características. Preprocesamiento por pixel. Orillas, esquinas y puntos de interés. Descriptores.

9. Introducción a la biblioteca OpenCv bajo C++. Instalación de OpenCV. Lectura, despliegue y manipulación de las imágenes. Implementación de algoritmos del tema anterior.

10. El modelo de cámara de pinhole. El modelo Pinhole. Tres problemas geométricos. Coordenadas homogéneas. Aprendizaje de los parámetros extrínsecos de la cámara. Aprendizaje de los parámetros intrínsecos de la cámara. Inferencia de puntos 3D. Aplicaciones.

11. Modelos para transformaciones. Transformaciones 2D. Aprendizaje de transformaciones 2D. Inferencia en modelos de transformaciones. Tres problemas geométricos para planos. Transformaciones entre imágenes. Aprendizaje robusto de transformaciones. Aplicaciones.

12. Múltiples cámaras. Geometría de dos vistas. La matriz esencial. La matriz fundamental. Reconstrucción de dos vistas. Rectificación. Reconstrucción con múltiples vistas. Aplicaciones.

Bibliografía básica:

- Simon J.D. Prince. *Computer vision: models, learning and inference*. Cambridge University Press. 2012.
- Robert Laganiere. *OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook*. Packt Publishing. 2011.
- Richard Hartley and Andrew Zisserman. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press. Second Edition. 2003.

Sugerencias didácticas:



Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería en computación con experiencia en visión computacional. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Robótica móvil

Clave	IA5S03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	IA4S01

Objetivo: Introducir al estudiante al campo de robótica móvil, incluyendo los sensores y actuadores de los robots, así como los algoritmos para resolver problemas del área.

Temario	Horas
1. Panorama y motivación.	2
2. Hardware.	14
3. Sensores visuales y algoritmos.	12
4. Representación y razonamiento acerca del espacio.	14
5. Ambientes operativos.	12
6. Localización del robot.	14
7. Mapas y tareas relacionadas.	14
8. Tareas prácticas para robots móviles.	14
Actividades prácticas.	32
Total	128

- 1. Panorama y motivación.** Desarrollo histórico. Modelo sensar-planear-actuar. Modelo reactivo. Modelos híbridos. Motivación.
- 2. Hardware.** Tipos de locomoción. Comunicaciones. Procesamiento. Sensores.
- 3. Sensores visuales y algoritmos.** Calibración. Procesamiento de la imagen. Obtención de la profundidad. Visión activa. Otros sensores.
- 4. Representación y razonamiento acerca del espacio.** Representación del espacio. Representación del robot. Planeación de movimientos. Planeación para múltiples robots.
- 5. Ambientes operativos.** Descomposición funcional. Control reactivo. Control de alto nivel. El sistema operativo ROS.
- 6. Localización del robot.** Seguimiento de la posición. Localización global.
- 7. Mapas y tareas relacionadas.** Mapas sensoriales. Mapas geométricos. Mapas topológicos. Mapas métricos. Fusión sensorial.



8. Tareas prácticas para robots móviles. Desarrollo de una aplicación sobre un robot móvil para realizar alguna tarea.

Bibliografía básica:

- Gregory Dudek and Michael Jenkin. *Computational Principles of Mobile Robotics*. Cambridge University Press. 2000.
- R. Peter Bonasso and Robin Murphy (eds). *Artificial Intelligence and Mobile Robots, Case Studies of Successful Robot Systems*. MIT Press. 1998.
- Joseph L. Jones, Anita M. Flynn and Bruce A. Seiger. *Mobile Robots Inspiration to Implementation*. Second Edition. A. K. Peters, 1999.

Bibliografía complementaria:

- H.R. Everett. *Sensors for Mobile Robots Theory and Application*. A.K. Peters.1995.
- Emanuele Trucco and Alessandro Verri. *Introductory Techniques for 3-D Computer Vision*. Prentice Hall. 1998.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Mecatrónica, Robótica o área afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Opción terminal Biomecánica

Biomecánica

Clave	IA4C01
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: El alumno conocerá los aspectos del funcionamiento mecánico del cuerpo humano, de tal forma que pueda plantear modelos de los diferentes sistemas, orientado al desarrollo de prótesis y sistemas artificiales sustitutos y de apoyo.

Temario	Horas
1. Conceptos generales de biomecánica.	8
2. Elementos estructurales del cuerpo humano (CH).	15
3. Modelado estático, cinemática y dinámico.	20
4. Biomecánica articular	18
5. Biomecánica de la columna vertebral (CV).	15
6. Dinámica de fluidos cardiovasculares.	20
Actividades prácticas.	32
Total	128

1. Conceptos generales de biomecánica. Leyes de la mecánica. Vocabulario anatómico. Conceptos estructurales del cuerpo humano. Conceptos de estática, dinámica y mecanismos.

2. Elementos estructurales del cuerpo humano (CH). Sistema esquelético. Sistema de eslabones del CH. Articulaciones. Biomecánica de huesos, cartílagos, ligamentos y tendones. Biomecánica de los músculos.

3. Modelado estático, cinemática y dinámico. Determinación de fuerzas. Sistemas estáticamente determinados e indeterminados. Métodos para la medida de fuerzas. Análisis del movimiento mediante fotogrametría. Definición del modelo de eslabones del CH. Análisis dinámico del movimiento. Biomecánica de la marcha.



4. Biomecánica articular. Las articulaciones y su operación. Analogías mecánicas de las articulaciones. Articulación de la cadera. Articulación de la rodilla. Otras articulaciones. Prótesis en articulaciones.

5. Biomecánica de la columna vertebral (CV). Función, elementos constituyentes y anatomía de la columna vertebral. Unidad funcional de la CV. Deterioro de la CV.

6. Dinámica de fluidos cardiovasculares. Modelos mecánicos cardiacos. Dinámica de las válvulas. Modelado de la mecánica de prótesis vasculares. Dispositivos de asistencia cardiaca. Fisiología del sistema circulatorio. Modelado de válvulas artificiales. Modelado de flujo considerando arterias deformables.

Bibliografía básica:

- FUNG Y. C. Biomechanics, mechanical properties of living tissues. 2nd edition. San Diego, CA, U.S.A. Springer, 2009.
- JOSEPH, Knutzen Kathleen Hamill. Biomechanical basis of human movement. 3rd edition. Philadelphia, U.S.A. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- KAPANDJI, I. A. Cuadernos de fisiología articular. 6ta edición. Madrid, España. Médica Panamericana, 2007.
- PETERSON, D. R. Biomechanics, principles and applications. New York, U.S.A. Springer, 2007.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	
Uso de software especializado		Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X



Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios con licenciatura en Ingeniería Mecánica o afín, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de biomecánica, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.

Nota: El contenido de esta materia está basado en la materia “Biomecánica” del programa de mecatrónica de la UNAM.



Exoesqueletos y prótesis

Clave	IA5C02
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	IA4C01

Objetivo: Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para el diseño y construcción de (a) exoesqueletos para asistencia y rehabilitación, y (b) prótesis, a partir de la anatomía musculoesquelético de los usuarios y programas estándares de rehabilitación.

Temario	Horas
1. Introducción.	6
2. Fundamentos matemáticos y físicos.	10
3. Anatomía y kinesiología del cuerpo humano.	14
4. Exoesqueletos para asistencia.	18
5. Exoesqueletos para rehabilitación.	18
6. La cinemática y dinámica de los exoesqueletos	14
7. Planificación de movimientos.	14
8. Prótesis.	14
9. Proyecto.	20
Total	128

1. Introducción. Antecedentes. Tipos y clasificación de exoesqueletos. Aplicaciones. Estado actual del desarrollo tecnológico de los exoesqueletos. Definición e importancia de las prótesis. Estado actual del desarrollo de las prótesis. La medicina del deporte.

Establecer una información histórica del desarrollo de los exoesqueletos y prótesis, así como los tipos más comunes y criterios de clasificación. Proporcionar información del escenario actual, así como la tendencia del desarrollo y aplicaciones de estos equipos

2. Fundamentos matemáticos y físicos. Álgebra de vectores. Descripción espacial y transformaciones. La cinemática y cinética del cuerpo rígido.

Proporcionar al estudiante las herramientas matemáticas y físicas necesarias para entender el uso de operadores de transformación, como la rotación, la traslación y la transformación homogénea,



mediante el uso metodológico de la teoría del álgebra vectorial. De la misma manera, se presenta un panorama básico de la cinemática y la cinética del cuerpo rígido, necesarias para entender las posiciones, velocidades y aceleraciones de los cuerpos en movimiento, así como la determinación de los parámetros cinéticos de masa, distribución de masa, energías cinéticas y potenciales que gobiernan el movimiento de la conjunción de un exoesqueleto y el cuerpo humano.

3. Anatomía y kinesiología del cuerpo humano. El sistema neuromuscular y esquelético humanos: las extremidades superiores e inferiores. El andar humano y análisis de la movilidad del cuerpo. Factores de disfuncionalidad motriz. La distrofia muscular.

Se presenta en este tema un estudio del sistema neuromuscular y esquelético del cuerpo humano, así como el estudio de su movimiento. Como los exoesqueletos son robots adaptables al cuerpo humano para ofrecer movimiento y amplificar sus capacidades, se hace necesario el estudio de la anatomía de los miembros de mayor movilidad, tales como los brazos y las piernas. Es por esto necesario, ofrecer información de las articulaciones, músculos y huesos de los miembros superiores e inferiores. También es necesario entender las causas de la discapacidad y distrofia muscular, con el objeto de diseñar y construir un exoesqueleto acorde a las necesidades de asistencia y rehabilitación. Se sugiere el entendimiento de los diversos programas de rehabilitación más comunes, de tal manera que un exoesqueleto para rehabilitación pueda ofrecer un servicio más eficiente.

4. Exoesqueletos para asistencia. Arquitecturas mecánicas de los exoesqueletos para brazos y piernas. Principios de funcionamiento y consideraciones básicas del diseño de los exoesqueletos. Exoesqueleto para miembros superiores. Exoesqueleto para miembros inferiores. Exoesqueleto de cuerpo entero.

Los exoesqueletos para asistencia ofrecen recuperar o aumentar las capacidades de los miembros con cierto grado de disfuncionalidad, proporcionando una mayor independencia al usuario. Por esta razón, se ofrecen los principios de diseño necesarios para el desarrollo de estas máquinas. Se hace énfasis en los diferentes tipos de exoesqueletos: para miembros superiores, inferiores y de cuerpo entero

5. Exoesqueletos para rehabilitación. Principios básicos de rehabilitación. Exoesqueletos para miembros superiores. Exoesqueleto para miembros inferiores. Programas de rehabilitación.

Este tema se enfoca en los criterios de diseño y construcción para los exoesqueletos dedicados a ofrecer terapias físicas, necesarias para la rehabilitación, bajo los diferentes esquemas más comunes de rehabilitación.

6. La cinemática y dinámica de los exoesqueletos. La cinemática directa. La cinemática inversa. La dinámica de los exoesqueletos: la dinámica de Newton Euler y la dinámica Lagrangiana.

Los exoesqueletos son eslabonamientos de cuerpos rígidos, semirígidos y deformables que poseen masa y distribución de ésta. Por tanto, para su operación es necesario entender su comportamiento dinámico que permita determinar las fuerzas y momentos que ocurren en todos y cada uno de los eslabones del aparato. Asimismo, es necesario comprender la metodología a seguir, necesaria para seleccionar los materiales y actuadores más adecuados. Se ofrecen los enfoques de la dinámica más comunes como el de Newton Euler y Lagrange.



7. Planificación de movimientos. Regiones geométricas de trayectoria. Perfiles de trayectoria.

Se presentan las regiones geométricas tales como líneas rectas, círculos, elipses, arcos en el espacio plano y tridimensional, así como su integración para generar rutas de movimiento para el andar en terrenos estructurados, semiestructurados y no estructurados, teniendo en cuenta la evasión de obstáculos, así como ascenso y descenso de escaleras. También se presentan diversos perfiles de movimiento que establecen la gobernabilidad en el tiempo de los movimientos de los elementos del exoesqueleto. Se ofrecen los perfiles trapezoidales, spline cúbicos, de grado superior con y sin inclusión de periodos estacionarios entre fases transitorias.

8. Prótesis. Principios básicos de diseño de prótesis. Selección de materiales y dispositivos mecánicos para la construcción de prótesis. Prótesis estéticas. Prótesis funcionales. Prótesis mixtas. Prótesis de miembro superior y mano. Prótesis de miembro inferior y pie. Anclajes de prótesis en el cuerpo. Técnicas de entrenamiento y cuidado de las prótesis. Simulación por computadora de prótesis.

Se presentan los principios de diseño de prótesis cosméticas y funcionales, para lo cual se exhiben los materiales mayormente empleados en su construcción.

9. Proyecto. Al final del curso se hace necesaria la presentación de la realización de un prototipo de exoesqueleto y/o prótesis, a través del cual se materialice la adquisición de los conocimientos que un diseñador de exoesqueletos y prótesis debe poseer.

Bibliografía básica:

- Pons, José L. (2008). Wearable Robots, Biomechatronic Exoskeletons. Wiley.
- Rocon, E. y Pons, José L. (2008) Exoskeletons in Rehabilitation Robotics: Tremor Suppression. Springer.
- Delavier, Frederic (2005) Strength Training Anatomy.
- Lundgren, Julie K. (2014). Esqueletos y Exoesqueletos. Rourke Pub Llc. ISBN-13: 978-1631550492
- Gensler, Petra (2014) Kinesiología. Edimat Libros, S. A. ISBN: 9788497648271.
- González Viejo, G.; Riambau, O.; Castro, F. (2005) Amputación de extremidad inferior y discapacidad. Prótesis y rehabilitación. MASON.
- Viladot, R.; Clavell, S.; Cohí, O. (2009). ÓRTESIS Y PRÓTESIS DEL APARATO LOCOMOTOR. Ed. Elsevier-Masson.
- González M. y Salinas, F. (2005). AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR Y DISCAPACIDAD. PRÓTESIS Y REHABILITACION. Editorial MASSON.



Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería mecánica o mecatrónica con amplia experiencia en el área de exoesqueletos y prótesis. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.





Máquinas caminantes

Clave	IA5C03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	8
Requisitos	IA4C01

Objetivo: Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para el diseño, construcción y operación de máquinas caminantes multípodas, con diversas aplicaciones, tomando en consideración las diversas arquitecturas mecánicas con base en posturas reptilianas y no reptilianas.

Temario	Horas
1. Introducción.	8
2. Fundamentos matemáticos.	12
3. Principios de locomoción.	8
4. Máquinas caminantes multípodas.	22
5. Cinemática de las máquinas caminantes.	22
6. Planificación de trayectorias de las máquinas caminantes.	18
7. Dinámica de las máquinas caminantes.	18
8. Proyecto.	20
Total	128

1. Introducción. Establecer una información histórica del desarrollo de las máquinas caminantes, así como los tipos más comunes y criterios de clasificación. Proporcionar información del escenario actual, así como la tendencia del desarrollo y aplicaciones de estos equipos.

Antecedentes. Clasificación de las máquinas caminantes. Aplicaciones. Estado actual del desarrollo de las máquinas caminantes.

2. Fundamentos matemáticos y físicos. Proporcionar al estudiante las herramientas matemáticas y físicas necesarias para entender el uso de operadores de transformación, como la rotación, la traslación y la transformación homogénea, mediante el uso metodológico de la teoría del álgebra vectorial. De la misma manera, se presenta un panorama básico de la cinemática y la cinética del cuerpo rígido, necesarias para entender las posiciones, velocidades y aceleraciones de los cuerpos en



movimiento, así como la determinación de los parámetros cinéticos de masa, distribución de masa, energías cinéticas y potenciales que gobiernan el movimiento de una máquina caminante.

Álgebra vectorial. Descripción espacial y transformación del cuerpo rígido. Cinemática y dinámica del cuerpo rígido.

3. Principios de locomoción. Se presentan los principios básicos de la locomoción basada en piernas, en ruedas y en tracción por orugas. En el caso de la locomoción basada en piernas, se establecen los principios de bioinspiración que originan el desarrollo de los diferentes tipos de piernas. Se estudian diferentes mecanismos de trayectoria definida como el eslabonamiento de Peaucellier Lipkin, al que se le agregan grados de libertad.

Principio básico de locomoción. Locomoción basada en piernas. Arquitecturas mecánicas de piernas. Piernas basadas en trayectoria definida. El mecanismo de Peaucellier Lipkin. Pierna Clase LUNAbot. Locomoción basada en ruedas. Locomoción basada en tracción por orugas.

4. Máquinas caminantes multípodas. Se estudian una diversidad de máquinas caminantes en atención a su número de piernas. Con base en ello, se establece la capacidad de equilibrio de ellas.

Estabilidad de máquinas caminantes. Estabilidad estática y dinámica. Maquinas caminantes de una pierna. Maquinas caminantes bípedas. El robot humanoide. Máquinas caminantes trípodes. Maquinas caminantes tetrápodos. Máquinas caminantes hexápodas. Máquinas caminantes octópodas.

5. Cinemática de las máquinas caminantes. Se presenta la cinemática en el espacio de articulaciones y operacional.

Cinemática directa de las máquinas multípodas. Cinemática inversa de las máquinas caminantes. Caso de estudio. La máquina caminante Clase LUNAbot.

6. Planificación de trayectorias de las máquinas caminantes. Se presentan las regiones geométricas tales como líneas rectas, círculos, elipses, arcos en el espacio plano y tridimensional, así como su integración para generar rutas de movimiento para el andar en terrenos estructurados, semiestructurados y no estructurados, teniendo en cuenta la evasión de obstáculos. También se presentan diversos perfiles de movimiento que establecen la gobernabilidad en el tiempo de los movimientos de los elementos de la máquina caminante. Se ofrecen los perfiles trapezoidales, spline cúbicos, de grado superior con y sin inclusión de periodos estacionarios entre fases transitorias.

Regiones geométricas de la trayectoria. Perfiles de trayectoria. Perfiles trapezoidales, spline cúbicos y de grado superior. Planificación del andar de la máquina caminante. Caso de estudio: la máquina caminante Clase LUNAbot.

6. Dinámica de las máquinas caminantes. Las máquinas caminantes son eslabonamientos de cuerpos rígidos y semirígidos que poseen masa y distribución de ésta. Por tanto, para su operación es necesario entender su comportamiento dinámico que permita determinar las fuerzas y momentos que ocurren en todos y cada uno de los eslabones del aparato. Asimismo, es necesario comprender la metodología a seguir, necesaria para seleccionar los materiales y actuadores más adecuados. Se ofrecen los enfoques de la dinámica más comunes como el de Newton Euler y Lagrange.



8. Proyecto. Al final del curso se hace necesaria la presentación de la realización de un prototipo de máquina caminante, a través del cual se materialice la adquisición de los conocimientos que un diseñador de máquinas caminantes debe poseer.



Bibliografía básica:

- Todd, D.J. (1985). Walking Machines. An Introduction to Legged Robots. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Siciliano, B. y Khatib, O. (2008) Springer Hanbook of Robotics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Schramm, D., Hiller, M. y Bardini, R. (2014) Vehicle Dynamics. Modelling and Simulation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Jadran Lenarcic, Tadej Bajd, Michael M. Stanisic (2013). Robot mechanisms, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Angeles, J. (2014) Fundamentals of Robotic Mechanical Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Licenciatura en Ingeniería Mecánica o Mecatrónica, con amplia experiencia en el área de máquinas caminantes. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



Opción terminal Diseño Mecatrónico Industrial

Dispositivos industriales de control

Clave	IA4T01
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	6
Requisitos	Ninguno

Objetivo: Planificar y programar del PLC de diferentes rangos y software con lenguajes gráficos normados en IEC 61131 con señales digitales y analógicas. Planificar y ejecutar la puesta en marcha de sistemas automatizados con PLC, incluyendo el cableado, programación y prueba. Programar controles en lazo cerrado con PLC. Seleccionar adecuadamente el tipo de PLC (CPU, tipos de módulos de entrada y salida) según las necesidades del problema de automatización.

Temario	Horas
1. Introducción al PLC y formato de datos.	20
2. Programación de puertos lógicos.	16
3. Entradas y salidas analógicas con el PLC.	10
4. Programación de controles secuenciales.	20
5. Controles en lazo cerrado con el PLC.	15
6. Conexión de dispositivos de entrada y salida al PLC.	15
Actividades prácticas.	32
Total	128

1. Introducción al PLC y formato de datos. Elementos principales Diseño y funcionamiento del PLC. Diseño, construcción y lógica de funcionamiento del PLC. Áreas de aplicación. Métodos de programación. Formato de datos: Bit, Byte, Word, Double Word, entero (*Integer*) y Real (*Real*), Coma flotante. Sistemas numéricos binario, octal, hexadecimal, Código BCD, Código Gray. Direccionamiento y memorias en el PLC, Tabla de estados.

2. Programación de puertos lógicos. Lenguaje de programación gráfico Escalera y bloques de funciones. SR, Temporizador, Contador, Detector de flanco. Convertidores de datos. Bloques de transición. Funciones aritméticas.

3. Entradas y salidas analógicas. Dispositivos industriales de entrada y salida analógicos. Módulo de entrada y salida analógico. Programación con datos analógicos.



4. Programación de secuencias. GRAFCET (*Graph Fonctionnel de Commande Etape-Transition*) IEC 60848. Aplicación de GRAFCET en el control secuencial. Programación de secuencias con el lenguaje escalera y bloques de funciones Lenguajes de programación secuencial (SFC) según el estándar IEC 61131.

5. Control en lazo cerrado con el PLC. Programación de modelos de sistemas dinámicos de primer y segundo orden. Control P PI PD y PID. Análisis de respuesta transitoria en sistemas de control reales. Aplicación del método de autoajuste Ziegler-Nichols en la optimización del control continuo.

6. Conexión de dispositivos de entrada y salida al PLC. Selección correcta de módulos de entrada y salida. Conexión de sensores electromecánicos y de sensores electrónicos de 2 y 3 cables en módulos de *sourcing* y *sinking*. Conexión de actuadores a módulos de salida

Bibliografía básica:

- Bolton W. ;Programmable Logic Controllers, Sixth Edition, Elsevier 2015
- Rabiee M. ;Programmable Logic Controllers: Hardware and Programming, Goodheart-Willcox, Third Edition., 2012
- Mackay S., Wright E. Reynders D. Park J. Industrial Data Networks. Design Installation and Troubleshooting, Elsevier 2004.

Bibliografía complementaria:

- Berge J., "Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation, Maintenance". ISA Press 2002.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X



Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios en Ingeniería Mecatrónica Eléctrica, Mecánica o afín, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de automatización industrial, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.



Redes industriales

Clave	IA5T02
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	6
Requisitos	IA4T01

Objetivo: Conoce las características, topologías, protocolos y configuración de redes de comunicación más utilizadas en la industria. Diseña e implementa para distintos controladores lógicos programables redes de dispositivos, redes de campo y de Ethernet Industrial. Identifica y resuelve problemas de interconexión de dispositivos a través de las redes de comunicación industrial y representa procesos a través de interfaces humano - máquina así como implementa el cableado estructurado para la integración de planta tanto en el ámbito comercial como industrial

Temario	Horas
1. Introducción a redes industriales.	20
2. Jerarquía de las redes de comunicación industrial.	20
3. Redes de campo sensor-actuador y Redes de proceso.	31
4. Interfaces Humano Máquina en entornos distribuidos.	25
Actividades prácticas.	32
Total	128

1. Introducción a redes industriales. Modelos, protocolos, topologías, planeación, medios de transmisión de redes, cableado estructurado y equipamiento de interconexión. Red global de telecomunicaciones. Protocolos de redes de comunicación. Topologías y medios de transmisión de redes. Equipo de interconexión de redes. Planeación de una red. Estándares de cableado estructurado

2. Jerarquía de las redes de comunicación industrial. Arquitectura y jerarquía de las redes de comunicación industrial. Arquitectura del controlador lógico programable. Cableado clásico y cableado usando buses de campo.

3. Redes de campo sensor-actuador y Redes de proceso. Características generales. Componentes básicos. Topologías. Reglas de cableado para el diseño de redes sensor-actuador. Características generales. Componentes básicos. Topologías. Reglas de cableado para el diseño de redes de proceso y control. Ethernet hacia el piso de planta. Características generales. Componentes básicos. Topologías. Reglas de cableado para el diseño de redes Ethernet Industrial

4. Interfaces Humano Máquina en entornos distribuidos. Herramientas de configuración de paneles de visualización. Tipos de software de programación de interfaces Humano-Máquina para el monitoreo y control de un proceso.



Bibliografía básica:

- Kumar S; Fieldbus and Networking in Process Automation, CRC Press, 2014,
- Zurawski R., Integration Technologies for Industrial Automated System, CRC Press 2014
- Mackay S., Wright E. Reynders D. Park J. Industrial Data Networks. Design Installation and Troubleshooting, Elservier 2004
- Zurawski R.; Industrial Communication Technology Handbook, Second Edition, CRC Press 2014
- Marshall P.S. Rinaldi J. S. Industrial Ethernet 2nd Edition, Industrial Library
- Ramón Piedrahita Moreno; Ingeniería de la Automatización Industrial. Ed. Alfaomega
- Tanembaum, A.S. Computer Networks. Ed. Prentice Hall.
- Halsall, Fred. Data communications, computer networks and Open Systems. Ed. Addison-Wesley, 1996.3.

Bibliografía complementaria:

- Berge J., "Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation, Maintenance". ISA Press 2002.
- Black U., "Physical Level Interfaces and Protocols".
- Burton, "Fieldbus for Industrial Control Systems". Chapman & Hall 1997.
- Sterling, D. y Wissler, S. The Industrial Ethernet Networking Guide. Ed. Thomson, 2003.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
--------------------	---	--	---



Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios en ingeniería eléctrica, mecatrónica o afín, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de automatización industrial, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente



Integración de control automático

Clave	IA5T03
Horas teoría/semana	3
Horas práctica/semana	1
Duración semanas	32
Total de horas anuales	128
Número de créditos	6
Requisitos	IA4T01

Objetivo: Aplicar e integrar herramientas del área mecatrónica en un lazo de control automático para operar, diseñar, implementar y evaluar el desempeño de sistemas mecatrónicos. Realiza el diseño e implementa sensores mecatrónicos para retroalimentación y diversos controladores de tipo servo, motores de pasos, de corriente directa y de corriente alterna, así como de tipo regulatorio para procesos continuos como nivel, temperatura, flujo. Aplica de control automático de lazo cerrado utilizando controladores del tipo PID y no convencionales para diferentes estrategias de control en procesos continuos y de tipo servo, tomando como base la identificación en lazo abierto y en lazo cerrado.

Temario	Horas
1. Control de procesos continuos.	40
2. Control Servo.	30
3. Control de motores de CA.	26
Actividades prácticas.	32
Total	128

1. Control de procesos continuos. Elaboración e interpretación de P&IDs. Análisis y modelación de respuesta transitoria en lazo abierto y en lazo cerrado. Sintonía de controladores industriales PID. Diseño de HMIs para adquisición y control de procesos utilizando software industrial. Estrategias avanzadas de control (cascada, ante-alimentado, tres modos, otras). Aplicación de un control integral de procesos por computadora

2. Control Servo. Control de posición utilizando diferentes tipos de motores. Programación de sistema de posición utilizando software comercial para ejecución de tareas. Realizar el control en lazo abierto de motores de CC y de pasos. Diseñar e implementar el lazo de control de posición y velocidad para servo-motores a través de una HMI. Aplicación de sensores de posición y servos para la implementación de un sistema de posición.



3. Control de motores de CA. Implementar el control en lazo abierto de motores de CA a través de variadores de frecuencia. Aplicar el software industrial para la configuración de parámetros en un variador de frecuencia, así como el monitoreo y control de velocidad para motores de CA en lazo abierto. Diseñar e implementar los elementos mecánicos y electrónicos requeridos para realizar el control de velocidad en lazo cerrado para un motor de CA a través de un variador de frecuencia. Implementar y evaluar el desempeño de un lazo de control de velocidad, ante cambios de referencia y de cambio de carga.

Bibliografía básica:

- Rodriguez J., Cortes P. Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives, Wiley IEEE Press 2012
- Gerling D. Electrical Machines Mathematical Fundamentals of Machines Topologies Springer 2014.
- Chapman S.J. Electric Machinery and Power Systems fundamentals MC Graw Hill 2002.
- Creus A. Instrumentación Industrial, Alfaomega.

Bibliografía complementaria:

- Franklin E.G Powell J. D. Feedback Control of Dynamic Systems Pearson Prentice Hall 2006.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	X	Uso de plataformas educativas	X
Exposición audiovisual	X	Lecturas obligatorias	X
Ejercicios dentro de clase	X	Trabajo de investigación	X
Ejercicios fuera de clase	X	Prácticas de laboratorio	X
Seminarios		Búsqueda especializada en internet	X
Uso de software especializado	X	Uso de redes sociales con fines académicos	X

Sugerencias de evaluación:

Exámenes parciales	X	Elaboración de informes técnicos o proyectos	X
Exámenes finales	X	Participación en clase	X
Tareas fuera del aula	X	Asistencia a prácticas	X

Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura:

Estudios universitarios en Ingeniería Eléctrica, Mecatrónica o afín, preferentemente con posgrado, con conocimientos teóricos y prácticos con amplia experiencia en el área de automatización industrial, con experiencia docente o con preparación en programas de formación docente.

