



**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

**Facultad de Ingeniería Mecánica**

**División de Estudios de Posgrado**

**Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en  
Ingeniería Mecánica**

**Revisión Curricular 2016**

**Morelia, Michoacán, Febrero del 2016**

## **DATOS GENERALES**

**NOMBRE DEL PROGRAMA:**

Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica

**REFERENCIA CONACyT:**

000162

**ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA:**

Investigación

**NIVEL ÚLTIMO DICTAMEN:**

Consolidado

**ÁREAS DEL CONOCIMIENTO:**

- Diseño Mecánico y Ciencias de los Materiales en Ingeniería
- Termodinámica Aplicada y Energías Alternas
- Transferencia de Calor y Fluidodinámica

**DEPENDENCIA ACADÉMICA:**

Facultad de Ingeniería Mecánica

**ING. JOSÉ JESÚS PADILLA GÓMEZ**

Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica

**DR. GONZALO MARIANO DOMÍNGUEZ ALMARAZ**

Jefe de la División de Estudios de Posgrado

**M.C. VICTOR LÓPEZ GARZA**

Coordinador del Programa de Maestría

## CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Antecedentes .....	6
1.2 Metodología para la revisión curricular 2015 .....	7
1.2.1 Participantes. ....	9
1.2.2 Lineamientos para revisión curricular .....	10
1.2.3 Estructura Metodológica. ....	10
1.3 Justificación.....	15
1.3.1 Reestructura del Plan de Estudios.....	15
1.3.2 Actualización de asignaturas.....	16
1.4 Descripción del contenido .....	17
2 FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA .....	18
2.1 Pertinencia .....	18
2.1.1 Marco referencial .....	18
2.1.2 Sector gubernamental .....	19
2.1.3 Sector productivo y social.....	19
2.1.4 Sector académico .....	20
2.1.5 Plan Integral de Desarrollo del Posgrado Nicolaita.....	21
2.2 Oferta educativa y demanda de alumnos.....	21
2.2.1 Oferta educativa.....	21
2.2.2 Demanda de alumnos.....	29
2.3 Horizonte laboral.....	29
3 OBJETIVOS DEL PROGRAMA .....	31
3.1 Visión .....	31
3.2 Misión .....	31
3.3 Objetivo general.....	31
3.4 Objetivos específicos .....	31
3.5 Metas.....	32
4 PERFIL DE INGRESO Y EGRESO .....	32

4.1 Perfil de ingreso .....	32
4.2 Perfil de Egreso .....	33
5 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS .....	35
5.1 Duración del Plan de Estudios.....	35
5.2 Estructura curricular .....	35
5.3 Total de créditos a cubrir .....	39
5.4 LGACs del Programa. ....	42
5.4.1 Diseño Mecánico y Ciencia de los Materiales en Ingeniería.....	43
5.4.2 Termodinámica Aplicada y Energías Alternas.....	43
5.4.3 Transferencia de Calor y Fluidodinámica.....	44
5.5 Programa de las actividades de aprendizaje .....	44
5.5.1 Curso Propedéutico.....	44
5.5.2 Asignaturas Básicas Obligatorias.....	45
5.5.3 Asignaturas Básicas Complementarias .....	45
5.5.4 Asignaturas Optativas.....	45
5.6 Flexibilidad para cubrir las actividades académicas.....	47
5.7 Propuesta de transición entre Planes de Estudio .....	47
6 MODELO EDUCATIVO.....	47
6.1 Aprendizaje centrado en el estudiante. ....	49
6.1.1 Aprendizaje significativo.....	50
6.2 Formación integral .....	50
6.2.1 Aprendizaje basado en competencias .....	51
6.3 Educación a lo largo de la vida.....	52
6.3.1 Aprendizaje autónomo. ....	53
7 PERSONAL ACADÉMICO .....	54
7.1 Personal que participa en el programa vigente .....	54
7.2 Núcleo Académico Básico.....	54
7.3 Profesores externos .....	56
7.4 Vinculación académica .....	58
8 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS .....	59
8.1 Docencia y actividades académicas.....	59
8.2 Administración .....	60

8.3 Laboratorios y talleres.....	60
8.4 Recursos financieros.....	61
9 MECANISMOS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....	63
10 NORMAS COMPLEMENTARIAS .....	65
Disposiciones generales de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica .....	65
Requisitos de ingreso .....	67
Procedimiento de ingreso .....	68
Curso Propedéutico.....	68
Requisitos de permanencia .....	68
Requisitos para la obtención del grado.....	69
Personal Académico y Núcleo Académico Básico.....	70
Tutor.....	71
Comité Tutorial y seguimiento de estudiantes.....	72
Flexibilidad del Plan de Estudios.....	73
Investigación.....	73
Evaluación.....	73
9 PLAN DE DESARROLLO 2012-2017 .....	73
9.1 Introducción.....	73
9.2 Objetivos.....	74
9.2.1 Objetivos específicos .....	74
9.3 Estrategias y metas.....	74
ANEXOS .....	75

## 1 INTRODUCCIÓN

En esta sección se presentan los antecedentes del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, las comisiones que participaron en los trabajos de reforma y actualización, así como la justificación y descripción del contenido de la propuesta.

### 1.1 Antecedentes

En el año de 1982 se plantea la necesidad de iniciar un programa de maestría en ingeniería mecánica, que da origen a la creación de cursos de actualización y titulación. Dichos cursos tuvieron una amplia aceptación, lo que aumentó las expectativas para la creación de la maestría en ingeniería mecánica. Por lo que después de revisar y discutir varias propuestas y considerando que en la región centro-occidente, en particular el estado de Michoacán, requería también de la creación de la maestría en ingeniería mecánica, el H. Consejo Técnico de la Escuela de Ingeniería Mecánica nombró a una comisión académica que visitó, en el periodo de septiembre de 1994 a mayo de 1995, importantes centros de investigación e instituciones de educación superior tales como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Además, se efectuaron encuestas a los siguientes sectores: Alumnos egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica y diferentes instituciones y empresas como: CFE, la Siderúrgica Lázaro Cárdenas las Truchas (SICARTSA), Productora Mexicana de Tuberías (PMT) y NAFINSA Kobe Steel (NKS). Obteniéndose como conclusión de este trabajo, y con base en las sugerencias y recomendaciones de directivos e investigadores de estas instituciones, la factibilidad real de la creación de un plan de estudios en Ingeniería Mecánica con nivel de posgrado.

Así, en el año 2001 se crea una nueva comisión, la cual da continuidad a los trabajos anteriormente mencionados y, el 24 de octubre de 2001 es aprobado por el H. Consejo Universitario el programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica. En consecuencia, la Escuela de Ingeniería Mecánica se convierte en Facultad de Ingeniería Mecánica. Del 18 de noviembre del 2001 al 18 de febrero 2002 se imparte el primer curso propedéutico para estudiantes de nuevo ingreso, y el 25 de febrero de 2002, se inicia formalmente el programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

Posteriormente, se participó en dos ocasiones consecutivas en la convocatoria publicada por CONACYT para ingresar al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) en los años 2007 y 2008, obteniendo dictamen desfavorable. Los

dictámenes señalaban algunos aspectos que debían ser tomados en cuenta para lograr el ingreso al PNPC.

Con el firme propósito de cubrir las debilidades señaladas, la administración en turno implemento una serie de medidas entre las que destacan: contratación de nuevos profesores de tiempo completo, participación en el programa PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado) de la SEP para obtener el máximo grado de habilitación, mecanismos para incrementar el número de publicaciones, desarrollo de proyectos, etc. Estas acciones permitieron reforzar y ampliar los trabajos de investigación y de docencia no solo del Posgrado sino también de la Facultad, cumpliendo de esta manera con los requerimientos solicitados por el CONACYT.

En la Convocatoria 2009 del PNPC, la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica logra ser reconocida como un programa de posgrado de calidad, resultado que se da a conocer a inicios del año 2010 con una vigencia de dos años.

Finalmente, en la Convocatoria 2013 del PNPC, la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica logra ser reconocida como un programa de posgrado de calidad CONSOLIDADO, con una vigencia de tres años.

En la Tabla 1, se muestra la información general del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

Tabla 1. Datos generales del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

Unidad académica	Facultad de Ingeniería Mecánica
Nombre del programa	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica
Orientación	Investigación
Duración	4 Semestres
Grado a obtener	Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica
Fecha de aprobación H.C.U.	24 de Octubre 2001
Ingreso PNPC	Abril de 2010

Pertenecer al Programa Nacional de Posgrados de Calidad es un reconocimiento que implica garantizar la calidad del programa educativo, y para ello es necesario implementar una serie de medidas y vigilar la pertinencia del mismo programa.

## 1.2 Metodología para la revisión curricular 2015

El proceso de revisión curricular del Plan de estudios del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de

Hidalgo 2015, posee como referente los documentos fundamentales de nuestra Institución:

- Misión y visión Institucionales.
- Marco Jurídico de la UMSNH.
- Misión y Visión de la Facultad de Ingeniería Mecánica.
- El Reglamento General de Estudios de Posgrado.
- Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH. En relación a la Guía en ella se incorporan los indicadores y criterios de calidad pertinentes del Manual para la Evaluación de los Programas de Posgrado, de conformidad al acuerdo tomado en este sentido por el Consejo General de Estudios de Posgrado.

En cuanto al Programa Nacional de Posgrados de Calidad los documentos de referencias son:

- Anexo A: Programas de Orientación a la Investigación
- Marco de Referencia para la Evaluación y Seguimiento de Programas de Posgrado Presenciales

#### El Programa Nacional de Posgrados de Calidad

El PNPC reconoce la capacidad de formación en el posgrado de las instituciones y centros de investigación que cumplen con los más altos estándares de pertinencia y calidad en el país. Los procesos de evaluación y seguimiento son los componentes clave de PNPC para ofrecer información a los estudiantes y a la sociedad en general sobre la pertinencia de los programas de posgrado y es una garantía de que la calidad de la formación es revisada periódicamente.

A partir de la experiencia obtenida en los programas de Excelencia y el de Fortalecimiento del Posgrado Nacional, en 2007 se construyó un método general de evaluación y seguimiento aplicable a los programas posgrado, independiente del área del conocimiento o disciplina de que se trate. El método parte de una visión integral del posgrado y se estructura con base en criterios y estándares genéricos que dan cuenta de la pertinencia y del nivel de calidad de los programas y de las buenas prácticas definidas para los procedimientos de evaluación. El método toma en cuenta principios rectores de la enseñanza superior en México y en el mundo, entre los que destacan: La libertad académica, la articulación formación-investigación-vinculación y el respeto a la diversidad cultural. Además de estos principios, el modelo contempla la capacidad de internacionalización del posgrado



así como sus impactos y resultados. Las premisas anteriores son la base del PNPC que ponemos al servicio de México. ANEXO A: PROGRAMAS DE ORIENTACIÓN A LA INVESTIGACIÓN

### **1.2.1 Participantes.**

#### **NÚCLEO ACADÉMICO BÁSICO (NAB) DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA.**

Dra. Lada Domratcheva Lvova  
Dra. Alicia Aguilar Corona  
Dra. Georgina Carbajal de la Torre  
Dra. Laura Alicia Ibarra Bracamontes  
Dr. Marco Antonio Espinosa Medina  
Dr. Erasmo Cadenas Calderón  
Dr. Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz  
Dr. Sergio Ricardo Galván González  
Dr. J. Jesús Pacheco Ibarra  
Dr. Carlos Rubio Maya  
Dr. Gildardo Solorio Díaz.  
Dr. Ignacio Juárez Campos

#### **NÚCLEO ACADÉMICO DE APOYO Y TRANSICIÓN (NAP) DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA.**

Dr. Juan Felipe Soriano Peña  
Dr. Crisanto Mendoza Covarrubias  
Dra. Lucía Márquez Pérez  
M.C. Miguel Villagómez Galindo  
M.C. Luis Ernesto Ceja Martínez  
M. I. Hugo C. Gutiérrez Sánchez  
M.C. Víctor López Garza

#### **COMISIÓN PARA LA REVISIÓN DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA**

Dra. Georgina Carbajal de la Torre  
Dr. Sergio Ricardo Galván González  
Dr. J. Jesús Pacheco Ibarra  
Dr. Carlos Rubio Maya  
Dr. Ignacio Juárez Campos  
M.C. Miguel Villagómez Galindo

M.C. Luis Ernesto Ceja Martínez  
M. I. Hugo C. Gutiérrez Sánchez  
Dra. Lucía Márquez Pérez  
M.C. Víctor López Garza  
Dr. Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz

**COMITÉ REVISOR:**

Dr. Ociel Flores Díaz  
Dr. Gilberto González Avalos

**1.2.2 Lineamientos para revisión curricular**

En cuanto a los contenidos del Plan Curricular, el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en su Capítulo VI, Artículo 56 especifica los Elementos Académicos y administrativos que se integran con la finalidad de formar un Programa de Posgrado. En cuanto a la periodicidad de la revisión curricular el mencionado reglamento en su artículo 58 establece que “Los Planes de estudio de cada programa, deberán revisarse y actualizarse, en su caso, por lo menos cada 3 años”.

**1.2.3 Estructura Metodológica.**

La revisión curricular partió de una autoevaluación del programa bajo indicadores Institucionales y del PNPC de CONACyT. Dicha autoevaluación, se complementó con un estudio de pertinencia social con el fin de proporcionar los elementos necesarios para la actualización y/o redefinición del perfil de ingreso y egreso. Los perfiles, junto con la producción científica del programa, proporcionó las bases académicas necesarias para analizar la pertinencia de las Líneas de Generación del Conocimiento, dichas líneas definieron la columna vertebral del mapa curricular, el cual se estructuró de manera tal que, junto con una propuesta pedagógica, permiten al programa superar las futuras evaluaciones institucionales y externas. La figura 1 muestra la estructura metodológica de la revisión curricular.

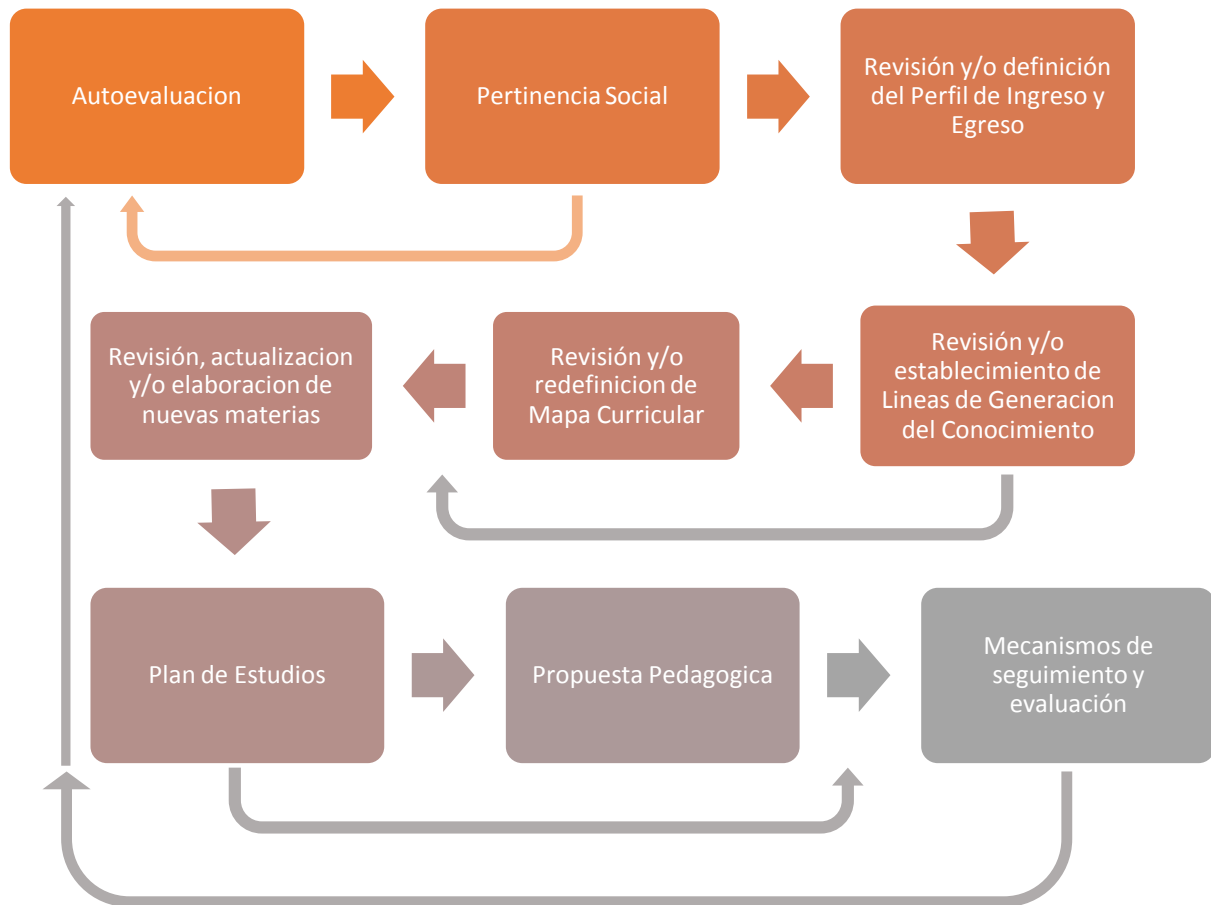


Figura 1. Metodología de Revisión Curricular 2016, del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

Para cumplir con la estrategia de revisión curricular se formaron comisiones con la planta docente del posgrado, en donde se marcaron objetivos, documentos de referencia y entregables. La tabla 1 muestra las comisiones formadas.

**Tabla 1. Comisiones de Revisión Curricular del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica**

Comisión	Objetivo	Documentos de Referencia	Entregables	Responsables
<b>Comisión de Autoevaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una autoevaluación del Programa de maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, para verificar que se cumplan los criterios que marca la Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH y del PNPC del CONACyT.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.</li> <li>2. Reglamento General de Estudios de Posgrado.</li> <li>3. Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH.</li> </ol> <p>CONACyT PNPC:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo A: Programas de Orientación a la Investigación.</li> <li>- Marco de Referencia para la Evaluación y Seguimiento de Programas de Posgrado Presenciales.</li> <li>- Estadísticas de la Plataforma de CONACyT.</li> <li>- Última evaluación del programa.</li> </ul>	Documento de Autoevaluación	Dr. Sergio Ricardo Galván González. Dr. J. Jesús Pacheco Ibarra.
<b>Comisión de Pertinencia Social y de Revisión y/o Redefinición del Perfil de Ingreso y Egreso:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un estudio de acerca de la pertinencia del programa de Maestría en la actualidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional de Desarrollo.</li> <li>- Plan de desarrollo del Estado de Michoacán de Ocampo.</li> <li>- Plan de Desarrollo de la UMSNH.</li> <li>- Plan de Desarrollo del Posgrado Nicolaita.</li> </ul>	<p>Documento de Pertinencia Social</p> <p>Perfil de ingreso y egreso actualizados</p>	Dr. Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz. Dra. Georgina Carbajal de la Torre.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería Mecánica (FIM).</li> <li>- Estadísticas de la Plataforma de CONACyT</li> <li>- <i>Documento de Autoevaluación</i></li> </ul>		
<b>Revisión y/o Establecimiento de Líneas de Generación del Conocimiento</b>	Realizar la pertinencia de las Líneas de Generación del Conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional de Desarrollo.</li> <li>- Plan de desarrollo del Estado de Michoacán de Ocampo.</li> <li>- Plan de Desarrollo de la UMSNH.</li> <li>- Plan de Desarrollo del Posgrado Nicolaíta.</li> <li>- Plan de desarrollo de la FIM.</li> <li>- Estadísticas de la Plataforma de CONACyT</li> <li>- <i>Documento de Autoevaluación</i></li> </ul>	Documento de revisión de Líneas de Generación del Conocimiento.	M. I. Hugo C. Gutiérrez Sánchez M.C. Miguel Villagómez Galindo Dr. Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz
<b>Revisión y/o Redefinición de Mapa Curricular</b>	Revisar y/o redefinir al Mapa Curricular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.</li> <li>- Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH.</li> <li>- <i>Documento de Autoevaluación</i></li> </ul>	Mapa Curricular Actualizado	Dr. Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz. M.C. Luis Ernesto Ceja Martínez M.C. Victor López Garza

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documento de revisión de Líneas de Generación del Conocimiento.</li> </ul>		
<b>Propuesta Pedagógica</b>	Realizar una propuesta pedagógica del plan de estudios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.</li> <li>- Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH.</li> <li>- Modelo Educativo de la UMSNH</li> </ul>	Propuesta Pedagógica	M.C. Miguel Villagómez Galindo M.C. Victor López Garza
<b>Mecanismos de Seguimiento y Evaluación</b>	Establecer los mecanismos necesarios para el seguimiento y evaluación del plan de estudios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.</li> <li>- Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH.</li> <li>- Mapa Curricular Actualizado</li> <li>- Modelo Educativo de la UMSNH</li> </ul>	Mecanismos de Seguimiento y Evaluación	Dr. Ignacio Juárez Campos Dra. Lucia Márquez Pérez
<b>Revisión y actualización de los programas de las materias</b>	Revisar y actualizar los programas de las materias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.</li> <li>- Guía para la Elaboración y</li> </ul>	Programas de las Materias actualizados.	Núcleo Académico Básico (NAB) Núcleo Académico de Apoyo y Transición (NAP)

		Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado de la UMSNH.		
--	--	---	--	--

### 1.3 Justificación

La actualización del plan de estudios obedece a varias razones, entre ellas algunos aspectos que no son vigentes a las necesidades académicas actuales y en menor medida a aspectos de evaluación. Por tanto, el presente Plan de Estudios se justifica de manera general, porque se da respuesta a varias necesidades detectadas en el plan de estudios anterior, entre las más importantes se puede destacar:

- El Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en su artículo 58, establece que “Los Planes de estudio de cada programa, deberán revisarse y actualizarse, en su caso, por lo menos cada 3 años”.
- Los Planes de Estudio de calidad en la actualidad, tanto en el nivel superior como en nivel posgrado, plantean la implementación de modelos educativos que contengan estrategias pedagógicas bien definidas, en donde la educación siempre procurar ser de carácter integral y que busque en los estudiantes el desarrollo de estructuras cognitivas, con el fin de fortalecer la toma de decisiones y las habilidades para la solución de problemas.
- Uno de los problemas comunes a los que se enfrentan los Planes de estudio, es el poco o nulo seguimiento de su implementación (y el nuestro no es la excepción), lo que lleva a que, una vez cumplidos los tiempos para su revisión no se tengan evidencias claras y precisas de su desempeño en la práctica; lo que provoca que las revisiones curriculares se orienten a resolver problemáticas no trascendentales al plan o que simplemente no se resuelvan. Se suele confundir el síntoma con la causa. Comúnmente se reforman planes de estudio para satisfacer los requerimientos de los organismos evaluadores, lo cual es necesario; pero también se hace necesario evaluar las estrategias de implementación de estas reformas, pues cada Plan se enfrenta a muy específicas estructuras académicas, administrativas y legales que pueden mermar su impacto en la formación de los estudiantes.

#### 1.3.1 Reestructura del Plan de Estudios

Una de las modificaciones medulares de este Plan de Estudios del 2013 fue la flexibilidad, y se plantea que cada alumno que ingrese al Programa curse dos materias básicas con carácter obligatorio: Matemáticas Avanzadas y Mecánica del Medio Continuo. A partir de este momento el alumno, previa autorización de su tutor, puede elegir dos materias básicas más que se adapten a sus necesidades académicas. Posteriormente, tiene que cursar un mínimo de cuatro materias optativas, incorporándose una amplia gama de materias optativas que pueden elegirse en función de los requerimientos de su tema de investigación.

Tal y como lo establece la Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado<sup>1</sup>, en la propuesta del 2013 tomó en consideración:

1. Que el plan de estudios indique de manera explícita los perfiles de ingreso y egreso en base a los conocimientos, habilidades y actitudes del estudiante.
2. Que con el plan de estudios el estudiante pueda cubrir los créditos asociados con los distintos cursos, excepto los asociados con el seguimiento del proyecto de investigación y tesis, durante los dos primeros semestres, dejando los últimos dos semestres para el desarrollo de su tesis y presentación del correspondiente examen de grado.
3. Que en base a lo expuesto en el punto anterior, el plan de estudios garantice una alta eficiencia terminal.
4. Tener información concentrada y suficiente con observaciones y retroalimentación por parte de profesores y estudiantes sobre las evaluaciones del rendimiento de los alumnos para hacer los ajustes necesarios en contenido y forma a los criterios de evaluación y rigor homogéneo en exámenes y grado de dificultad de trabajos encomendados a estudiantes.
5. Que el plan de estudios contribuya a garantizar una alta capacidad técnica de los egresados al establecer que las calificaciones mínimas aprobatorias sean de 8.5/10.
6. Además, en esta revisión curricular 2015 se agrega un Modelo Pedagógico y Mecanismos de Seguimiento y Evaluación.

### **1.3.2 Actualización de asignaturas**

En lo que respecta a la actualización de asignaturas, se revisaron las materias del Plan de Estudios anterior con el fin de identificar contenidos que estuvieran

---

<sup>1</sup> Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado. Aprobada por el Consejo General de Estudios de Posgrado el 31 de Mayo de 2005 y por el H. Consejo Universitario el 9 de Noviembre de 2006, CGEP-UMSNH.



obsoletos y que tuvieran que ser actualizados, suprimir materias que no fueran vigentes a las necesidades actuales y, en su caso, proponer nuevas materias.

Para la correcta actualización de asignaturas, se valoraron los requerimientos de las líneas de investigación que desarrollan los profesores asociados al Programa de Maestría y que no sólo incluyen las que podrían catalogarse como tradicionales de Diseño Mecánico y Termodinámica, sino también las líneas asociadas a las Energías Alternas, Mecatrónica, Métodos de Diseño, Manufactura, Biomecánica y Ciencias de los Materiales. Esto marcó la pauta para la actualización de los contenidos de asignaturas.

### **1.4 Descripción del contenido**

En este documento se presenta la Revisión Curricular del Plan de Estudios y Actualización de Asignaturas de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica. El documento contiene la descripción general, la justificación de la revisión y actualización, y las características propias del programa como: Pertinencia, Objetivos, Perfil de Ingreso y Egreso, Estructura del Plan de Estudios, Líneas de Investigación, los requerimientos presupuestales para operar el programa y las normas complementarias.

En la sección de Anexos (documentos adjuntos), se presentan las asignaturas y sus programas de estudio, bibliografía básica y complementaria. En el mismo documento adjunto se presenta información complementaria como: Dictamen del Consejo Interno de Posgrado y del Consejo Técnico, Autoevaluación, Recomendaciones de evaluaciones anteriores en el PNPC, el currículum vitae del personal docente del núcleo académico básico y colaborador, y las cartas compromiso de los integrantes del NAB propuesto.

## 2 FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA

### 2.1 Pertinencia

Las Instituciones de Educación Superior deben responder a las necesidades del sector educativo, al sector productivo y a las políticas gubernamentales, ya que un mundo globalizado exige revisar continuamente en qué medida la educación ofrece una formación pertinente en una sociedad cada vez más demandante. Esta es una manera, en que se puede lograr que los estudiantes puedan desarrollar sus potencialidades con éxito, participar en la sociedad en igualdad de condiciones y a la vez contribuir a elevar la competitividad y prosperidad nacional.

En este apartado se muestra un análisis sobre los requerimientos de los sectores académicos y productivos en el Estado de Michoacán que fundamentan la continuidad y reestructuración del presente programa. El estudio de factibilidad aborda el análisis de la oferta laboral, la demanda educativa y las dimensiones: educativa, económica y social. Se llevó a cabo un estudio de las Instituciones Educativas de Enseñanza Superior pertenecientes a la zona de influencia de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicada en la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán. Se analizó la situación actual de los estudiantes que cursan una licenciatura en Ingeniería sobre las opciones que tienen para continuar sus estudios de posgrado, así como las Maestrías en Ingeniería Mecánica.

Se consideraron los principales indicadores que permiten determinar la dimensión educativa para considerar que un programa es pertinente, en la cual se muestran las tendencias respecto al número de instituciones de nivel superior, la matrícula de egreso y eficiencia terminal, programas educativos afines a los de la propuesta en las instituciones educativas del entorno. Con lo anterior se logra:

1. Determinar el origen y número estimado de aspirantes a cursar el Programa Educativo de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.
2. Identificar los requerimientos de oferta laboral del sector productivo en la región y en regiones vecinas.
3. Determinar la oferta ya existente de otros programas educativos similares al propuesto y lograr un plan de acción para tener una competitividad académica.

#### 2.1.1 Marco referencial

El Estado de Michoacán se sitúa en la región Centro - Occidente de la República Mexicana, limitando al norte con los Estados de Jalisco y Guanajuato, al noreste con el Estado de Querétaro, al este con el Estado de México y el Estado de Guerrero, al oeste con el Océano Pacífico y los Estados de Colima y Jalisco, al sur con el Océano Pacífico y el Estado de Guerrero.

El Estado de Michoacán se encuentra ubicado en una zona geográfica que cuenta con recursos naturales aprovechables para apoyar al sector energético del Estado. Esta situación ha permitido el desarrollo de diferentes proyectos de investigación. Algunos ejemplos de áreas de desarrollo en las cuales la Ingeniería Mecánica juega un papel importante son: la optimización de turbinas hidráulicas, desarrollo de proyectos termo-económicos, aprovechamiento de energías alternas, diseño y manufactura de sistemas termo-mecánicos e industriales, desarrollo e innovación de sistemas de monitoreo, caracterización de las propiedades mecánicas de los materiales, implementación de nuevos materiales, por mencionar algunos. En el Estado también se cuenta con industrias metal-mecánica, de procesos y de transformación de energía, las cuales para resolver los diversos problemas que enfrentan en el área de la ingeniería mecánica requieren de personal capacitado con estudios de posgrado.

### **2.1.2 Sector gubernamental**

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), el Programa Institucional 2014-2018 de CONACYT, y el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI), se establece que para el crecimiento científico y técnico del país es fundamental desarrollar investigación básica, aplicada, e innovación tecnológica. Esto implica la creación y fomento de programas educativos de calidad que constantemente estén actualizando con el fin de satisfacer estas necesidades y evolucionar en la competitividad tecnológica y servicios con el extranjero.

A nivel mundial se reconoce la necesidad de invertir en la formación de científicos y tecnólogos altamente calificados para atender los requerimientos de los diversos sectores de la sociedad. El crecimiento y desarrollo del sistema mexicano de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), que es pequeño en comparación con el tamaño de la población y la importancia económica del país, exige la formación de recursos humanos altamente especializados, particularmente en las áreas consideradas como prioritarias en el PECITI. Este programa en particular se alinea con las siguientes áreas: Ambiente, Desarrollo Sustentable, Desarrollo Tecnológico y Energía.

### **2.1.3 Sector productivo y social**

Considerando que el estado de Michoacán tiene su generación eléctrica basada en los recursos geotérmicos e hidráulicos, es necesario crear un programa que emplee la utilización de fuentes de energías limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental, en el marco de la sustentabilidad. Incrementar el Desarrollo Innovador para desarrollar una política de fomento industrial y de innovación que promueva un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas.

Hacer del conocimiento y la innovación una palanca fundamental para el crecimiento económico sustentable de México, que favorezca el desarrollo humano, posibilite una mayor justicia social, consolide la democracia y la paz, y fortalezca la soberanía nacional.

Así mismo, no deja de ser importante que para lograr el fin anterior, se deban desarrollar nuevas tecnologías, materiales y diseños basados en la nanotecnología, la cual representa una alternativa en la búsqueda de la mayor eficiencia mencionada, siendo ésta una tendencia mundial actual, entre otras.

En la región Centro Occidente existen industrias metal-mecánica, automotriz, de aviación, de procesos, transformación de energía, de materiales, etc., las cuales tienen diversos problemas relacionados con el campo de la ingeniería mecánica que requieren de personal con estudios especializados, en áreas como el Diseño mecánico, la Mecatrónica, robótica, la dinámica de fluidos computacional, la optimización del uso eficiente de energía, la ciencia de los materiales, etc. Adicionalmente, hay que considerar que algunas de las tendencias mundiales de investigación y desarrollo indican la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías basadas en materiales avanzados que promuevan una mayor eficiencia de los sistemas mecánicos, desarrollo de nanotecnología y sistemas biomecánicos, por mencionar algunos, así como en tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía.

#### **2.1.4 Sector académico**

Toda institución de educación superior en un nivel de excelencia, requiere contar con programas de posgrado con características que permiten mantener tal nivel de excelencia. La continua revisión y actualización de los planes de estudio generará resultados aplicables a la solución de problemáticas para el beneficio de la sociedad y del país.

Actualmente la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ofrece una gama educativa de posgrados de maestría y doctorado en las diversas áreas de las ciencias. La Coordinación General de Estudios de Posgrado cuenta con 62 Programas Educativos de Posgrado. De estos Programas Educativos de Posgrado, 40 se encuentran dentro del padrón del PNPC del CONACyT, correspondiendo a 26 programas de Maestría, 13 programas de Doctorado y 1 especialidad. El incremento en la competitividad académica que ha presentado el Posgrado Nicolaita en los últimos años, así como el incremento en la matrícula a los Programas Educativos de Posgrado de la UMSNH, sustenta las capacidades de la IES en la formación de recursos humanos altamente especializados.

El programa Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica actualmente clasificada como “Consolidado” por parte del PNPC de CONACyT, tiene como principal característica desarrollar investigación con una formación enfocada al trabajo en

equipo y multidisciplinario, sin olvidar el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica. También impulsar la vinculación del sector empresarial con los grupos y centros de investigación científica y tecnológica existentes en el estado y en el país.

### **2.1.5 Plan Integral de Desarrollo del Posgrado Nicolaita**

Uno de los objetivos del Plan Integral de Desarrollo del Posgrado Nicolaita (PIDPN) es promover la creación de programas educativos de posgrado de excelente calidad, para ampliar las oportunidades de formación de especialistas e investigadores de alto nivel en México. El Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), tiene entre sus objetivos el impulsar la formación de recursos humanos altamente capacitados y la generación de nuevos conocimientos, sumándose a los esfuerzos y objetivos del PIDPN.

## **2.2 Oferta educativa y demanda de alumnos**

### **2.2.1 Oferta educativa**

La Ingeniería en nuestro país juega un papel primordial tanto para el desarrollo de tecnologías, como en el manejo eficiente de recursos y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la sociedad. De las propiedades físicas y químicas de los materiales, para su desarrollo y adaptación en procesos industriales. Actualmente en el Estado de Michoacán, se cuenta con las siguientes Instituciones de Educación Superior (IES) que ofrecen alguna carrera en ingeniería, como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Instituciones de educación superior en el estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en ingeniería.

IES	TIPO IES	OFERTA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA	OFERTA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
<b>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo</b>	Pública	<b>Mecánica</b> Eléctrica Electrónica Civil Computación Tecnología de la Madera Química	<b>Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica</b> Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales Maestría en Ingeniería Eléctrica Maestría en Ciencias en Ingeniería Química Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera Maestría en Ingeniería en el Área de Estructuras Maestría en Infraestructura del Transporte Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental,
<b>Instituto Tecnológico de Morelia</b>	Pública	<b>Mecánica</b> Eléctrica Electrónica Industrial Materiales Sistemas Computacionales Tecnologías de la información y Comunicaciones Mecatrónica	<b>Mecánica</b> Eléctrica Electrónica Metalurgia Industrial
<b>Instituto Tecnológico Superior de Uruapan</b>	Pública	<b>Mecánica</b> Mecatrónica Electrónica Industrial Industrias Alimentarias Sistemas Computacionales Administración	No

Tabla 2. Instituciones de educación superior en el estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en ingeniería.  
(Continuación)

IES	TIPO IES	OFERTA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA	OFERTA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
<b>Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo</b>	Pública	Mecatrónica Industrial Sistemas Computacionales Tecnologías de la Información y Comunicaciones	No
<b>Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas</b>	Pública	Electromécanica Electrónica Química Industrial Sistemas Computacionales Gestión Empresarial	Tecnologías Móviles y Negocios
<b>Instituto Tecnológico de Jiquilpan</b>	Pública	Industrial Informática Sistemas Computacionales Gestión Empresarial Bioquímica	No
<b>Instituto Tecnológico del Valle de Morelia</b>	Pública	Agronomía Ambiental Forestal Innovación Agrícola Sustentable	No
<b>Instituto Tecnológico Superior de Apatzingan</b>	Pública	Civil Industrial Informática Sistemas Computacionales Bioquímica	No

Tabla 2. Instituciones de educación superior en el estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en ingeniería.  
(Continuación)

IES	TIPO IES	OFERTA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA	OFERTA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
<b>Instituto Tecnológico de La Piedad</b>	Pública	Electrónica Industrial Sistemas Computacionales Gestión Empresarial Tecnología de la Información y Comunicaciones Administración	No
<b>Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro</b>	Pública	Ambiental Desarrollo Comunitario Gestión Empresarial Administración	No
<b>Instituto Tecnológico de Zitácuaro</b>	Pública	Electromecánico Civil Gestión Empresarial Industrial Informática Sistemas Computacionales	No
<b>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora</b>	Pública	Electrónica Industrial Industrias Alimentarias Sistemas Computacionales	No
<b>Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán</b>	Pública	Sistemas Computacionales Desarrollo Comunitario	No



Tabla 2. Instituciones de educación superior en el estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en ingeniería.  
(Continuación)

IES	TIPO IES	OFERTA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA	OFERTA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
<b>Instituto Tecnológico Superior de Huetamo</b>	Pública	Industrial Industrias Alimentarias Sistemas Computacionales Gestión Empresarial	No
<b>Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes</b>	Pública	Electromecánica Sistemas Computacionales Innovación Agrícola Sustentable Gestión Empresarial	No
<b>Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha</b>	Pública	Industrial Sistemas Computacionales Innovación Agrícola Sustentable Gestión Empresarial	No
<b>Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro</b>	Pública	Sistemas Computacionales Industrias Alimentarias Geociencias Administración	No
<b>Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo</b>	Pública	Energía Nanotecnología	No
<b>Universidad Tecnológica de Morelia</b>	Pública	Mantenimiento Industrial Tecnologías de la Información y Comunicación Biotecnología	No

Tabla 2. Instituciones de educación superior en el estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en ingeniería.  
(Continuación)

IES	TIPO IES	OFERTA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA	OFERTA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
Universidad Vasco de Quiroga	Privada	Mecatrónica Industrial en Procesos y Servicios Sistemas Computacionales	Ciencias de la Computación
Universidad Latina de América	Privada	Civil Sistemas Computacionales	No
Universidad Interamericana para el Desarrollo	Privada	Sistemas de Información	Tecnologías de la Información
Universidad La Salle Morelia	Privada	Arquitectura	Ingeniería Económica y Financiera
Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA)	Privada	Ing. en Arquitectura Sistemas Computacionales Industrial	Computación
Centro Educativo Grupo CEDVA	Privada	Mecánica Automotriz Electrónica Automotriz	No
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Morelia	Privada	Mecánico Electricista Mecatrónica Mecánico Administrador Electrónica Industrial y de Sistemas Físico Industrial Diseño Automotriz Desarrollo Sustentable Biotecnología Bionegocios Producción Musical Digital Químico Administrador Químico en Procesos Sustentables	Automotriz Sistemas de Manufactura Industrial Energética Sistemas de Calidad y Productividad Ciencias de ingeniería

Tabla 2. Instituciones de educación superior en el estado de Michoacán que ofrecen alguna carrera en ingeniería.  
(Continuación)

IES	TIPO IES	OFERTA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA	OFERTA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
Universidad TecMilenio	Privada	Mecatrónica Industrial Industrial y de Sistemas	Tecnologías de Información

De los datos mostrados en la tabla 2, se puede observar que existe una palpable necesidad de impulsar programas de posgrado en el Estado de Michoacán debido al reducido número de IES que ofrecen estudios de maestría en ingeniería a sus egresados, tanto en instituciones de educación pública como privada. Respecto a las IES que ofrecen la carrera de Ingeniero Mecánico, se cuenta sólo con 3 instituciones en todo el Estado. Por otra parte, se ofrecen carreras afines a la Ingeniería Mecánica como son la Ingeniería en Mecatrónica en 6 IES (3 IES públicas y 3 privadas) y la Ingeniería en Electromecánica en 3 IES públicas del Estado.

A continuación se muestran los Programas de Maestría en Ingeniería Mecánica que se ofrecen en el País y que se encuentran dentro del PNPC del 2016 (tabla 3).

Tabla 3. Programas de maestría o especialidad en ingeniería mecánica dentro del PNPC.

CLAVE PROGRAMA	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	NIVEL PNPC
000162	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Michoacán	Consolidado
002039	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	Morelos	Consolidado
001773	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Instituto Tecnológico de Celaya	Guanajuato	Consolidado
001785	Maestría en Ingeniería Mecánica	Universidad de Guanajuato	Guanajuato	Competencia Internacional
000558	Maestría en Ingeniería Mecánica	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	San Luis Potosí	Consolidado
000394	Maestría en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con Especialidad en Materiales	Universidad Autónoma de Nuevo León	Nuevo León	Consolidado
000319	Maestría en Ingeniería Mecánica	Universidad Nacional Autónoma de México	Distrito Federal	Consolidado
000838	Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica	Instituto Politécnico Nacional	Distrito Federal	Consolidado
001067	Especialización en Ingeniería Mecánica	Instituto Politécnico Nacional	Distrito Federal	En Desarrollo
002482	Maestría en Ingeniería Mecánica	Instituto Tecnológico de Pachuca	Hidalgo	Reciente Creación
003672	Especialidad en Ingeniería Mecánica	Instituto Tecnológico de Poza Rica	Veracruz	En Desarrollo
003472	Maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales	Universidad Autónoma de Coahuila	Coahuila	Reciente Creación

En la tabla 3, se puede observar que se cuenta con 10 Programas de Maestría en Ingeniería Mecánica y 2 de Especialidad en Ingeniería Mecánica en todo el país dentro del PNPC. Entre estos programas se encuentra la Maestría en Ciencias en

Ingeniería Mecánica que oferta la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UMSNH incluida en el PNPC, siendo el único programa en el estado de Michoacán, y uno de los tres programas de la región centro-occidente del país, con las características propias para atender la demanda de estudios de posgrado de las carreras de las diferentes instituciones mostradas en la tabla 2.

### **2.2.2 Demanda de alumnos**

La zona geográfica del occidente y del centro del país, se caracterizan por tener carreras de ingeniería que destacan en el ámbito nacional debido a sus planes y programas de estudios, como es el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Sus egresados muestran un buen nivel de preparación y cada vez más los estudiantes adquieren conciencia sobre la necesidad de profundizar en los conocimientos adquiridos desde la licenciatura, a tal grado que un buen porcentaje, continúa sus estudios cursando especialidades y estudios de posgrado en diferentes instituciones del país o en el extranjero.

Como consecuencia de la oferta de los programas de posgrado, y el reconocimiento del PNPC al programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, se ha logrado un incremento significativo en la matrícula. Cuantitativamente se tiene que al iniciar en el año 2002 y en los siguientes 3 años el programa de Maestría registró un ingreso promedio de 3 alumnos por semestre alcanzado actualmente un promedio de 8 alumnos por semestre, contando en la actualidad con una matrícula de alrededor de 30 alumnos.

Estas cifras muestran la evidencia de que la matrícula se ha incrementado y que existe una demanda notable de alumnos que desean continuar con estudios de posgrado. Por lo que se considera que se tiene una población significativa para mantener operando la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

## **2.3 Horizonte laboral**

El horizonte laboral de los egresados de este programa pretende abarcar los diferentes sectores productivos donde podrán contribuir al desarrollo e innovación tecnológica y, consecuentemente, al bienestar social, principalmente en la región centro-occidente del país donde se localizan dos de los principales parques industriales del país: el corredor industrial Celaya-León y el parque industrial de Querétaro, estado en el cuál no se cuenta con un programa de maestría en ingeniería mecánica.

El egresado estará capacitado para integrarse al campo productivo del país, en la generación de energía, en la industria alimentaria, textil, de procesos y transformación, en industrias metal-mecánica, entre otras. Con sus capacidades

podrá contribuir en la solución de problemas relacionados con la generación no convencional de energía eléctrica, tales como: geotérmica, eólica, solar, biomasa, entre otras.

Con los conocimientos adquiridos el egresado, también podrá insertarse en empresas donde se requiere la eficientización de procesos industriales, así como la aplicación y adaptación de tecnologías y nuevos materiales para mejorar e implementar nuevos procesos de producción. Adicionalmente, tendrá la formación necesaria para continuar con estudios de posgrado de nivel doctorado que lo orienten con mayor profundidad a la investigación de temas relevantes en la Ingeniería Mecánica y que posteriormente pueda insertarse en el sector académico.

## 3 OBJETIVOS DEL PROGRAMA

### 3.1 Visión

La Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica es un posgrado reconocido por su excelencia a nivel nacional e internacional, formando recursos humanos con una orientación a la investigación de diversas problemáticas del campo de Ingeniería Mecánica, que proporcionen soluciones tecnológicas y científicas.

### 3.2 Misión

Formar profesionales con una orientación en investigación en las áreas de Ingeniería Mecánica, con un alto nivel académico, un espíritu emprendedor y de continua superación, que permita una formación competitiva a nivel nacional e internacional para aportar conocimientos científicos y tecnológicos para el beneficio de la sociedad, cuidando siempre el respeto al medio ambiente.

### 3.3 Objetivo general

Formar profesionales de alto nivel académico, espíritu emprendedor y respeto al medio ambiente, con capacidad para aportar soluciones a diversas problemáticas y aspectos específicos de las ciencias y tecnologías de la ingeniería mecánica, a nivel nacional e internacional.

### 3.4 Objetivos específicos

- Resolver diversos problemas relacionados con el campo de la ingeniería mecánica en las diferentes LGAC del programa, utilizando filosofías, metodologías y herramientas específicas, de acuerdo a la naturaleza del problema, tanto para el sector público como para el privado.
- Preparar profesionales con amplios fundamentos matemáticos, de la mecánica analítica y técnicos de cada LGAC cultivada en el programa, con capacidad para investigar, innovar y desarrollar tecnología de calidad.
- Ser agente de cambio con espíritu emprendedor aplicando habilidades de liderazgo, que se obtendrán del desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en conjunto con su tutor.
- Coadyuvar al desarrollo económico y social del entorno cuidando los aspectos que mantengan un desarrollo sustentable.
- Desarrollar investigación básica y aplicada que contribuya al desarrollo de la región, del país e incluso en instancias internacionales.

### 3.5 Metas

Las principales metas que pretende alcanzar este programa son:

- Mantenerse como un programa competitivo de calidad reconocido ante el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC SEP-CONACYT).
- Mantener la matrícula en un ingreso promedio de 8 alumnos semestralmente, cuidando siempre brindar las condiciones adecuadas de trabajo y atención de los profesores del NAB.
- Alcanzar tasas de eficiencia terminal de un 80%, indicador superior al exigido por el PNPC, tales que permitan la permanencia y aumento del nivel de calidad del programa.
- Fortalecer el NAB mediante la integración de nuevos profesores, principalmente con especialidad en diseño mecánico, mecatrónica, manufactura y biomecánica, en un período no mayor a 8 años.
- Lograr tener al menos una publicación en promedio por año, en el JCR o revista indizada, por profesor del NAB en conjunto con los alumnos del posgrado.
- Contar con una sólida vinculación con el sector productivo, gubernamental y académico, desarrollando al menos un proyecto de investigación o de servicios vinculado, anualmente.
- Lograr ser un posgrado con reconocimiento internacional, en un plazo de 8 años, conformando grupos de investigación a través de redes regionales, nacionales y mundiales de ciencia y tecnología, y difusión científica a través de publicaciones, patentes y eventos académicos.

## 4 PERFIL DE INGRESO Y EGRESO

### 4.1 Perfil de ingreso

El aspirante a ingresar al Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica deberá estar interesado en el ámbito de la investigación y generación de conocimientos que contribuyan a la solución de problemáticas del campo de la ingeniería mecánica relevantes de la región y del país, además debe poseer:

#### Conocimientos

- Del área de Ingeniería Mecánica en general o áreas afines a la Ingeniería de alguna de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento desarrolladas en este programa.
- Del método científico para el desarrollo de su proyecto de investigación.
- De un nivel básico de inglés para la comprensión de textos, adecuado para estudios de nivel maestría, en donde se requiere la redacción y presentación de material técnico en este idioma.

#### Habilidades



- Lograr ser autodidacta.
- De análisis para la solución de problemas de la ingeniería.
- Ser creativo y autocrítico.
- Para trabajar en grupo.
- Del manejo de herramientas computacionales.

#### Actitudes

- Disposición de superación personal, espíritu de trabajo, de colaboración en su formación académica y de disposición al trabajo interdisciplinario.
- Valores humanos, ética profesional y compromiso social.
- Actitud positiva para enfrentar nuevos retos.
- Respeto al entorno ambiental.

## 4.2 Perfil de Egreso

Al término de los estudios de Maestría, el egresado tendrá una formación sólida y actualizada en el campo de la Ingeniería Mecánica con el siguiente perfil:

#### Conocimientos:

- Para crear, innovar, transferir y adaptar tecnologías en el campo de la ingeniería mecánica.
- De las herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales que le permitan plantear solución a diversos problemas.
- De los métodos de diseño, de manufactura, técnicas de diagnóstico, control y operación de sistemas mecánicos.
- De los sistemas de aprovechamiento de fuentes de energía convencionales y no convencionales, y de los métodos y técnicas para usar de manera racional los recursos energéticos.
- Del diseño, síntesis, desarrollo y aplicación de nuevos materiales aplicados a la ingeniería mecánica que ofrezcan un alto desempeño en los procesos industriales.
- Del comportamiento mecánico de los materiales adecuados para el diseño y fabricación de elementos mecánicos o para su uso en instalaciones industriales.
- Para comunicarse con eficacia en su desempeño profesional en su propio idioma y por lo menos en otro idioma extranjero.

#### Habilidades:

- Entender y formular en términos matemáticos problemas de mecánica prácticos surgidos de las diferentes industrias del país.
- Generar soluciones analíticas y semi-analíticas para problemas idealizados que requieran una aproximación rápida.

- Elaborar solo y en equipo, modelos matemáticos y códigos numéricos, que resuelvan problemas, en situaciones surgidas de las aplicaciones industriales.
- Poseer capacidad directiva para administrar eficientemente los recursos humanos, materiales y económicos a su disposición en el ejercicio de su profesión.
- Aplicar sus conocimientos, habilidades y aptitudes para continuar con estudios de Doctorado.

Actitudes:

- Ser un profesionista con espíritu creativo comprometido con la sociedad y el cuidado del medio ambiente.
- Tener una actitud propositiva hacia el trabajo en el sector industrial, de servicio y de investigación desarrollando actividades relacionadas a su especialización.
- Desarrollar una actitud de liderazgo para el desarrollo de proyectos, constituyéndose en un agente de cambio.
- Ser comprometido con su continuo crecimiento académico y profesional.
- Favorecer el pensamiento creativo y crítico para una toma de decisiones acertada.
- Disposición al trabajo en grupos multidisciplinarios con una actitud que fortalezca el trabajo de equipo.
- Considerar el contexto socioeconómico de la región para proponer soluciones congruentes con la realidad del estado y del país.

## 5 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

### 5.1 Duración del Plan de Estudios

El Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería Mecánica está dividido y organizado para cubrirse en cuatro semestres. Los dos primeros semestres serán de carga académica y los dos restantes para el desarrollo del proyecto de tesis. Se considera que la duración de cada semestre es de 16 semanas efectivas.

### 5.2 Estructura curricular

El Plan de Estudios está propuesto para llevar la carga académica en el semestre I y semestre II, y el desarrollo de la tesis de grado en los semestres III y IV. En total se tienen que cursar como mínimo ocho asignaturas: cuatro básicas (dos de carácter obligatorio y dos complementarias) y cuatro optativas. El semestre III y IV corresponde al desarrollo de la tesis evaluando los avances en las asignaturas de Proyecto de Tesis I y Proyecto de Tesis II. La tabla 4 muestra esquemáticamente la estructura curricular general del plan de estudios con el cual se obtiene el mínimo de 108 créditos para la obtención del grado (Los detalles de créditos mínimos a cubrir se muestran en el apartado 5.3 del presente documento).

Tabla 4. Estructura curricular general del plan de estudios.

Semestre I	Básica Obligatoria	Básica Obligatoria	Básica Complementaria	Básica Complementaria	Seminario de Tesis I
Semestre II	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa	Seminario de Tesis II
Semestre III	Proyecto de Tesis I				
Semestre IV	Proyecto de Tesis II				

Esta estructura curricular se propone de tal manera que sea flexible, en el sentido de que es posible cursar asignaturas adicionales en los semestres I a IV, o cursar un Tópico Selecto a propuesta del tutor, previa autorización del Consejo Interno de Posgrado, en los semestres III o IV.

A manera de ejemplo, se muestran dos casos hipotéticos. La tabla 5 muestra el caso de un estudiante que, por autorización de su tutor, tiene que cursar asignaturas optativas adicionales a la estructura general (tabla 4), en el semestre I y en el semestre II.

Tabla 5. Estructura curricular del plan de estudios, caso de un estudiante que cursa dos materias optativas adicionales en el semestre I y semestre II.

Semestre I	Básica Obligatoria	Básica Obligatoria	Básica Complementaria	Básica Complementaria	Optativa	Seminario Tesis I
Semestre II	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa	Seminario Tesis II
Semestre III	Proyecto de Tesis I					
Semestre IV	Proyecto de Tesis II					

Por su parte, la Tabla 6 muestra el caso de un estudiante que requiere tomar o cursar una materia optativa adicional en el semestre I y un Tópico Selecto en el semestre III.

Tabla 6. Estructura curricular del plan de estudios, caso con optativa adicional en el Semestre I y Tópico selecto en el Semestre III.

Semestre I	Básica Obligatoria	Básica Obligatoria	Básica Complementaria	Básica Complementaria	Optativa	Seminario Tesis I
Semestre II	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa	Seminario Tesis II
Semestre III	Proyecto de Tesis I					Tópico Selecto
Semestre IV	Proyecto de Tesis II					

Se presenta a continuación la descripción de los objetivos y características de las asignaturas que se incluyen en la estructura curricular de este proyecto de reforma:

**Asignatura Básica Obligatoria.** Tiene como objetivo proporcionar al alumno los conocimientos, herramientas y habilidades fundamentales indispensables para tratar desde un punto de vista matemático el estudio de los diversos problemas de la ingeniería mecánica en cualquiera de sus disciplinas. Al considerarse como una asignatura que proporciona elementos básicos se plantea como de carácter obligatorio. Las asignaturas consideradas son: Matemáticas Avanzadas y Mecánica del Medio Continuo.

**Asignatura Básica Complementaria.** Este tipo de asignatura tiene como propósito principal abordar de una manera más amplia, las leyes y teorías consideradas como los pilares de la ingeniería mecánica, a través de la solución de problemas teóricos,

el análisis profundo de las principales leyes y la identificación de los efectos físicos de las variables que intervienen. Estas asignaturas le permitirán al alumno afianzar sus conocimientos y adquirir nuevas habilidades para la solución de problemas del campo de la ingeniería mecánica. Las asignaturas consideradas como Básicas Complementarias son: Termodinámica Avanzada, Fenómenos de Transporte, Dinámica de Fluidos, Dinámica Avanzada, Mecánica de Materiales y Ciencias de los Materiales.

**Asignaturas Optativas.** Las asignaturas optativas tienen como objetivo proporcionar elementos teóricos y técnicos, con un carácter más específico, adecuados y útiles para el desarrollo del tema de tesis. Le permitirán al alumno orientar su desarrollo profesional en algún campo del conocimiento de la Ingeniería Mecánica, además de proporcionar un panorama de las tendencias tecnológicas que le permitan estar a la vanguardia.

**Seminario de Tesis I.** En este seminario el alumno conocerá de manera detallada los fundamentos de la metodología de la investigación, y adquirirá una formación metodológica para poder plantear de manera sistemática el desarrollo de su tema de tesis. Este seminario culminará con la entrega de la propuesta del protocolo de tesis que contenga el estado del arte de su trabajo de investigación.

**Seminario de Tesis II.** En este seminario el tutor orientará al alumno en sus actividades de investigación y en las tareas prácticas sobre el tema de tesis a desarrollar. Se enfocará en la ampliación de la propuesta del protocolo de tesis, definiendo las actividades prácticas como el diseño de experimentos, modelos de simulación, procesamiento de información, etc. Los objetivos, alcances y actividades a desarrollar planteadas en el protocolo de tesis se expondrán ante un comité tutorial con el fin de identificar de manera anticipada posibles restricciones no contempladas por el estudiante y, delimitar claramente los alcances y contribuciones del trabajo de investigación.

**Proyecto de Tesis I y II.** El alumno integrará los conocimientos y habilidades adquiridos en las asignaturas básicas y optativas mediante el desarrollo del proyecto de investigación planteado en el protocolo de tesis. Los avances del tema se evaluarán ante un comité tutorial con el fin de vigilar el buen avance, calidad de los resultados y la finalización de la investigación en los tiempos estipulados. El proyecto de tesis I y II conducirán a la realización de la tesis para su posterior defensa y obtención de grado.

**Tópico Selecto (Curso Adicional).** Esta asignatura está contemplada como no obligatoria y sin créditos asignados no pudiendo formar parte de la carga académica del profesor ya que será impartida preferentemente por profesores externos al programa, o profesores visitantes que participen con el programa por medio de

estancias de investigación, estancias sabáticas, etc. Pretendiendo cubrir temas novedosos o avanzados que no están incluidos en las asignaturas optativas y que, en un momento determinado, puedan ser necesarios para el completo desarrollo del tema de tesis. Para los casos de movilidad, donde se requiera homologar su calificación, ésta se realizará a través del Departamento de Control Escolar de la UMSNH.

De manera resumida, la tabla 7 muestra las asignaturas Básicas Obligatorias, las asignaturas Básicas Complementarias y los Cursos Optativos del Plan de Estudios. El detalle de las asignaturas Básicas Obligatorias, Básicas Complementarias y Optativas se presentan en la sección 5.5 titulada “Programa de las Actividades de Aprendizaje”.

Tabla 7. Asignaturas del Plan de Estudios.

<b>Básicas Obligatorias (BO)</b>	
Matemáticas Avanzadas Mecánica del Medio Continuo	
<b>Básicas Complementarias (BC)</b>	
Termodinámica Avanzada Fenómenos de Transporte Dinámica de Fluidos	Dinámica Avanzada Mecánica de Materiales Ciencias de los Materiales
<b>Optativas (OP)</b>	
Estadística de Datos Experimentales Fundamentos de los Métodos Numéricos Métodos Numéricos en Termofluidos Diseño de Software para Ingeniería Optimización de Sistemas Energéticos Energía Termosolar Energía Geotérmica Termoeconomía Biomasa y Biocombustibles Transferencia de Calor Combustión y Control de Emisiones Dinámica de Fluidos Computacional Microfluidica Turbulencia Diseño de Equipo Térmico Fenómenos Superficiales e Interfaciales	Técnicas Avanzadas de Medición en Fluidos Mecánica de la Fractura Mecánica de Materiales Avanzada Nanomateriales Degradación de Materiales Caracterización Microestructural Biomecánica Computacional Diseño Robusto Elemento Finito y Simulación Robótica Mecatrónica Teoría de Mecanismos y Máquinas Metodología del Diseño Diseño Óptimo de Máquinas Biomecánica
<b>Tópico Selecto (TS)</b>	
Asignatura no obligatoria para cubrir temas avanzados no contemplados en las asignaturas optativas.	

### 5.3 Total de créditos a cubrir

Para obtener el grado es necesario cubrir un mínimo de 108 créditos. En el Semestre I se deben cubrir un mínimo de 40 y en el Semestre II se deben cubrir un mínimo de

36 créditos, teniendo un subtotal de 76 créditos. Para el Semestre III y Semestre IV se cubrirá un mínimo de 16 créditos por semestre, con un subtotal de 32 créditos. De esta manera, en los semestres I a IV, se tiene el mínimo de los 108 créditos<sup>2</sup>.

Tabla 8. Programa de actividades para cubrir el mínimo de créditos.

SEM.	ASIGNATURAS	TIPO	HORAS		CREDITOS
			HRS/SEM	TOTAL	
I	Matemáticas Avanzadas	BO	4	64	8
	Mecánica del Medio Continuo	BO	4	64	8
	Asignatura Básica	BC	4	64	8
	Asignatura Básica	BC	4	64	8
	Seminario de Tesis I	Seminario	4	64	8
II	Asignatura Optativa	OP	4	64	8
	Asignatura Optativa	OP	4	64	8
	Asignatura Optativa	OP	4	64	8
	Asignatura Optativa	OP	4	64	8
	Seminario de Tesis II	Seminario	2	32	4
III	Proyecto de Tesis I	Proyecto Tesis	-	-	16
	Tópico Selecto	TS	-	-	-
IV	Proyecto de Tesis II	Proyecto Tesis	-	-	16
	Tópico Selecto	TS	-	-	-
TOTALES				608	108

De manera general, lo anterior se cumplirá cursando como mínimo, 4 asignaturas básicas (2 Básicas Obligatorias y 2 Básicas Complementarias), 4 asignaturas optativas, el Seminario de Tesis I y II, y el Proyecto de Tesis I y II. La tabla 8 muestra la estructura curricular general para cumplir el requisito del mínimo de créditos a cubrir.

En este programa de actividades, el alumno, podrá tomar los cursos adicionales que el tutor o el comité tutorial sugieran, en los Semestres I a Semestre IV, o un Tópico

<sup>2</sup> Por cada hora efectiva de actividad de aprendizaje se asignan 0.0625 créditos, y en Posgrado se asume que una hora teoría implica 1 hora de trabajo adicional, por lo que una hora de clase semana-semestre corresponde a dos créditos. - Artículo 14 del Acuerdo 279 de la SEP, publicado en el Diario Oficial el 10 de julio del 2000.



Selecto en el Semestre III o en el Semestre IV, los cuales estarán sujetos a la planeación académica del coordinador del programa. En cualquiera de estas situaciones el número de créditos siempre podrá ser mayor o igual al mínimo, cumpliendo con el requisito para la obtención de grado.

Las asignaturas Básicas Obligatorias, Básicas Complementarias y Optativas, así como el número de horas por semana, el número de horas totales por semestre y el número de créditos se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Asignaturas del programa de actividades y sus créditos, parte 1 (BO - Básica Obligatoria, BC - Básica Complementaria, OP - Optativa).

ASIGNATURAS	TIPO	HORAS		CREDITOS
		HRS/SEMANA	TOTAL/SEM	
Matemáticas Avanzadas	BO	4	64	8
Mecánica del Medio Continuo	BO	4	64	8
Termodinámica Avanzada	BC	4	64	8
Fenómenos de Transporte	BC	4	64	8
Dinámica de Fluidos	BC	4	64	8
Dinámica Avanzada	BC	4	64	8
Mecánica de Materiales	BC	4	64	8
Ciencias de los Materiales	BC	4	64	8
Estadística de Datos Experimentales	OP	4	64	8
Fundamentos de los Métodos Numéricos	OP	4	64	8
Métodos Numéricos en Termodinámica	OP	4	64	8
Diseño de Software para Ingeniería	OP	4	64	8
Optimización de Sistemas Energéticos	OP	4	64	8
Energía Termosolar	OP	4	64	8
Energía Geotérmica	OP	4	64	8
Termoeconomía	OP	4	64	8
Biomasa y Biocombustibles	OP	4	64	8
Transferencia de Calor	OP	4	64	8
Combustión y Control de Emisiones	OP	4	64	8

Tabla 9. Asignaturas del programa de actividades y sus créditos, parte 2.

ASIGNATURAS	TIPO	HORAS		CREDITOS
		HRS/SEMANA	TOTAL/SEM	
Dinámica de Fluidos Computacional	OP	4	64	8
Microfluidica	OP	4	64	8
Turbulencia	OP	4	64	8
Diseño de Equipo Térmico	OP	4	64	8
Fenómenos Superficiales e Interfaciales	OP	4	64	8
Técnicas Avanzadas de Medición en Fluidos	OP	4	64	8
Mecánica de la Fractura	OP	4	64	8
Mecánica de Materiales Avanzada	OP	4	64	8
Nanomateriales	OP	4	64	8
Degradación de Materiales	OP	4	64	8
Caracterización Microestructural	OP	4	64	8
Biomecánica Computacional	OP	4	64	8
Diseño Robusto	OP	4	64	8
Elemento Finito y Simulación	OP	4	64	8
Robótica	OP	4	64	8
Mecatrónica	OP	4	64	8
Teoría de Mecanismos y Máquinas	OP	4	64	8
Metodología del Diseño	OP	4	64	8
Diseño Óptimo de Máquinas	OP	4	64	8
Biomecánica	OP	4	64	8

#### 5.4 LGACs del Programa.

El programa de Maestría no ofrece opciones terminales. Sin embargo, para efectos de organización se definen tres áreas del conocimiento o LGACs del programa, que

agrupan las principales líneas de investigación desarrolladas actualmente por los profesores que participan en el programa. Estas áreas del conocimiento ó LGACs del Programa, no serán únicas y podrán ser creadas y redefinidas las que así se requieran, siempre y cuando se cumplan los requisitos respectivos que se describen en las normas complementarias y sean afines a la orientación del Programa y la formación académica el estudiante en los campos de la ingeniería mecánica.

Las LGAC del programa que agrupan las principales líneas de investigación, que desarrollan los profesores del programa y que cumplen las condicionantes de las normas complementarias son:

- Diseño Mecánico y Ciencia de los Materiales en Ingeniería
- Termodinámica Aplicada y Energías Alternas
- Transferencia de Calor y Fluidodinámica

#### **5.4.1 Diseño Mecánico y Ciencia de los Materiales en Ingeniería**

Esta área se orienta al diseño, síntesis, y manufactura de maquinarias y equipos mecánicos, utilizando y relacionando, fuerzas, esfuerzos, desplazamientos, deformaciones y los materiales a emplear. También se considera la investigación de los materiales convencionales y nuevos materiales que se pueden emplear en la fabricación de productos, equipo y maquinaria, con el propósito de analizar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Las líneas de Investigación son:

1. Análisis y Síntesis de Mecanismos
2. Mecatrónica y Robótica
3. Biomecánica y Biomateriales
4. Fatiga Mecánica y Mecánica de la Fractura
5. Nanotecnología y Nanomateriales
6. Síntesis y Caracterización de Materiales Nanoestructurados
7. Propiedades y Deterioro de Materiales

#### **5.4.2 Termodinámica Aplicada y Energías Alternas**

Esta área del conocimiento se centra en el estudio, análisis y diseño de sistemas energéticos convencionales y renovables, con el fin de lograr una reducción del consumo energético y del impacto ambiental, así como la integración de las energías alternas en la región, considerando los recursos naturales disponibles del entorno y contribuir de ésta manera al desarrollo sustentable.

Las líneas de investigación que se desarrollan son:

1. Optimización de Sistemas Energéticos
2. Termoeconomía y Diagnóstico Termoeconómico
3. Integración de Sistemas de Cogeneración, Trigeneración y Poligeneración

4. Diseño y Simulación de Sistemas Termosolares
5. Energía Geotérmica
6. Energía de la Biomasa
7. Rehabilitación de Minicentrales Hidroeléctricas
8. Energía Eólica

#### **5.4.3 Transferencia de Calor y Fluidodinámica**

Tiene por objeto el estudio, análisis y aplicación de los fenómenos de transferencia de calor y dinámica de fluidos para crear, innovar y mejorar diversos equipos y procesos industriales mediante técnicas matemáticas, numéricas y experimentales.

Líneas de Investigación:

1. Optimización Numérica Aplicada a Turbomáquinas
2. Cálculo de Alto Rendimiento en Turbomáquinas
3. Simulación Física y Matemática de Procesos Siderúrgicos
4. Dinámica de Fluidos Computacional
5. Estudio Experimental de Fluidos Multifásicos
6. Simulación de Sistemas Fluidos
7. Microfluídica
8. Combustión y Control de Emisiones

#### **5.5 Programa de las actividades de aprendizaje**

Las actividades de aprendizaje del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, inician con el curso propedéutico y posteriormente, habiendo ingresado, cursando asignaturas básicas y optativas. **Los contenidos de cada asignatura se presentan en el documento: Anexos.**

##### **5.5.1 Curso Propedéutico**

Este curso es un requisito de ingreso que carece de créditos y tiene como objetivo proporcionar al alumno una revisión de los conocimientos fundamentales de la Ingeniería Mecánica:

- Matemáticas
- Mecánica
- Termodinámica
- Mecánica de Fluidos
- Ciencia de Materiales

Este curso se considera como un mecanismo de selección, ya que al finalizarlo el alumno debe presentar un examen de admisión que deberá aprobar según los criterios generales de selección que establezca, en su momento, una comisión de admisión.

### **5.5.2 Asignaturas Básicas Obligatorias**

Tienen como objetivo proporcionar al alumno los conocimientos, herramientas y habilidades fundamentales indispensables para tratar desde un punto de vista matemático el estudio de los diversos problemas de la ingeniería mecánica en cualquiera de sus disciplinas. Al considerarse como una asignatura que proporciona elementos básicos se plantea como de carácter obligatorio. El programa considera dos asignaturas Básicas Obligatorias:

1. Matemáticas Avanzadas
2. Mecánica del Medio Continuo

### **5.5.3 Asignaturas Básicas Complementarias**

Estas asignaturas tienen como propósito principal abordar de una manera más amplia las leyes y teorías consideradas como los pilares de la ingeniería mecánica, a través de la solución de problemas teóricos, el análisis profundo de las principales leyes y la identificación de los efectos físicos de las variables que intervienen, permitiéndole al alumno afianzar sus conocimientos y adquirir nuevas habilidades para la solución de problemas del campo de la ingeniería mecánica.

El alumno deberá cursar únicamente dos asignaturas de este tipo, para cumplir con el mínimo de créditos del Programa. Las asignaturas a cursar serán elegidas por su asesor de acuerdo a la orientación de su tema de investigación.

Las materias Básicas Complementarias son:

1. Termodinámica Avanzada
2. Fenómenos de Transporte
3. Dinámica de Fluidos
4. Dinámica Avanzada
5. Mecánica de Materiales
6. Ciencias de los Materiales

### **5.5.4 Asignaturas Optativas**

Las asignaturas optativas tienen como objetivo proporcionar elementos teóricos y técnicos, con un carácter más específico, adecuados y útiles para el desarrollo del tema de tesis. Le permitirán al alumno orientar su desarrollo profesional en algún campo del conocimiento de la Ingeniería Mecánica, además de proporcionar un panorama de las tendencias tecnológicas que le permitan estar a la vanguardia.

El alumno deberá cursar cuatro asignaturas de este tipo, para cumplir con el mínimo de créditos del Programa. Las asignaturas a cursar serán elegidas por su tutor o sugeridas por su comité tutorial, de acuerdo a la orientación de su tema de investigación. Sin embargo, puede cursar de manera adicional las optativas que el

tutor o su comité tutorial le sugieran en base a las necesidades académicas detectadas.

Las asignaturas optativas que se contemplan en este Plan de Estudios son:

1. Estadística de Datos Experimentales
2. Fundamentos de los Métodos Numéricos
3. Métodos Numéricos en Termofluidos
4. Diseño de Software para Ingeniería
5. Optimización de Sistemas Energéticos
6. Energía Termosolar
7. Energía Geotérmica
8. Termoeconomía
9. Biomasa y Biocombustibles
10. Transferencia de Calor
11. Combustión y Control de Emisiones
12. Dinámica de Fluidos Computacional
13. Microfluidica
14. Turbulencia
15. Diseño de Equipo Térmico
16. Fenómenos Superficiales e Interfaciales
17. Técnicas Avanzadas de Medición en Fluidos
18. Mecánica de la Fractura
19. Mecánica de Materiales Avanzada
20. Nanomateriales
21. Degradación de Materiales
22. Caracterización Microestructural
23. Biomecánica Computacional
24. Diseño Robusto
25. Elemento Finito y Simulación
26. Robótica
27. Mecatrónica
28. Teoría de Mecanismos y Máquinas
29. Metodología del Diseño
30. Diseño Óptimo de Máquinas
31. Biomecánica

## 5.6 Flexibilidad para cubrir las actividades académicas

Una de las modificaciones medulares de este proyecto es la flexibilidad del Plan de Estudios. Cada alumno que ingrese al Programa, tiene como obligación cursar dos materias básicas: Matemáticas Avanzadas y Mecánica del Medio Continuo. Además, en común acuerdo con su tutor, elegirá el resto de materias Básicas Complementarias que mejor se adapten a sus necesidades académicas. También, se ha incorporado una amplia gama de materias optativas que pueden elegirse en función de los requerimientos de su tema de investigación.

Con esta propuesta de Plan de Estudios se pretende que:

1. El estudiante pueda cubrir los créditos de los distintos cursos de la manera más conveniente, durante los dos primeros semestres, dejando los últimos dos semestres para el desarrollo de su tesis y presentación del correspondiente examen de grado.
2. El plan de estudios contribuya a incrementar la eficiencia terminal.
3. El plan de estudios contribuya a lograr una alta capacidad técnica de los egresados.
4. Se mejore la disposición del estudiante a su superación profesional y con esto, a sus resultados de investigación.
5. El alumno pueda realizar de una manera más efectiva estancias de investigación o cursar asignaturas en otros programas afines, preferentemente en el tercer semestre.

## 5.7 Propuesta de transición entre Planes de Estudio

Este proyecto de Reforma del Plan de Estudios y actualización de Asignaturas se plantea como un plan de estudios flexible, por lo que, en caso, de que un estudiante se retrase con el plan vigente se podrán homologar sus cursos anteriores, y continuar con el nuevo plan de Estudios. Cualquier situación no contemplada, será turnada para analizar y resolver a través del Consejo Interno de Posgrado. Dicha homologación se hará de acuerdo a una tabla de convalidación de asignaturas y créditos.

## 6 MODELO EDUCATIVO

El modelo educativo del Programa de Maestría en Ciencia en Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Mecánica tiene como base y antecedente el Modelo Educativo de la UMSNH, propuesto en el 2010 y aprobado 29 de junio de ese año por la Comisión Permanente Técnico Pedagógica del H. Consejo Universitario. Para este modelo, la educación se dirige, como proceso de socialización y de culturalización, al enriquecimiento o fortalecimiento de las personas, a través del

cual se desarrollan capacidades de diversa índole, intelectuales, habilidades, destrezas, técnicas de estudio e incluso hasta formas de comportamiento, todas ellas ordenadas para lograr un fin eminentemente social.

La Universidad Michoacana tiene claro que la educación es el proceso más importante en la reducción de desigualdades a futuro y de superación de la reproducción intergeneracional de la pobreza, incidiendo en la conformación de círculos virtuosos que se conforman al lograr mayor educación, movilidad socio-ocupacional y mejores ingresos; pero ello requiere la formación de sujetos capaces de repensar críticamente la realidad de manera continua, de idear nuevos proyectos colectivos y aprender a vivir en un mundo multicultural.

En el nivel medio superior, superior o de posgrado, la educación siempre ha de procurar un carácter integral que busca en los estudiantes el desarrollo de estructuras cognitivas, en donde los saberes teóricos, prácticos y de valores, de manera conjunta, a manera de competencias, contribuyen a fortalecer la toma de decisiones, la solución de problemas, la integración de manera solidaria y comprometida con la sociedad; porque les permite formar parte activa de la producción y la generación de nuevos conocimientos en el ámbito cultural, social y económico, con una clara intención: ser "...el brazo de palanca para fomentar el capital intelectual en las Instituciones de Educación Superior" que requieren las comunidades mexicanas.

Nuestro Modelo Educativo al igual que el modelo institucional posee como ejes rectores:

- Aprendizaje centrado en el estudiante
- Formación integral
- Educación a lo largo de la vida

Cada uno de ellos con una connotación pedagógica que ha sido orientada por el marco filosófico institucional, como se verá a continuación.





Figura 1. Ejes del Modelo Educativo del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la UMSNH.

### 6.1 Aprendizaje centrado en el estudiante.

Este eje privilegia el aprendizaje del estudiante al ponerlo en el centro del proceso académico, reconociendo en primer término, que es un sujeto único, con características que lo diferencian, que no aprende por mera memorización sino siempre por interpretación y estructuración por lo que la educación ha de fortalecer su capacidad de transformarse progresivamente en un sujeto responsable de dirigir por sí mismo la construcción de su conocimiento, llegando hasta la definición de sus propios requerimientos y necesidades para fortalecerlo. Este concepto hace a un lado la concepción tradicional del alumno como receptor pasivo de conocimientos y de información y dependiente de las decisiones externas.

A su vez, poner en el centro al estudiante tiene diversas implicaciones, tales como: conocer sus necesidades, características, antecedentes académicos y posibilidades de dedicación, a fin de diseñar estrategias para que aprenda a gestionar su conocimiento, generando así un sentido de responsabilidad, libertad y mayor autonomía; también requiere organizar los procedimientos de administración escolar para ofrecer a los actores las condiciones indispensables para un proceso de aprendizaje exitoso; entre otros requerimientos que complementen de manera integral la formación del estudiante.

### **6.1.1 Aprendizaje significativo.**

Evidenciar los procesos por los que se lleva a cabo la adquisición y la retención de los grandes cuerpos de significado, presentes en los programas educativos, es hablar del aprendizaje significativo, lo cual requiere poner énfasis en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden (naturaleza del aprendizaje, condiciones que se requieren para que se produzca, los resultados y su evaluación). Se trata de una teoría cognitiva de reestructuración constructivista, ya que es el propio individuo quien genera y construye su aprendizaje, incorporando a las estructuras previas los nuevos componentes. Para lograrlo, los docentes siempre han de hacer un esfuerzo por buscar establecer un puente entre los conocimientos previos y los que se han de aprender, a partir de una situación real.

Ante una nueva situación de aprendizaje, esa interacción con la estructura cognitiva se logra a través de aspectos relevantes ya presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje. El docente ha de reconocer la presencia de tales ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del que aprende y procurar activarlas, pues es lo que dota de significado al nuevo contenido. Pero no se trata de una simple unión, sino que en este proceso, los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto, produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan así progresivamente ampliados, diferenciados, elaborados y estables.

Pero aprendizaje significativo no es sólo este proceso, sino que también es su producto. La atribución de significados que se hace con la nueva información es el resultado emergente de la interacción entre los conocimientos subsumidores claros, estables y relevantes presentes en la estructura cognitiva y esa nueva información o contenido. Como consecuencia del aprendizaje esos subsumidores se ven enriquecidos y modificados, dando lugar a nuevos subsumidores o ideas-anclo más potentes y explicativas que servirán de base para futuros aprendizajes. Por tanto, para que se produzca el aprendizaje significativo han de darse dos condiciones:

Favorecer la predisposición del estudiante para aprender de manera significativa mediante situaciones que le hagan necesario ampliar la estructura cognitiva existente: Plantearle problemas, casos, preguntas, que puedan ser respondidos sólo parcialmente, de modo que se genere interés por la indagación de lo necesario para resolverlos.

Presentación de un material que tenga significado lógico o potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del que aprende de manera no arbitraria y sustantiva, es decir, que tome en cuenta las ideas de anclaje o subsumidores del sujeto para lograr la interacción con el material nuevo que se presenta.

## **6.2 Formación integral**

Este eje del Modelo Educativo precisa que la formación del estudiante sea el resultado de una acción plurilateral que se logra en conjunto (familia, escuela, sociedad), que busca constituir un individuo libre y responsable en función de su proyecto de vida a corto y largo plazo, con el fin de lograr alcanzar su autorrealización plena; en él se consideran los pilares de la educación a conocer, hacer, ser y convivir.

La formación integral del estudiante tiene importantes implicaciones, porque habrá de pensarse en mejorar sus formas de aprendizaje, dejar atrás el adiestramiento mecánico de la memoria, para fortalecer sus estrategias de comprensión, organización y consolidación de información nueva con el fin de incidir en sus modos de pensar y de actuar, lo que también le permitirá enriquecer su socio afectividad. Por ello han de favorecerse ambientes de aprendizaje en donde la mediación pedagógica haga énfasis en:

- La organización de trabajo colaborativo, en equipos de distinta extensión, donde se propicie el desarrollo equilibrado y armónico en lo intelectual y lo humano, en lo social y lo profesional.
- La construcción de proyectos educativos tanto informativos (elementos teórico-conceptuales y metodológicos de los contenidos), como formativos que implican el desarrollo de sus habilidades y la integración de valores expresados en actitudes.
- El uso de sus herramientas personales y creatividad en la aplicación de proyectos de solución a problemas y necesidades planteadas en el entorno.

### **6.2.1 Aprendizaje basado en competencias**

El enfoque por competencias facilita la integración de saberes teóricos, procedimentales y valorales, además de reconocer las capacidades humanas que se desarrollan y fortalecen a lo largo de la vida. Este enfoque pedagógico centra sus esfuerzos en el estudiante y por ende en el aprendizaje, el cual se desarrolla a través de cuatro perspectivas: filosófica, conceptual, psicopedagógica y metodológica.

Se trata, en primera instancia, de tener en cuenta que han de estar presentes los pilares de la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir, en este sentido, se considera relevante el desarrollo constructivo de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que permitan a los estudiantes insertarse adecuadamente en el campo laboral y ser sujetos activos en los cambios sociales. Pone especial énfasis en la aplicabilidad del conocimiento.

De esta manera, las competencias hablan de las capacidades que todo ser humano necesita para resolver de manera eficaz y autónoma, las situaciones de la vida, por lo que se definen como un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes del individuo que se expresan conjuntamente, mediante desempeños relevantes para

dar solución a la problemática social, así como para generar necesidades de cambio y de transformación.

Para fines educativos se consideran dos tipos de competencias, entre otras posibles:

- Genéricas o transversales, comunes a todos los estudiantes (competencia lingüística, solución de problemas, trabajo en equipo, etcétera);
- Específicas, referidas a la práctica y la construcción del conocimiento de un área concreta del saber, las cuales, si se expanden, llegan a convertirse en competencias profesionales.

Este enfoque también impacta la planeación didáctica cotidiana, donde se busca que el estudiante adquiera los conocimientos, habilidades y actitudes que requiere un profesional de su ramo, y no sólo acumular información al respecto.

Asimismo, en la educación basada en competencias se concibe la evaluación como un proceso paralelo (y puede decirse que previo) a la intervención educativa. En este enfoque, la interacción maestro estudiante se basa en un proceso de diagnóstico de las competencias previas, como fundamento para la planeación de las estrategias de enseñanza. A lo largo de las sesiones de clase, el docente incorpora estrategias de evaluación continua, para sistematizar la observación del avance que sus alumnos van teniendo para apoyar el progreso de quienes se rezagan. En este proceso de evaluación formativa, se considera fundamental incorporar la autoevaluación y la coevaluación, ya que son las herramientas, que en la vida profesional resultan más valiosas para mejorar el desempeño y para aprender a lo largo de la vida.

Puede notarse cómo, con el aprendizaje basado en competencias se consigue progresivamente desarrollar la autonomía de los estudiantes y su capacidad de aprender a aprender. Es cierto que este enfoque requiere una buena dosis de motivación y control de esfuerzo, así como del desarrollo de estrategias que guíen la construcción del conocimiento y que combinen la teoría y la práctica, pero no cabe duda que vale la pena, por sus resultados.

### **6.3 Educación a lo largo de la vida**

Este tercer eje del Modelo Educativo contempla las estrategias de aprendizaje que se realizan por una persona, a lo largo de su vida, con el fin de fortalecer los conocimientos, desarrollar competencias o impulsar sus aptitudes, tanto desde una perspectiva personal como cívica, social o relacionada con el empleo. En él, se suprimen las ideas de que es posible aprender todo de una sola vez y para siempre, y que sólo se puede adquirir el conocimiento en el microcosmos de las aulas.

Las sociedades del conocimiento demandan individuos con una variedad de conocimientos, aptitudes y actitudes que se sumen a sus intenciones de desarrollo y productividad, que de igual forma se encuentren en el horizonte del desarrollo científico, tecnológico y social. Para darles respuesta, la UMSNH ha de incorporar al estudiante en un proceso de formación que esté al tanto de los cambios constantes en donde se vislumbren las exigencias de actualizar constantemente sus saberes, para que cuando egrese, lleve consigo la intención de seguirse formando, renovando y mejorando continuamente, ya sea mediante procesos de formación formal (se adquieren dentro de un contexto organizado, estructurado y explícitamente designado para el aprendizaje), de formación informal (derivadas de las actividades de la vida cotidiana relacionadas con el trabajo, la familia u otros lugares) o de una formación no formal (se nutren de actividades planificadas pero no explícitamente diseñadas como actividades de aprendizaje).

Para lograrlo, existen exigencias que se tendrán que fortalecer en la UMSNH, como el esfuerzo para vincularse con todos los responsables internos y externos, llámense interlocutores sociales en el lugar de trabajo, organizaciones diversas no gubernamentales representativas en la sociedad civil o instituciones educativas de diversa índole, en donde se brinden las estrategias que lleven a los estudiantes a comprender la importancia de seguirse formando a lo largo de la vida, hasta lograr compenetrarla, como parte de una cultura de la profesionalización. El cometido principal de la universidad es formar personas capaces de mantener una actitud de cambio y crecimiento permanente en beneficio de la humanidad.

### **6.3.1 Aprendizaje autónomo.**

Este tipo de aprendizaje define al propio sujeto como quien asume la responsabilidad y el control del propio aprendizaje, y se le conoce también como el aprendizaje auto dirigido que se describe como un proceso en el que los individuos asumen la iniciativa, con o sin ayuda de los demás, en el diagnóstico de sus necesidades de aprendizaje, la formulación de sus metas de aprendizaje, la identificación de los recursos humanos y materiales necesarios para aprender, la elección y aplicación de las estrategias de aprendizaje adecuadas y la evaluación de los resultados de aprendizaje.

De manera complementaria, "...el hecho de aprender supone, en sí mismo, un cambio cualitativo en las personas, en su modo de contemplar la realidad, en experimentarla, en su comprensión, en el modo cómo los sujetos conceptualizan la realidad...". Por ello, es importante que el estudiante cuente con herramientas para comprender y hacer, de tal forma que aprenda a seleccionar por sí mismo, a entender los fenómenos en sus contextos y anticipar de algún modo los resultados de su actuación.

Esta propuesta de aprendizaje va dirigida a promover y fundamentar un pensamiento crítico e independiente, a saber gestionar la información y los recursos

dónde obtenerla, a organizar los espacios y los tiempos, a saber aplicar diferentes capacidades cognitivas. Un aprendizaje autónomo se logra mediante diversas modalidades de planificación, de gestión, de apoyo al proceso de aprendizaje y de evaluación, mismos que deben estar claramente explicitados en todo diseño formativo.

## 7 PERSONAL ACADÉMICO

### 7.1 Personal que participa en el programa vigente

El personal académico que participa en el programa vigente de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica está conformado por 17 profesores, de los cuales el 82% cuenta con grado de Doctor y 18% con grado de Maestría, 47% pertenece al SNI y 24% tiene el nivel I. En el Programa también se tiene la participación de profesores que actualmente se consideran como colaboradores y apoyan con la impartición de asignaturas del curso propedéutico, y en algunos casos con la impartición de asignaturas del Programa de Maestría y en la conformación de comités tutoriales.

### 7.2 Núcleo Académico Básico

Se propone un Núcleo Académico Básico, tal y como se establece en el artículo 24 de las Normas Complementarias de este documento, integrado por profesores e investigadores de tiempo completo, cuyo número y características den respuesta a los criterios que establece el PNPC.

Actualmente el programa está clasificado como Consolidado, que en términos de personal académico significa tener al menos el 40% del total de profesores en el SNI, según se establece en PNPC de CONACYT.

De acuerdo a las características del personal académico vigente que participa en el Programa, donde se cuenta con 4 PTC nivel I, un PTC nivel II y 3 PTC candidatos, se requiere tener un Núcleo Académico Básico formado por 12 PTC para cumplir con el criterio de un programa Consolidado. Con base a estas características se propone el Nucleo Académico Básico de la Tabla 10.

Por otro lado, en la Tabla 11 contempla el personal que participará de manera formal en el Programa y que puede considerarse como personal académico de apoyo o en transición de ingreso al NAB.

Tabla 10. Personal académico que conformará el NAB.

Nombre	Grado	Institución Otorgante	SNI	Perfil PRODEP
Gildardo Solorio Díaz	Doctorado	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL - ESIQIE	I	SI
Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz	Doctorado	Université de Poitiers (Francia)	I	SI
Marco Antonio Espinosa Medina	Doctorado	Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV)	II	SI
Georgina Carbajal de la Torre	Doctorado	Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV)	I	SI
Lada Domratheva Lvova	Doctorado	Universidad Técnica de Nizhny Novgorod (Rusia)	I	SI
Alicia Aguilar Corona	Doctorado	Institute National Polytechnique de Toulouse (Francia)	C	SI
Carlos Rubio Maya	Doctorado	Universidad de Zaragoza (España)	C	SI
J. Jesús Pacheco Ibarra	Doctorado	Universidad de Guanajuato	C	SI
Laura Alicia Ibarra Bracamontes	Doctorado	Instituto de Física - Universidad Autónoma de San Luis Potosí	I	SI
Sergio Ricardo Galván González	Doctorado	Ecole Polytechnique de Montreal (Canadá)	I	SI
Ignacio Juárez Campos	Doctorado	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNAM	NO	NO
Erasmus Cadenas Calderón	Doctorado	Centro de Investigación en Energía - UNAM	I	SI

Tabla 11. Personal académico de apoyo y transición al NAB.

Nombre	Grado	Institución Otorgante	SNI	Perfil PRODEP
Crisanto Mendoza Covarrubias	Doctorado	FACULTAD DE INGENIERÍA - UNAM	NO	SI
Juan Felipe Soriano Peña	Doctorado	Universidad Central de las Villas (Cuba)	NO	SI
Hugo Cuauhtémoc Gutiérrez Sánchez	Maestría	Universidad de Guanajuato	NO	SI
Miguel Villagómez Galindo	Maestría	Universidad de Zaragoza (España)	NO	SI
Víctor López Garza	Maestría	FIM - UMSNH	NO	SI
Luis Ernesto Ceja Martínez	Maestría	FIM - UMSNH	NO	NO

De la información de la tabla 10 se puede destacar que el 100% de los integrantes del NAB han obtenido el grado de doctorado en una institución distinta a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, lo cual refleja una amplia

capacidad de interlocución. Así mismo, el 92% cuentan con perfil PRODEP, lo cual refleja una amplia experiencia docente y de investigación de los integrantes del NAB.

Por otro lado, como muestra de la calidad de la investigación desarrollada por la planta docente en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento del PMCIM, el 92% de los miembros del NAB cuentan con nombramiento vigente en el Sistema Nacional de Investigadores. De ellos, 7 poseen nivel I, uno nivel II y 3 son Candidatos a Investigador.

Los miembros del NAB pertenecen a 3 cuerpos académicos (CA), de los cuales uno es consolidado, uno en consolidación y el otro en desarrollo. Este tipo de organización en CA permite desarrollar una colaboración académica que da lugar a proyectos de investigación y publicaciones conjuntas en las LGAC mencionadas anteriormente. La productividad de los integrantes del NAB en los últimos tres años (2013-2016) ha sido satisfactoria, se tiene un reporte de productividad de 62 artículos en revistas indizadas, lo cual da como promedio 1.72 artículos por profesor al año. Con respecto a la publicación de artículos arbitrados se tiene un promedio de 2.5 artículos por profesor al año. Con respecto a las memorias de congresos se tiene un promedio de 1.5 memorias de congreso por profesor por año.

Todo lo anterior da muestra del grado de desarrollo en la investigación que tiene el NAB en el PMCIM (La información detallada de la trayectoria académica y profesional de cada uno de los integrantes se muestra en el Anexo del Curriculum Vitae del NAB).

Respecto a la tabla 11, se puede destacar que, de los profesores de apoyo y transición al NAB el 71 % de los ellos poseen perfil PRODEP, 2 de ellos con un potencial muy alto de ingresar al NAB por su grado de habilitación y los restantes porque tienen planeado en el mediano plazo continuar con sus estudios de doctorado en áreas completamente afines al Programa de Doctorado.

### **7.3 Profesores externos**

Conscientes de la importancia de interactuar con otros grupos de trabajo con el fin de intercambiar información, desarrollar trabajo conjunto, programar seminarios, compartir infraestructura, promover movilidad, etc., en el Programa se considera continuar con la participación de profesores externos de reconocida capacidad científica tanto nacional como internacional.

La Tabla 12 muestra los investigadores que participan actualmente en el Programa, la participación se ha dado por medio de co-asesorías, publicaciones en revistas científicas, impartición de conferencias y desarrollo de proyectos de investigación. Se puede destacar que de estos profesores el 46% poseen nivel II y III del SNI, el



46% posee nivel I, y se tiene una relación bastante estrecha con el Energy Research Center (ERC).

La participación de los profesores externos también es importante, en cuanto a vinculación y movilidad se refiere, ya que puede ser un medio para que los estudiantes y los profesores puedan realizar estancias de investigación y desarrollar proyectos.

Tabla 12. Profesores Externos que participan en el Programa.

Nombre	Institución	Área
<b>Dr. Ramiro Pérez Campos (SNI III)</b>	CFATAUNAM	Nanotecnología, Ciencia de materiales y Manufactura
<b>Dr. José Roberto Zenit Camacho (SNI II)</b>	IIM-UNAM	Mecánica de Fluidos, Modelación física y matemática.
<b>Dr. Marcelo López Parra (SNI III)</b>	UNAM	Diseño Mecánico y Elementos de Mecanismos
<b>Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses (SNI III)</b>	CFATAUNAM	Biomateriales, Biomecánica y Nanotecnología
<b>Dr. Sergio Alberto Gamboa Sánchez (SNI II)</b>	CIE-UNAM	Termofluidos, Biotecnología y Nanotecnología
<b>Dr. Hector Javier Vergara Hernández (SNI I)</b>	ITM	Simulación Física y Matemática de Procesos Siderúrgicos
<b>Dr. José Ángel Ramos Banderas (SNI I)</b>	ITM	Simulación Física y Matemática de Procesos Siderúrgicos
<b>Dr. J. Jesús Barreto Sandoval (SNI I)</b>	ITM	Simulación Física y Matemática de Procesos Siderúrgicos
<b>Dr. J. Martín Medina Flores (SNI I)</b>	UTC	Transferencia de Calor y Fluidodinámica
<b>Dr. J. Manuel Belman Flores (SNI I)</b>	UG	Termodinámica Aplicada y Energías Alternas
<b>Dr. Alejandro Zaleta Aguilar (SNI I)</b>	UG	Termodinámica Aplicada y Energías Alternas
<b>Dr. Carlos Emilio Romero Jimenez</b>	ERC-USA	Transferencia de Calor y Fluidodinámica
<b>Dr. Francisco Solorio Ordaz (SNI I)</b>	FI- UNAM	Experimentación en termofluidos y modelación
<b>Dr. Jesús Martínez Patiño (Nivel C)</b>	UG	Energías Renovables e Integración de Procesos
<b>Dra. Nelly Flores Ramírez (SIN en trámite)</b>	UMSNH	Materiales Poliméricos
<b>Dr. Salomón Ramiro Vásquez García (SIN en trámite)</b>	UMSNH	Polímeros y Nanomateriales
<b>Dr. Leandro Gracia González (SNI I)</b>	UMSNH	Materiales Nanoestructurados

## 7.4 Vinculación académica

Actualmente la UMSNH cuenta con convenios de vinculación o acuerdos de cooperación con otras instituciones de educación superior, de investigación y con empresas del sector productivo o del sector social. Además, existen convenios de cooperación internacional con Instituciones de Educación Superior de países como Estados Unidos, Japón, Francia, España, Alemania, Rusia, Reino Unido, Italia, Argentina, Brasil, Cuba, República Dominicana, Chile, Colombia, entre otros. En particular, el posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica mantiene colaboración académica con las siguientes instituciones:

### Nacionales

- Universidad de Guanajuato
- Universidad Politécnica de Guanajuato
- Instituto Politécnico Nacional
- Instituto Tecnológico de Morelia
- Centro de Tecnología Avanzada - CIATEQ
- Universidad Benemérita de Puebla
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV)
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- Universidad Veracruzana
- Instituto Tecnológico de Celaya

### Internacionales

- L'École Polytechnique de Montreal en Canadá
- L'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM) en Francia
- Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE en España
- Universidad de Zaragoza, España
- Universidad de Barcelona, España
- Politécnico de Torino, Italia
- Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba
- Energy Research Center de Lehigh University, PA, USA

Estos lazos de colaboración a través de interacción directa de los profesores investigadores o de programas de cooperación, favorecen la realización de estancias de investigación e intercambios estudiantiles, enriqueciendo con ello la formación académica. Esto garantiza un buen mecanismo de transferencia de experiencias ganadas en las diversas áreas de trabajo, un mejor aprovechamiento de las instalaciones y equipos de investigación, así como una mayor disponibilidad de información. Además, se espera un mejor desempeño académico que se puede ver reflejado en el nivel y la calidad académica del Programa de Maestría.

## 8 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS

La infraestructura disponible para desarrollar de manera adecuada las actividades académicas y de investigación, acordes con el perfil y sus objetivos del Programa, incluye cubículos, laboratorios, talleres, aulas, auditorio, biblioteca y área administrativa para el control y atención escolar.

### 8.1 Docencia y actividades académicas

- 3 Aulas para la docencia, dotadas con mobiliario apropiado, en el Edificio M.
- Un Auditorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica destinado a la realización de seminarios, de conferencias y de reuniones entre alumnos y el personal académico, con una capacidad para 84 personas.
- 17 cubículos con una superficie promedio de 6.5 m<sup>2</sup>, para profesores de tiempo completo. Los cubículos se ubican en el edificio W, el edificio A, el laboratorio de Termofluidos y el Laboratorio de Materiales.
- 40 espacios de trabajo para estudiantes que cuentan con una computadora con procesador i7, conexión a internet y posibilidades de uso durante todo el horario de trabajo en la Universidad.
- Una biblioteca con una superficie de 100 m<sup>2</sup> que incluye, además de la bibliografía básica de ingeniería, diversos libros especializados y suscripciones a publicaciones de revistas científicas indizadas en el JCR.
- Se cuenta con equipo de cómputo que permite realizar las actividades académicas del programa y dispositivos adicionales como: proyectores, televisión, equipo de audio, mesas y sillas.
- Software Especializado: Se tienen licencias de FLUENT, MATLAB, MINITAB, ISIGHT, LABVIEW. Se cuenta además con software de código abierto y aplicaciones libres como: GAMS, OpenFoam, System Advisor Model (SAM).

De manera particular, los cubículos de profesores están equipados con una computadora personal con el hardware necesario para trabajar con software profesional dedicado a las diferentes especialidades y asignaturas. Los cubículos tienen instalaciones suficientes para la conexión de los equipos de cómputo a la red de internet y, algunos cubículos, con servicio de teléfono y otros servicios que sean necesarios para la preparación y organización de la docencia a impartir.

Como información adicional se puede considerar que recientemente la Universidad Michoacana forma parte del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) en donde varias universidades del país están asociadas y comparten una plataforma digital de acceso a revistas científicas electrónicas, con lo cual el acceso a artículos científicos especializados se ve incrementado considerablemente.

## 8.2 Administración

Se cuenta con un área administrativa para control y atención escolar y está conformada por un espacio de 3 m<sup>2</sup> con mueble de trabajo y una silla para la secretaria. Una oficina de 6 m<sup>2</sup> con mobiliario y computadora para la Coordinación de Maestría y otra, con características similares, para la Coordinación del Doctorado. Se cuenta con un espacio de 9 m<sup>2</sup> con mobiliario y computadora para el Jefe de la División de Estudios de Posgrado. Se cuenta además con red inalámbrica para uso de la comunidad del posgrado.

Para el desarrollo de las actividades administrativas se cuenta con diverso equipo y material de oficina, impresoras, copiadora y archiveros.

## 8.3 Laboratorios y talleres

El equipamiento existente para desarrollar actividades académicas y de investigación, se distribuye en los siguientes laboratorios y talleres:

**Laboratorio de termofluidos:** En el cual se cuenta con los siguientes equipos especializados: 1 anemómetro de hilo caliente, equipo de microdeformación, extensómetros, modelos de turbina hidráulica Pelton y Francis, túnel de viento, aerogenerador de 600 y 300 W, velocímetro láser, caldera, equipo de refrigeración, intercambiador de calor instrumentado, banco de pruebas de bombas centrifugas, calorímetro, viscosímetro, celdas solares, un generador de energía eléctrica de combustión interna de 5 kW, una cámara de alta velocidad, una cámara termográfica, tarjetas de adquisición de datos, banco de pruebas para determinar perdidas primarias y secundarias, banco de pruebas para medir vorticidad, equipo para visualizar el patrón de flujo turbulento, cavitación, banco de pruebas de bombas centrifugas, banco de pruebas para medir flotación y fuerzas hidrostáticas en superficies planas. Se tienen accesorios como: espectrómetro, tensiómetro, analizador de Espectros, osciloscopio, láser de Helio-Neón de 10 mW de potencia y fotodiodos. Se cuenta también con un calentador solar de tubos de vacío, medidores de radiación solar, medidores ultrasónicos de flujo y un analizador de calidad de la energía.

**Laboratorio de Dinámica y Neumática:** con un equipo de análisis de vibraciones, equipo de balanceo dinámico, equipo de simulación de vibraciones libres, forzadas y torsionales y 60 kits de construcción de mecanismos cinemáticos. En el laboratorio de Neumática se cuenta con un banco de pruebas y un banco de pruebas de hidráulica.

**Laboratorio de Nanomateriales y Mecánica de Materiales:** se cuenta con una balanza analítica, 2 hornos de mufla tubulares con temperatura de operación de hasta 1200°C, 1 balanza granataria, 2 hornos cilíndricos, 1 equipo de DIP-coating,

flujómetro digital, cristalería necesaria, material de laboratorio. Se cuenta, además, con pulidoras, 2 microscopio metalúrgicos, 1 microscopio de barrido, máquina de ensayos de tensión, durómetro, medidor de micro deformaciones, patrones de medición y 1 mufla.

**Laboratorio de Simulación Numérica:** se tienen 5 estaciones de trabajo, 3 Dell, una SUN Solaris y una HP, así como 4 PCS actualizadas. 2 Equipos de simulación numérica i7 quadcore, 1 super computadora de 8 núcleos y 4 GPU (Graphical Processor Units).

**Taller de Metal-mecánica:** donde se tiene un torno de control numérico Dynamyte 3000, fresadora de control numérico EM3116, centro de maquinado CNC Dynamyte, tornos y fresadoras convencionales, equipo de soldadura para electrodo revestido, TIG y MIG, cortadoras y dobladoras.

## 8.4 Recursos financieros

La División de Estudios de Posgrado de Ingeniería Mecánica cuenta anualmente con una partida presupuestal de la UMSNH para ejercer en diferentes rubros, como por ejemplo: conferencias, viáticos de profesores, viajes de estudios, gastos de operación, etc. La Tabla 13 muestra el desglose financiero del presupuesto anual de operación del programa.

Tabla 13. Desglose financiero del presupuesto anual.

Concepto	Monto
Papelería y consumibles	\$20,000.00
Material de limpieza	\$10,000.00
Material didáctico y de laboratorio	\$25,000.00
Conferencias y viáticos	\$30,000.00
Mensajería	\$5,000.00
Gastos de Impresión y encuadernación	\$15,000.00
Viajes de estudio y movilidad de alumnos	\$15,000.00
Ingresos propios	\$10,000.00
Total	\$130,000.00

Otras fuentes de financiamiento provienen de recursos propios que genera el programa y de proyectos de investigación de los profesores miembros del programa. Entre las fuentes principales se tiene CONACyT, SEP-PRODEP, CECTI, Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, entre otros.

Por otro lado, en promedio, se puede considerar que el NAB tiene una capacidad de gestión económica del orden de un millón de pesos anuales, mismos que son destinados para el desarrollo de sus actividades de investigación, así como el pleno

desarrollo de los proyectos de tesis de los estudiantes de posgrado. A través de estos proyectos también se adquieren equipos para ir fortaleciendo la infraestructura de investigación de los laboratorios del Programa.

## 9 MECANISMOS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Para asegurar el seguimiento y evaluación permanente del desempeño del Plan de Estudios, se proponen una serie de mecanismos para este fin. Dichos mecanismos, contemplan actividades específicas, responsables y herramientas sugeridas que aportarán como resultado la información necesaria para la evaluación objetiva del plan. Ver tabla 14.

Tabla 14. Mecanismos de seguimiento y evaluación del Plan de Estudio.

Mecanismo	ACTIVIDAD	RESPONSABLE(S)	PERIODICIDAD	HERRAMIENTAS SUGERIDAS
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Definir la periodicidad para realizar la revisión del programa de maestría.</li> <li>ii. Definir la fecha para realizar la actualización del plan de estudios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Jefe de Posgrado</li> <li>• Coordinador del programa</li> <li>• Profesores</li> </ul>	Cada 3 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un calendario para dicho fin.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Para verificar el seguimiento de la operación de los planes de estudio se efectuarán: <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión continua de la conveniencia del plan de estudios vigente en relación a su área profesional: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Contenidos del plan de estudios.</li> <li>b) Experiencia de aprendizaje obtenida.</li> <li>c) Nuevas tendencias.</li> <li>d) Retroalimentación constante acorde con la realidad.</li> <li>e) Evaluación de la vinculación de la institución con el exterior.</li> <li>f) Análisis de la difusión realizada.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Profesores del programa</li> <li>• Coordinador del programa</li> </ul>	Cada año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas.</li> <li>• Estudio sociodemográfico.</li> <li>• Análisis estadístico.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Analizar el perfil de los alumnos aspirantes del programa, con la finalidad de pronosticar la sostenibilidad del mismo en un futuro cercano. Se pueden considerar los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Características sociodemográficas.</li> <li>b) Características académicas, conocimientos y habilidades.</li> <li>c) Actitudes y valores.</li> <li>d) Proceso de selección.</li> <li>e) Apoyo económico.</li> <li>f) Egreso y/o deserción de estudiantes.</li> <li>g) Mercado laboral existente para los egresados.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Jefe de Posgrado</li> <li>• Coordinador del programa</li> <li>• Comisión designada</li> </ul>	Cada 6 meses  (Considerando el egreso de los alumnos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas a alumnos.</li> <li>• Análisis estadístico.</li> </ul>

4	<p>i. Trabajar en el mejoramiento y la consolidación de los profesores considerando las necesidades académicas del programa como:</p> <p>a) Desempeño docente</p> <p>i. Evaluación de las estrategias de enseñanza aplicadas por los profesores (lo teórico y práctico deben estar claramente especificados)</p> <p>ii. Evaluación de los productos de aprendizaje obtenidos</p> <p>iii. Evaluación de los valores, modelos, actitudes de profesores y alumnos</p> <p>b) Formación y actualización</p> <p>i. Características académicas y administrativas</p> <p>ii. Conocimientos y habilidades</p> <p>iii. Actitudes y valores</p> <p>iv. Formación y experiencia profesional y docente</p> <p>v. Actividades de gestión</p> <p>vi. Actualización en su área de conocimiento</p> <p>c) Experiencia profesional en campo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Coordinador académico</li> <li>• Profesores</li> </ul>	<p>Cada 6 meses</p> <p>(Considerando el egreso de los alumnos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionarios a profesores.</li> <li>• Actualización de CV.</li> <li>• Análisis estadístico.</li> </ul>
5	<p>i. Revisar periódicamente los espacios disponibles y de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) con el objetivo de promover la mejora continua de la infraestructura, así como de las herramientas que permitan apoyar y mejorar el aprendizaje considerando:</p> <p>a) Recurso económico disponible.</p> <p>b) Financiamientos</p> <p>c) Instalaciones como laboratorios y/o talleres, biblioteca, cubículos, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Coordinador del programa</li> <li>• Profesores</li> <li>• Consejo Interno</li> </ul>	<p>Cada año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita a los espacios físicos para revisar las condiciones de la infraestructura, además cotejar los equipos con el inventario existente.</li> <li>• Verificar el equipo de cómputo disponible</li> <li>• Participar en convocatorias relacionadas con el tema</li> </ul>
6	<p>i. Establecer las normas claramente y deben ser conocidas por toda la comunidad académica que participa en el programa. Verificar el cumplimiento de la normatividad establecida en los reglamentos.</p> <p>a) Normatividad Institucional.</p> <p>b) Normatividad y políticas de los profesores y la docencia.</p> <p>c) Normatividad y políticas de los alumnos.</p> <p>d) Normatividad y políticas de personal de admón., y de intendencia.</p> <p>e) Seguimiento y desarrollo de la normatividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Coordinador de programa</li> <li>• Profesores</li> <li>• Consejo Interno</li> <li>• SIIA</li> </ul>	<p>Cada año</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley Orgánica</li> <li>• Reglamento. General de Estudios de Posgrado.</li> <li>• Reglamento Interno del Posgrado.</li> <li>• Normas complementarias.</li> </ul>



	f) Proceso de selección formalmente establecido en todas sus etapas.			
7	i. La información obtenida en los rubros anteriores debe de ser confiable y oportuna para decidir sobre: a) Actualizar el programa b) Pertinencia del programa c) Innovar la oferta del programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director</li> <li>• Coordinador del programa</li> <li>• Consejo Interno</li> </ul>	Cada 3 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados analizados mediante estadísticas, gráficos, etc.</li> </ul>
8	i. Una vez tomada la decisión, se propone una metodología para el diseño curricular	Todo el personal que participa en el programa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación y participación de diversas comisiones.</li> </ul>

## 10 NORMAS COMPLEMENTARIAS

### Disposiciones generales de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica

**Artículo 1.** La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica se ajustará al marco normativo general de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y, al Reglamento General para los Estudios de Posgrado (RGEP).

**Artículo 2.** La División de Estudios de Posgrado tiene como finalidad:

- Preparar recursos humanos altamente especializados con un compromiso social, una ética profesional y un respeto hacia el medio ambiente.
- Formar profesionales capacitados tanto para el entorno laboral como para la investigación, que propongan soluciones originales e innovadoras.
- Promover la difusión de los resultados de las investigaciones de estudiantes y profesores del posgrado, así como coadyuvar en las tareas de extensión académica.
- Implementar mecanismos para elevar el nivel académico de los profesores que se dedican al ejercicio de la docencia e investigación.

**Artículo 3.** El Consejo Interno de Posgrado será la máxima autoridad de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y estará integrada por el Director de la Facultad, el Jefe de la División de Estudios de Posgrado, los Coordinadores de los Programas de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica, un representante alumno y un profesor del citado Posgrado.

**Artículo 4.** El Consejo Interno de Posgrado, además de las atribuciones señaladas en el Reglamento General para los Estudios de Posgrado, tendrá a su cargo las siguientes:

- a) Opinar ante las autoridades correspondientes sobre las necesidades y modalidades de futuras contrataciones, previa propuesta del Jefe de la División de Estudios de Posgrado.
- b) Proponer al Director de la Facultad, con base a una auscultación entre los profesores de la División de Estudios de Posgrado, el nombre de uno de ellos para que sea designado Jefe de la División de Estudios de Posgrado.

**Artículo 5.** El Jefe de la División de Estudios de Posgrado podrá durar en su cargo hasta cuatro años, teniendo una evaluación de su desempeño previa presentación de informe de actividades al Consejo Interno de Posgrado y, ratificación en su caso por el mismo Consejo Interno de Posgrado, al finalizar el segundo año al frente de la División de Estudios de Posgrado. No pudiendo ser Jefe de la División en dos períodos consecutivos.

**Artículo 6.** Además de lo señalado en el Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana respecto a requisitos y actividades del Jefe de la División de Estudios de Posgrado, serán atribuciones complementarias: I. Dirigir las actividades conducentes a la obtención de apoyos institucionales  
II. Promover los convenios interinstitucionales tendientes al mejoramiento de las funciones de la División de Estudios de Posgrado ante las instancias que corresponda.

**Artículo 7.** Para su funcionamiento, la División de Estudios de Posgrado podrá disponer de la manera más conveniente de los espacios físicos y los recursos disponibles que para sus fines administrativos y académicos le asignen las autoridades correspondientes. El Director de la Facultad y el Jefe de la División harán los trámites respectivos, apoyados por los Coordinadores de Maestría y Doctorado.

**Artículo 8.** El pago de las cuotas para el derecho al proceso de admisión, la inscripción de materias y la inscripción institucional, así como otras que pudieran autorizarse, se realizarán conforme a la legislación universitaria vigente.

**Artículo 9.** Los ingresos propios de la División de Estudios de Posgrado se utilizarán para infraestructura en investigación, apoyos a proyectos de investigación, el mantenimiento y mejoramiento de las instalaciones del Posgrado, a propuesta del Jefe de la División y los Coordinadores de Posgrado ante el consejo interno del Posgrado.

**Artículo 10.** El Jefe de la División de Estudios de Posgrado presentará por escrito al Consejo Interno de Posgrado, al término de cada ciclo escolar, un informe financiero relativo a los ingresos y egresos de la División, anexando los

comprobantes correspondientes y turnando copia a la Contraloría de la Universidad Michoacana y al Director de la Facultad para su conocimiento.

**Artículo 11.** Toda modificación a las presentes normas deberá ser sancionada por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería Mecánica a propuesta del Consejo Interno de Posgrado de la División de Estudios de Posgrado, para su posterior aprobación por el H. Consejo Universitario.

**Artículo 12.** Los casos no previstos en las presentes normas complementarias, serán resueltos por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 13.** Las presentes normas complementarias entrarán en vigor a partir de la autorización de este proyecto de Reforma y Actualización del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, por parte del H. Consejo Universitario de la UMSNH, y no contravendrán las normas complementarias particulares del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica.

### Requisitos de ingreso

**Artículo 14.** La modalidad de inscripción al programa será semestral. Los requisitos y el perfil para ingresar a la Maestría en Ingeniería Mecánica son:

1. Poseer título profesional de Ingeniero Mecánico o de alguna profesión afín a la ingeniería mecánica.
2. Presentar original del título profesional o comprobante de titulación, y entregar la fotocopia correspondiente.
3. Haber obtenido en la licenciatura un promedio mínimo de ocho en la escala de 0 a 10, o su equivalente. Casos especiales serán homologados por la Dirección de Control Escolar.
4. Haberse titulado en la modalidad de tesis, o en modalidad equivalente para obtención de título. En caso de titulación por examen CENEVAL, se deberá presentar dictamen de Desempeño Sobresaliente.
5. Cursar los cursos propedéuticos que le sean asignados y aprobar los exámenes de admisión correspondientes.
6. Presentar constancia de conocimientos básicos del idioma inglés o TOEFL ITP con un mínimo de 340 puntos.
7. Cubrir los derechos y cuotas aprobadas por la Universidad, y las del propio Posgrado.
8. Entregar original ó copia certificada del acta de nacimiento con una copia fotostática.
9. Para el caso de extranjeros, entregar copia certificada de la forma migratoria correspondiente tramitada ante la S.R.E.
10. Currículum Vitae documentado.

11. Presentar tres cartas de recomendación, expedidas por profesores y/o investigadores afines al área de la Ingeniería Mecánica.
12. Sustentar una entrevista ante un comité de admisión.
13. Cubrir una puntuación mínima de los criterios de admisión, establecida por el comité de admisión, basada en los numerales 3, 4, 5, 6, 10 y 12 del presente artículo, así como los resultados del examen psicométrico.
14. Presentar carta de exposición de motivos por los cuales desea realizar estudios de posgrado.
15. Si el resultado del proceso de ingreso es favorable, podrá tramitar su inscripción en la Dirección de Control Escolar de Posgrado.

### Procedimiento de ingreso

**Artículo 15.** La convocatoria de ingreso al Programa de Maestría será publicada en los meses de Mayo y Octubre para los semestres correspondientes, Septiembre-Febrero y Marzo-Agosto, respectivamente. El procedimiento de ingreso se llevará atendiendo las siguientes etapas:

1. Entrega de Solicitudes
2. Curso Propedéutico
3. Exámenes de Conocimientos para Admisión al Programa
4. Examen Psicométrico
5. Entrevista con el Comité de Admisión

**Artículo 16.** El Coordinador del Programa de Maestría designará a tres profesores del programa para integrar, con una vigencia de dos años, el comité de admisión, conformado por el Coordinador del Programa de Maestría, el Jefe de la División de Estudios de Posgrado y los tres profesores designados.

### Curso Propedéutico

**Artículo 17.** El Programa podrá ofrecer un curso propedéutico que se evaluará por medio de exámenes escritos. En este curso el alumno repasará los conocimientos fundamentales de la Ingeniería Mecánica, para iniciar sus estudios de posgrado. La calificación mínima aprobatoria de estos cursos se sujetará a los lineamientos del Marco Jurídico de la U.M.S.N.H.

### Requisitos de permanencia

**Artículo 18.** Cumplir con lo estipulado en los artículos del Reglamento General de Estudios de Posgrado y con las actividades académicas establecidas. También deberá mantener una calificación mínima aprobatoria de 8 en las materias cursadas y ser alumno regular con dedicación exclusiva al Programa.

**Artículo 19.** Cubrir los derechos y cuotas aprobadas por la Universidad, y las cuotas del propio Posgrado.

**Artículo 20.** Aprobar las asignaturas de su programa individual de trabajo. En caso de que un estudiante no apruebe un curso en un semestre, podrá cursarlo por segunda vez y, en caso de reincidir, será dado de baja.

**Artículo 21.** Cualquier alumno será dado de baja de este Programa si comete faltas contra la disciplina o participan en acciones que obstruyan las actividades académicas, previa revisión de su caso por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado y dictaminado por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

### **Requisitos para la obtención del grado**

**Artículo 22.** Para poder obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, además de cumplir con los requisitos del RGEP, el estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Acreditar los créditos mínimos requeridos en el plan de estudios de este Programa de posgrado.
2. Presentar una tesis, cuyo tema haya sido aprobado por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado. Dicha tesis deberá ser dirigida por un profesor del Programa de posgrado, según lo establece el artículo 27 de estas normas complementarias.
3. Presentar el borrador de la tesis, del cual recibirá en un período no mayor a 15 días hábiles las observaciones de los integrantes del comité tutorial, y una vez atendidas dichas observaciones, deberá reunirse con su comité tutorial para revisarlas.
4. Aprobar el examen de grado, que versará sobre una defensa del tema motivo de la tesis. Al ser de carácter público, la fecha de examen se publicará 72 horas antes en los medios correspondientes dentro de las instalaciones del posgrado.
5. Cumplir con los demás requisitos establecidos en el plan de estudios del programa y en la legislación universitaria vigente aplicable.

**Artículo 23.** En los exámenes para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, el jurado podrá conceder Mención Honorífica al sustentante cuando el examen de grado sea excepcional calidad y siempre que satisfaga los siguientes requisitos:

1. Que la mención honorífica sea acordada por unanimidad de los miembros del jurado.
2. Que el promedio general de calificación sea de 9 como mínimo, y que haya aprobado todas sus materias en primera oportunidad.

3. Que el alumno haya cumplido el Reglamento de Posgrado y las normas complementarias durante su estancia en el Programa.
4. Que haya cursado sus estudios de grado en forma ininterrumpida, y concluya su tesis en los períodos oficiales que marca el PNPC de CONACYT (2.5 años)
5. Tener publicado o aceptado un artículo en revista indizada.

### **Personal Académico y Núcleo Académico Básico**

**Artículo 24.** El personal académico del Programa estará formado por los pertenecientes al NAB, los profesores de apoyo o transición al NAB, colaboradores del programa y profesores externos de otras dependencias de la U.M.S.N.H., y/o de otras Instituciones de Educación Superior o de Investigación.

**Artículo 25.** La Coordinación de Estudios de Posgrado de la U.M.S.N.H. establece en la Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado, los criterios y requisitos de la planta académica que debe reunir un programa de posgrado. Estos criterios y requisitos se han adecuado para ingresar y/o permanecer en el Núcleo Académico Básico del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica:

- a) El Programa debe contar con un núcleo académico básico integrado por profesores e investigadores de tiempo completo, cuyo número y características den respuesta a los criterios que establece el PNPC.
- b) Los profesores deben tener una formación académica, preferentemente con licenciatura en ingeniería mecánica, y con especialidad en alguna de las áreas del conocimiento asociadas al programa.
- c) El 50% de la planta académica, al menos, deberá haber obtenido su grado más alto o laborado en una institución distinta a la que ofrece el programa.
- d) Los profesores deben estar integrados en Cuerpos Académicos y realizando investigación congruente con el área de su especialización y las líneas de generación y aplicación del conocimiento asociadas al programas.
- e) Al menos el 80% de los profesores deberán haber hecho publicaciones en los últimos tres años en revistas reconocidas en el JCR o por el Citation Index.
- f) Se debe tener un promedio de uno a dos artículos por PTC cada año, publicados en revistas indizadas con arbitraje.
- g) Al menos el 50% de los PTC debe pertenecer al SNI.
- h) Cada PTC, en su carácter de asesor, podrá atender hasta 4 estudiantes simultáneamente dentro del Programa.
- i) Los profesores participantes en los programas de posgrado también impartirán unidades de enseñanza-aprendizaje en el programa de Licenciatura en Ingeniería Mecánica.
- j) El personal académico del núcleo académico básico debe estar de tiempo completo adscrito a la(s) dependencia(s) responsable(s) y con asignación de

actividades de docencia e investigación, dedicadas al programa de posgrado, con el aval del Consejo Técnico respectivo.

**Artículo 26.** El ingreso y la permanencia del profesor en el NAB o al grupo de apoyo y transición al NAB, dependerá de la productividad académica o profesional, la cual será evaluada y avalada por el Consejo Interno del Posgrado, bianualmente. El Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica debe vigilar cuidadosamente que el número de profesores pertenecientes al NAB satisfaga los criterios para programas de posgrado registrados en el PNPC.

**Artículo 27.** La designación o baja de un profesor de la División de Estudios de Posgrado será competencia del Consejo Interno del Posgrado.

### **Tutor**

**Artículo 28.** Para ser asesor o director de tesis se requiere cumplir con los siguientes requisitos:

1. Tener como grado mínimo el grado de Maestro en una área afín a las líneas de investigación del Programa.
2. Pertenecer al NAB o ser profesor de apoyo o transición al NAB, además de demostrar experiencia en la dirección de tesis a nivel posgrado.
3. En el caso de profesores de apoyo o transición al NAB para ser tutores deberán contar en cualquier caso con un co-asesor miembro del NAB del Programa.
4. No estar inscrito como alumno de este programa.
5. Tener la capacidad para generar, ejecutar, dirigir y evaluar proyectos de investigación.
6. Sustener planteamientos reflexivos ante la problemática de los avances científicos y tecnológicos en el campo en estudio.
7. No tener parentesco en primera línea con el alumno a tuturar.

**Artículo 29.** Además del director de tesis, el alumno podrá tener sólo un codirector de tesis a propuesta del director de tesis y será avalado por el Consejo Interno de Posgrado. El co-director podrá ser un profesor del NAB, de apoyo o transición al NAB, profesor colaborador o de institución externa. En el caso de profesores de institución externa se tendrá que justificar plenamente su participación y demostrar su capacidad académica y de investigación, la cual será evaluada y avalada por el Consejo Interno del Posgrado.

**Artículo 30.** El Tutor designado será de acuerdo a lo que señala el Artículo 34 del Reglamento General de Estudios de Posgrado y podrá ser sustituido hasta en dos ocasiones durante los estudios de posgrado, previa autorización del Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado.



**Artículo 31.** El Tutor deberá cumplir con las funciones que marca el Reglamento General de Estudios de Posgrado, además de las siguientes:

1. Avalar junto con el co-director, en su caso, el plan de trabajo individual del estudiante, así como el protocolo de tesis, de acuerdo a los lineamientos establecidos en estas normas complementarias.
2. Ser el presidente de la mesa sinodal del examen de grado del alumno asesorado.
3. Avalar ante el Coordinador del Programa, el reporte de las actividades y el avance de la tesis, para su evaluación por parte del Comité Tutorial (formada basándose en el Artículo 38 del R.G.E.P.).
4. Buscar los mecanismos para apoyar el desarrollo del trabajo de investigación.
5. Mantener un comportamiento ético y respetuoso en el desarrollo de su trabajo hacia los alumnos y los compañeros de trabajo.

**Artículo 32.** El Consejo Interno de Posgrado podrá permitir la incorporación o el cambio del co-director, así como el cambio del director de tesis, siempre y cuando esté plenamente justificado dicho cambio.

### **Comité Tutorial y seguimiento de estudiantes**

**Artículo 33.** Cada alumno contará con un Comité Tutorial formado por 5 profesores de los cuales se podrá, como máximo, incluir un profesor externo que podrá ser co-director o únicamente integrante del comité tutorial, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 29 de las presentes Normas. Los restantes deberán ser profesores del NAB, de apoyo y transición al NAB y profesores colaboradores del Programa. Las funciones del comité tutorial serán dar seguimiento y evaluar semestralmente el avance de tesis del estudiante.

**Artículo 34.** Los miembros del Comité Tutorial serán propuestos por el director de tesis y avalados ante el Consejo Interno de Posgrado. El Comité Tutorial se comprometerá a entregar las correcciones y observaciones del informe escrito del avance de tesis en un periodo no mayor a un mes, el miembro del Comité que no cumpla con lo anterior podrá ser sustituido. El mismo Comité Tutorial formará la mesa sinodal en el examen de obtención de grado.

**Artículo 35.** Para efectos de un seguimiento adecuado de la trayectoria del estudiante, el alumno presentará con 15 días naturales de anticipación a la fecha que le sea asignada en los seminarios respectivos, su informe escrito de avance de tesis. En caso de incumplimiento, será acreedor a una sanción que determine el Consejo Interno de Posgrado. En caso de reincidencia, será causal de la baja del alumno.



## Flexibilidad del Plan de Estudios

**Artículo 36.** Cada alumno que ingrese al Programa, tiene como obligación cursar dos materias básicas: Matemáticas Avanzadas y Mecánica del Medio Continuo. Posteriormente, en común acuerdo y avaladas por su tutor, puede elegir el resto de materias básicas complementarias y optativas que más se adapte a sus necesidades académicas.

**Artículo 37.** Previa autorización de su director de tesis y aval del Consejo Interno de Posgrado, el estudiante podrá realizar estancias o cursar materias en otras Instituciones de Educación Superior y/o centros de investigación. Estas actividades académicas serán homologadas estableciéndose una equivalencia en los créditos dentro del Programa o serán consideradas como un Tópico Selecto. El tiempo de duración de la estancia o de la asistencia a cursos externos no deberá exceder un semestre (salvo casos especiales), y se llevará a cabo preferentemente en el tercer semestre.

## Investigación

**Artículo 38.** Para crear o modificar áreas del conocimiento será preciso que:

1. Las áreas del conocimiento asociadas al programa estén sustentadas por investigadores activos de la planta académica.
2. Las áreas del conocimiento deben ser congruentes con los objetivos del programa y con la naturaleza de las diversas disciplinas de la Ingeniería Mecánica.
3. Existan cuando menos 3 profesores de tiempo completo, con una producción acorde al campo del conocimiento a crear o modificar. Al menos uno de ellos deberá pertenecer al SNI.

## Evaluación

**Artículo 39.** Será función del Coordinador del Programa tener información concentrada y suficiente con observaciones y retroalimentación a partir de encuestas aplicadas a profesores y estudiantes que permitan hacer los ajustes necesarios en contenido y forma a los criterios de evaluación, actualizar los contenidos de las asignaturas, etc.

## 9 PLAN DE DESARROLLO 2012-2017

### 9.1 Introducción

El programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, es

un programa académico que inició operaciones en el año 2001 y tiene como uno de sus objetivos principales el formar profesionales de alto nivel académico y ser un posgrado reconocido internacionalmente. Para lograrlo, es necesario consolidar e integrar de forma plena los diferentes elementos que forman el programa, para posteriormente implementar una serie de estrategias encaminadas a alcanzar los objetivos planteados.

## 9.2 Objetivos

Establecer las estrategias y mecanismos tanto en las actividades académicas, de investigación y administrativas con el propósito de elevar la calidad del programa hacia una excelencia académica de competencia internacional.

### 9.2.1 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del plan de desarrollo del programa contemplan:

- Permanecer, y elevar el nivel de reconocimiento, en el Padrón Nacional de Posgrado de Calidad del CONACyT.
- Consolidar las líneas de Investigación y su pertenencia al Posgrado de Ingeniería Mecánica.
- Incrementar el número de profesores en el SNI y, motivar la permanencia de los profesores que actualmente son miembros.
- Establecer la vinculación con el sector industrial, gobierno y académico.

## 9.3 Estrategias y metas

Para lograr los objetivos anteriores, se aplicarán las siguientes estrategias y metas:

1. **Incorporación de nuevos PTC.** El campo del conocimiento que requiere especial atención, es el Diseño Mecánico, Manufactura, y las líneas de investigación con orientación a Energías Renovables, Mecatrónica, Biomecánica, Robótica. Por tanto, la incorporación de PTC, preferentemente, será para cubrir estas necesidades. Se pretende incorporar 4 nuevos PTC en un plazo de ocho años.
2. **Ingreso y permanencia en el SNI.** Promover y motivar a los profesores para publicar al menos un artículo en revista indizada anualmente. En el caso de los investigadores que pertenecen al SNI lograr una articulación entre los programas de maestría y doctorado para tener productos de calidad y poder aumentar el porcentaje de profesores pertenecientes al SNI con nivel I y II.
3. **Líneas de investigación.** Se procurará que los proyectos y líneas de investigación sean preferentemente orientados a aplicaciones para dar solución de problemas regionales, estatales, nacionales e internacionales, en ese orden de prioridad, sin obviar la investigación básica.

4. **Vinculación académica.** Fomentar la colaboración en proyectos de investigación entre los miembros del NAB, así como la colaboración con otros Cuerpos Académicos externos al Programa, mediante co-asesorías, estancias institucionales e industriales, asistencia a congresos, etc.
5. **Matrícula.** Promoción de la MCIM a nivel nacional y, buscar mecanismos para lograr su difusión a nivel internacional. Se buscará mantener un ingreso promedio de 8 alumnos por semestre.
6. **Eficiencia terminal.** A través de la definición de la trayectoria del estudiante y el seguimiento sistemático del comité tutorial se plantea mantener una eficiencia terminal mayor al 70%.
7. **Medios de información especializados.** Aumentar los volúmenes del acervo bibliográfico con bibliografía reciente. Hacer uso de los diferentes convenios de la UMSNH para acceder a revistas especializadas de las diferentes áreas de la ingeniería mecánica, y gestionar el acceso a otras bases de datos electrónicas.
8. **Infraestructura.** Hacer las gestiones necesarias para tener un edificio dedicado exclusivamente a las actividades académicas, de investigación y administrativas del Posgrado. Este edificio dará respuesta al crecimiento natural del posgrado: nuevos PTC, incremento de estudiantes, ampliación y creación de nuevos laboratorios, etc.
9. **Equipamiento.** Se buscará participar en diferentes convocatorias para renovar equipo obsoleto y adquirir nuevos equipos para lograr la consolidación de los resultados de las investigaciones. Se harán también gestiones en la U.M.S.N.H. y en otras instituciones para adquirir nuevos equipos.
10. **Movilidad.** Participar en convocatorias, para realizar estancias de investigación nacional e internacional tanto de los profesores como de los estudiantes. Promover las estancias de investigadores visitantes en el Programa de MCIM, difundiendo las convocatorias para tal fin.

## ANEXOS

En documento adjunto se presentan los contenidos de las asignaturas básicas obligatorias, básicas complementarias y optativas.



**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

**Facultad de Ingeniería Mecánica**

**División de Estudios de Posgrado**

**ANEXO**

**PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES DE  
APRENDIZAJE**

**Revisión Curricular 2016**

**Morelia, Michoacán, Febrero del 2016.**

## **DATOS GENERALES**

**NOMBRE DEL PROGRAMA:**

Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica

**REFERENCIA CONACYT:**

000162

**ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA:**

Investigación

**NIVEL ÚLTIMO DICTAMEN:**

Consolidado

**ÁREAS DEL CONOCIMIENTO:**

- Diseño Mecánico y Ciencias de los Materiales en Ingeniería
- Termodinámica Aplicada y Energías Alternas
- Transferencia de Calor y Fluidodinámica

**DEPENDENCIA ACADÉMICA:**

Facultad de Ingeniería Mecánica

**ING. JOSÉ JESÚS PADILLA GÓMEZ**

Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica

**DR. GONZALO MARIANO DOMÍNGUEZ ALMARAZ**

Jefe de la División de Estudios de Posgrado

**M.C. VÍCTOR LÓPEZ GARZA**

Coordinador del Programa de Maestría

## CONTENIDO

### CURSO PROPEDÉUTICO

Este curso tiene como objetivo proporcionar al alumno una revisión de los conocimientos fundamentales de la Ingeniería Mecánica. Al finalizar el curso propedéutico el alumno estará preparado para presentar el examen de ingreso. El curso propedéutico será de carácter obligatorio, o a criterio del Consejo Interno, y se repasarán los contenidos básicos de:

- Matemáticas
- Mecánica
- Termodinámica
- Mecánica de Fluidos

## **BÁSICAS OBLIGATORIAS**

Tienen como objetivo proporcionar al alumno los conocimientos, herramientas y habilidades fundamentales indispensables para tratar desde un punto de vista matemático el estudio de los diversos problemas de la ingeniería mecánica en cualquiera de sus disciplinas. Al considerarse como una asignatura que proporciona elementos básicos se plantea como de carácter obligatorio. El programa considera dos asignaturas Básicas Obligatorias:

1. Matemáticas Avanzadas
2. Mecánica del Medio Continuo

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MATEMÁTICAS</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA OBLIGATORIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BO</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Que el alumno cuente con las herramientas matemáticas necesarias que le faciliten el estudio de principios, teorías y leyes, para la solución de problemas físicos y sistemas complejos, así como la formulación, manipulación e interpretación de datos.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	ANÁLISIS VECTORIAL	8	13	13
2	ANÁLISIS INTEGRAL (VECTORIAL)	8	13	26
3	ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS	12	18	44
4	ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES	20	30	74
5	TRANSFORMADAS INTEGRALES	8	13	87
6	CÁLCULO DE VARIACIONES	8	13	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. ANÁLISIS VECTORIAL

**Objetivo:** Conocer los principios y aplicaciones del cálculo vectorial

- 1.1. Álgebra de vectores
- 1.2. Funciones vectoriales de una variable
- 1.3. Campos vectoriales
- 1.4. Líneas de fuerza.
- 1.5. Tangente a una curva y longitud de arco.
- 1.6. Vector velocidad, aceleración, curvatura
- 1.7. Campo vectorial Gradiente
- 1.8. Divergencia y Rotacional
- 1.9. Aplicaciones de gradiente, divergencia y rotacional en medios continuos

### CAPÍTULO 2. ANÁLISIS INTEGRAL (VECTORIAL)



**Objetivo:** Conocer los principios y aplicaciones del cálculo integral.

- 2.1. Integrales de línea
- 2.2. Integrales de Superficie
- 2.3. Integrales de Volumen
- 2.4. Teorema de Green
- 2.5. Teorema de la Divergencia de Gauss
- 2.6. Teorema del Rotacional de Stokes

### **CAPÍTULO 3. ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS**

**Objetivo:** Proporcionar una revisión rápida de las ecuaciones diferenciales ordinarias y sus métodos de solución, para tener una base sólida de los métodos de solución de las ecuaciones diferenciales parciales.

- 3.1. Introducción a las ecuaciones diferenciales
- 3.2. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden
  - 3.2.1. Ecuaciones separables
  - 3.2.2. Ecuaciones diferenciales lineales
  - 3.2.3. Ecuaciones diferenciales exactas
  - 3.2.4. Factor de integración
  - 3.2.5. Ecuaciones homogénea, de Bernoulli y de Ricatti
- 3.3. Ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden
- 3.4. Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden mayor

### **CAPÍTULO 4. ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**

**Objetivo:** Conocer los diferentes tipos de ecuaciones diferenciales parciales y algunos métodos de solución analítica.

- 4.1. Ecuaciones diferenciales parciales de segundo orden y de orden superior.
- 4.2. Ecuaciones diferenciales parciales lineales con coeficientes constantes
- 4.3. Ecuaciones en tres variables
- 4.4. Separación de variables
- 4.5. Problemas de condiciones iniciales y valores de frontera
- 4.6. Solución elemental de la Ecuación de Laplace.
  - 4.6.1. Ecuaciones lineales de tipo elíptico.
- 4.7. Solución elemental de la Ecuación de onda en una dimensión.
  - 4.7.1. Ecuaciones lineales de tipo hiperbólico.
- 4.8. Solución elemental de la Ecuación del calor.
  - 4.8.1. Ecuaciones lineales de tipo parabólico.
- 4.9. Solución elemental de la Ecuación de difusión.

### **CAPÍTULO 5. TRANSFORMADAS INTEGRALES**

**Objetivo:** Presentar algunos métodos de solución mediante transformadas integrales

- 5.1. Transformada de Fourier
- 5.2. Transformada de Hankel
- 5.3. Transformada de Laplace

### **CAPÍTULO 6. CÁLCULO DE VARIACIONES**

**Objetivo:** Conocer los principios y aplicaciones del cálculo de variaciones.

- 6.1. Ecuaciones de Euler-Lagrange
- 6.2. Problemas de Sturm-Liouville
- 6.3. Variaciones
- 6.4. Principio de Hamilton y ecuaciones de Lagrange de movimiento
- 6.5. Aplicación de cálculo variacional en la ecuación de onda.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	10%
Asistencia.	
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

**BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. O'NEIL, Peter V. Matemáticas Avanzadas para Ingeniería. Vol. I y II. Editorial CECSA. Grupo Patria Cultural. 3era. edición. 2004.
- [2]. KREYSZIG. Matemáticas Avanzadas para Ingeniería. Vol. I y II. Editorial Limusa Wiley. 3era. edición. 2002.
- [3]. SWOKOWSKI, EARL W. Cálculo con geometría analítica. Grupo Editorial Iberoamérica. 2da. Edición. 1982.
- [4]. COOMBES, K.R. – HUNT, B.R. – LIPSMAN, R.L. – OSBORN, J.E. – STUCK, G.J. Differential equations with MATLAB. John Wiley & Sons, Inc. 2000.
- [5]. DUCHATEAU, P. – ZACHMANN, D. Applied Partial Differential Equations. Dover Publications, Inc. Mineola, N.Y. 2002.
- [6]. ARFKEN, GEORGE. Mathematical methods for physicists. Academic Press. International Edition. 2nd. edition. 1970.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MECÁNICA DEL MEDIO CONTÍNUO</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA OBLIGATORIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BO</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar los principios básicos de la teoría del medio continuo con el propósito de que sirva como base a los cursos de mecánica de sólidos, mecánica de fluidos, elasticidad, etc.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN	16	25	25
2	EL MEDIO CONTÍNUO Y EL MEDIO MATEMÁTICO	8	13	38
3	ECUACIONES CONSTITUTIVAS Y ANALOGÍAS	16	25	63
4	ESFUERZOS (CINÉTICA)	16	25	88
5	DEFORMACIONES Y FLUJO	8	13	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Proporcionar un panorama general del concepto de medio continuo.

- 1.1. Necesidad del concepto del medio continuo.
- 1.2. Sistema de partículas
- 1.3. El concepto del medio continuo. Deducción, concepto,
- 1.4. Hipótesis de continuidad

### CAPÍTULO 2. EL MEDIO CONTÍNUO Y EL MEDIO MATEMÁTICO

**Objetivo:** Proporcionar los fundamentos matemáticos para el medio continuo y sus aplicaciones

- 2.1. Fundamentos matemáticos (tensores). Escalares, vectores y diádicas.
  - 2.1.1. Orden de un tensor, escalares, vectores, operaciones entre vectores
  - 2.1.2. Diádas, diádicas, operaciones con diádicas, representaciones.
- 2.2. Campos

- 2.2.1. Campo escalar y diferenciación de un campo escalar
- 2.2.2. Campo vectorial. Definición, diferenciación y operaciones
- 2.2.3. Campo diádico.
- 2.3. Transformaciones de vectores y diádicas
  - 2.3.1. Transformaciones de vectores
  - 2.3.2. Transformaciones de diádicas

### **CAPÍTULO 3. ECUACIONES CONSTITUTIVAS Y ANALOGÍAS**

**Objetivo:** Revisar las propiedades del medio continuo y las ecuaciones constitutivas de diversas situaciones.

- 3.1. Propiedades del medio continuo
  - 3.1.1. Propiedades mecánicas
  - 3.1.2. Propiedades térmicas
  - 3.1.3. Propiedades eléctricas y magnéticas
- 3.2. Ecuaciones constitutivas y analogías
  - 3.2.1. El cuerpo elástico. Ley de Hooke
  - 3.2.2. El cuerpo viscoso. Ley de Newton
  - 3.2.3. El comportamiento de los metales
  - 3.2.4. Cuerpos viscoelásticos. Kelvin, Maxwell, Burgers

### **CAPÍTULO 4. ESFUERZOS (CINÉTICA)**

**Objetivo:** Conocer los esfuerzos y sus características en la mecánica del medio continuo.

- 4.1. Fuerzas en el medio continuo. Fuerzas de cuerpo y fuerzas de superficie
- 4.2. El tensor de esfuerzos. Componentes, principio de Cauchy
- 4.3. Volúmenes de control y principio de la conservación de la masa
- 4.4. Ecuación de la cantidad de movimiento
- 4.5. Ecuación del momento de la cantidad de movimiento y relación de reciprocidad
- 4.6. Esfuerzos normales y tangenciales y principales esfuerzos
- 4.7. Invariantes de los esfuerzos
- 4.8. Representación de Mohr
- 4.9. Tensión plana

### **CAPÍTULO 5. DEFORMACIONES Y FLUJO**

**Objetivo:** Conocer las relaciones de movimiento en un medio continuo.

- 5.1. Cinemática del medio continuo
- 5.2. Concepto de deformación. Puntos de vista local y substancial
- 5.3. El tensor de deformaciones
- 5.4. Relaciones cinemáticas en el cuerpo deformable
  - 5.4.1. Movimiento en el medio deformable
  - 5.4.2. Velocidad en un punto material
- 5.5. Deformaciones Pequeñas
  - 5.5.1. Deformación independiente del tiempo
  - 5.5.2. Deformación dependiente del tiempo
  - 5.5.3. Clasificación del estado de deformaciones
  - 5.5.4. Deformaciones y velocidades de deformación volumétricas y distorsionales

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	10%
Asistencia.	
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Juan H. Cadavid R. Mecánica Del Medio Continuo: Una Iniciación, Editorial: Fondo Editorial Universidad EAFIT (Medellín, Colombia), 2009, ISBN: 9789587200218

- [2]. Enzo Levi. Elementos De Mecánica Del Medio Continuo, Ed. Limusa-Wiley, México, 1999, ISBN: 968-18-0609-3
- [3]. George E. Mase, Mecánica Del Medio Continuo, Serie Schaum. Teoria y Problemas, Ed. MacGraw-Hill, 1978
- [4]. Lawrence E. Malvern, Introduction To The Mechanics Of A Continuous Médium, Prentice-Hall, Inc., 1969, ISBN: 13-487603-2
- [5]. M. B. Rubin, Introduction To Continuum Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Technion - Israel Institute of Technology, 2007
- [6]. Xavier Oliver Olivilla, Mecánica De Medios Continuos Para Ingenieros, Edicions UPC, segunda Ed., 2002, ISBN: 84-8301-582-X
- [7]. J. L. Wegner, J. B. Haddow, Elements Of Continuum Mechanics And Thermodynamics, Cambridge University Press, 2007, ISBN-13 978-0-521-86632-3

## **BASICAS COMPLEMENTARIAS**

Estas asignaturas tienen como propósito principal abordar de una manera más amplia las leyes y teorías consideradas como los pilares de la ingeniería mecánica, a través de la solución de problemas teóricos, el análisis profundo de las principales leyes y la identificación de los efectos físicos de las variables que intervienen, permitiéndole al alumno afianzar sus conocimientos y adquirir nuevas habilidades para la solución de problemas del campo de la ingeniería mecánica. Las materias Básicas Complementarias del Plan de Estudios son:

1. Termodinámica Avanzada
2. Fenómenos de Transporte
3. Dinámica de Fluidos
4. Dinámica Avanzada
5. Mecánica de Materiales
6. Ciencias de los Materiales



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>TERMODINÁMICA AVANZADA</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA COMPLEMENTARIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BC</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar los conocimientos que se requieren para el análisis de procesos en los que Intervienen la transformación de energía, mediante la primera y segunda ley de la termodinámica.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA	8	12	12
2	SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA	12	19	31
3	GENERACIÓN DE ENTROPIA (DESTRUCCIÓN DE EXERGÍA)	12	19	50
4	ANÁLISIS EXERGÉTICO	12	19	69
5	GENERACIÓN DE POTENCIA	12	19	88
6	REFRIGERACIÓN	8	12	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

**Objetivo:** Revisar las bases fundamentales de la termodinámica, la derivación de la primera ley de la termodinámica y su aplicación a diversas situaciones.

- 1.1. Revisión de conceptos básicos
- 1.2. Evaluación de propiedades termodinámicas
- 1.3. Primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados
- 1.4. Trabajo
- 1.5. Calor
- 1.6. Cambio de energía
- 1.7. Primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos
- 1.8. Primera ley de la termodinámica de forma estructurada
  - 1.8.1. Esquema de Poincaré

1.8.2. Esquema de Carathéodory

1.8.3. Esquema de Keenan y Shapiro

## **CAPÍTULO 2. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA**

**Objetivo:** Deducir y aplicar la segunda ley de la termodinámica a sistemas cerrados y sistemas abiertos.

- 2.1. Segunda ley para sistemas cerrados
- 2.2. Segunda ley para sistemas abiertos
- 2.3. Modelo de equilibrio termodinámico local
- 2.4. Principio de máxima entropía y mínima energía
- 2.5. Axiomas de Carathéodory
- 2.6. Axiomas sobre la transferencia de calor

## **CAPÍTULO 3. GENERACIÓN DE ENTROPIA (DESTRUCCIÓN DE EXERGÍA)**

**Objetivo:** Estudiar los mecanismos que originan un aumento de entropía en los sistemas termodinámicos.

- 3.1. Pérdida de trabajo disponible
- 3.2. Ciclos
  - 3.2.1. Máquinas térmicas
  - 3.2.2. Refrigeradores
  - 3.2.3. Bombas de calor
- 3.3. Procesos de no-flujo
- 3.4. Procesos de flujo estable
- 3.5. Mecanismos de generación de entropía
  - 3.5.1. Transferencia de calor por medio de diferencia de temperatura finita
  - 3.5.2. Flujos con fricción
  - 3.5.3. Procesos de mezcla
- 3.6. Minimización de la generación de entropía

## **CAPÍTULO 4. ANÁLISIS EXERGÉTICO**

**Objetivo:** Utilizar la segunda ley de la termodinámica para deducir el máximo trabajo disponible de un sistema termodinámico.

- 4.1. Definición de exergía
- 4.2. Balance de exergía para sistemas cerrados
- 4.3. Exergía de flujo
- 4.4. Balance de exergía para volumen de control
- 4.5. Eficiencia exergética
- 4.6. Exergía como base de la termoeconomía
- 4.7. Aplicaciones al acondicionamiento de aire
- 4.8. Otros aspectos del análisis exergético

## **CAPÍTULO 5. GENERACIÓN DE POTENCIA**

**Objetivo:** Estudiar las bases de los sistemas termodinámicos utilizados para la generación de potencia, sus máximos rendimientos y sus limitaciones.

- 5.1. Máxima potencia sujeta a restricción de tamaño
- 5.2. Máxima potencia de una corriente caliente

- 5.3. Irreversibilidades externas
- 5.4. Irreversibilidades internas
- 5.5. Plantas avanzadas de potencia de turbina de vapor
- 5.6. Plantas avanzadas de turbina de gas
- 5.7. Plantas de potencia combinadas vapor-gas

## CAPÍTULO 6. REFRIGERACIÓN

**Objetivo:** Estudiar las bases de los sistemas termodinámicos utilizados para refrigeración, sus máximos rendimientos y sus limitaciones..

- 6.1. Expansión Joule-Thompson
- 6.2. Expansión (trabajo)
- 6.3. Ciclo Brayton
- 6.4. Enfriamiento intermedio optimo
- 6.5. Licuefacción
- 6.6. Modelos de refrigerador con irreversibilidades en transferencia de calor
- 6.7. Refrigeración magnética

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	40%
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	
Asistencia.	10%
Elaboración de informes y artículos científicos.	10%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura

EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Bejan A. (2006). Advanced Engineering Thermodynamics. Third Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- [2]. Moran, M., Shapiro, H. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Fifth Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- [3]. G.V. Wylen R.E. y Sonntang. Fundamental of Classical Thermodynamics. Editorial Wiley & Sons. New York. 2000.
- [4]. M. J. Moran, H. N. Shapiro, B. R. Munson, D. P. DeWitt (2003). Introduction to Thermal System Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics and Heat Transfer. John Wiley & Sons, Inc.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>FENÓMENOS DE TRANSPORTE</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA COMPLEMENTARIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BC</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Presentar una introducción al tema de los fenómenos de transporte mediante el estudio del transporte de cantidad de movimiento (flujo viscoso) y el transporte de energía (conducción de calor, convección y radiación).

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	MECANISMO DE TRANSPORTE EN UN MEDIO CONTÍNUO ARBITRARIO	12	20	20
2	TRANSPORTE DE MOMENTUM CON DOS VARIABLES INDEPENDIENTES	12	20	40
3	TRANSPORTE DE MOMENTUM EN FLUJO TURBULENTO	10	15	55
4	ECUACIONES DE CAMBIO PARA SISTEMAS NO ISOTERMICOS	10	15	70
5	TRANSPORTE DE ENERGÍA CON DOS VARIABLES INDEPENDIENTES	10	15	85
6	DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN FLUJO TURBULENTO	10	15	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. MECANISMO DE TRANSPORTE EN UN MEDIO CONTÍNUO ARBITRARIO

**Objetivo:** Proporcionar un panorama general de los mecanismos de transporte.

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Ecuaciones de cambio isotérmico.
  - 1.2.1. Ecuación de continuidad.
  - 1.2.2. Ecuación de movimiento.
  - 1.2.3. Ecuación de energía mecánica.
- 1.3. Uso de ecuaciones de cambio para resolver problemas de flujo.

### CAPÍTULO 2. TRANSPORTE DE MOMENTUM CON DOS VARIABLES INDEPENDIENTES

**Objetivo:** Deducir y resolver las ecuaciones de transporte en sistemas con más de una variable independiente.

- 2.1. Transporte de momentum con dos variables independientes.
- 2.2. Flujo viscoso inestable.
- 2.3. Flujo viscoso inestable en dos dimensiones.
- 2.4. Flujo viscoso ideal en dos dimensiones.
- 2.5. Transporte de momentum en la capa limite.

### CAPÍTULO 3. TRANSPORTE DE MOMENTUM EN FLUJO TURBULENTO

**Objetivo:** Analizar el mecanismo de transporte de momentum en flujo turbulento.

- 3.1. Transporte de momentum en flujo turbulento.
- 3.2. Ecuaciones de cambio.
- 3.3. Perfil de velocidad en flujo turbulento.

### CAPÍTULO 4. ECUACIONES DE CAMBIO PARA SISTEMAS NO ISOTERMICOS

**Objetivo:** Deducir y aplicar las ecuaciones de cambio para sistemas no isotérmicos.

4.1. Introducción.

4.2. Ecuación de energía.

4.2.1. Ecuaciones de energía en coordenadas curvilíneas.

4.2.2. Ecuaciones de movimiento para convección forzada y libre en flujo Noisotérmico.

4.2.3. Uso de las ecuaciones de cambio para resolver problemas de Transferencia de calor en régimen permanente.

## **CAPÍTULO 5. TRANSPORTE DE ENERGÍA CON DOS VARIABLES INDEPENDIENTES**

**Objetivo:** Aplicar las ecuaciones de transporte a situaciones donde existe más de una variable independiente.

5.1. Conducción de calor en flujo inestable.

5.2. Conducción de calor en flujo viscoso.

5.3. Flujo potencial de calor en sólidos en régimen permanente en dos dimensiones.

5.4. Teoría de la capa límite.

## **CAPÍTULO 6. DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN FLUJO TURBULENTO**

**Objetivo:** Analizar el mecanismo de transporte de energía en flujo turbulento.

6.1. Fluctuaciones de temperatura.

6.2. Ecuación de la energía con ajuste en el tiempo (Time-Smoothing) 6.3.

Expresiones semiempíricas para el flujo de energía en flujo turbulento.

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros.	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	10%
Asistencia.	

Elaboración de informes y artículos científicos.	
--	--

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. R. Byron Bird, Warren E. Steward, Edwin N. Lightfoot. Transport phenomena. Editorial John Wiley & Sons, Inc.
- [2]. White M. Frank. Viscous Fluid Flow. Mc Graw Hill. New York.1991.
- [3]. J. R. Welty, R. E. Wilson y E. E. Wicks. Fundamental of Momentum Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons. 1976.
- [4]. Shlichting H. Boundary Layer Theory. Mc Graw Hill. 1979.
- [5]. Curie I. G. Fundamental Mechanics of Fluids. Mc Graw Hill. 1993.
- [6]. Slattery C. J. Momentum Energy and Mass Transfer in Continuum. Mc Graw Hill. 1972.
- [7]. Incropera F. P. y De Witt P. D. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons. 1990.
- [8]. Kays W. M. and Crawford M. E. Convective Heat and Mass Trasnfer. Mc Graw Hill. 1980.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DINÁMICA DE FLUIDOS</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA COMPLEMENTARIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BC</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar al estudiante los conocimientos avanzados mas actualizados sobre fluidos, hacerle adquirir las herramientas matemáticas para estudiar y resolver problemas de aplicaciones que involucren fluidos a partir de soluciones analíticas y, sobretodo, numéricas.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	LEYES BÁSICAS DE CONSERVACIÓN	12	18	18
2	CINEMÁTICA DE FLUJO	8	13	31
3	FORMAS ESPECIALES DE LAS ECUACIONES GOBERNANTES	8	13	44
4	FLUJO POTENCIAL EN DOS DIMENSIONES	8	13	57
5	FLUJO POTENCIAL TRIDIMENSIONAL	12	18	75
6	SOLUCIONES EXACTAS	8	13	87
7	CAPAS LÍMITE	8	13	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. LEYES BÁSICAS DE CONSERVACIÓN

**Objetivo:** Presentar brevemente las leyes básicas de conservación

- 1.1. Métodos estadísticos y del continuo.
- 1.2. Coordenadas eulerianas y lagrangianas.
- 1.3. Derivada material.
- 1.4. Volúmenes de control.
- 1.5. Teorema del transporte de Reynolds.
  - 1.5.1. Conservación de la masa.
  - 1.5.2. Conservación de la cantidad de movimiento.
  - 1.5.3. Conservación de la energía.



- 1.5.4. Discusión de las ecuaciones de conservación.
- 1.6. Rotación y razón de deformación.
- 1.7. Ecuaciones constitutivas.
- 1.8. Coeficientes de viscosidad.
- 1.9. Ecuaciones de Navier-Stokes.
- 1.10. Ecuación de la energía.
- 1.11. Ecuaciones gobernantes de los fluidos newtonianos.
- 1.12. Condiciones de frontera.

## **CAPÍTULO 2. CINEMÁTICA DE FLUJO**

**Objetivo:** Analizar la cinemática de flujo y sus características.

- 2.1. Líneas de flujo.
- 2.2. Circulación y vorticidad.
- 2.3. Tubos de corriente y tubos de vórtice.
- 2.4. Cinemática de las líneas de vórtice.

## **CAPÍTULO 3. FORMAS ESPECIALES DE LAS ECUACIONES GOBERNANTES**

**Objetivo:** Analizar las formas especiales de las ecuaciones gobernantes.

- 3.1. Teorema de Kelvin.
- 3.2. Ecuación de Bernoulli.
- 3.3. Ecuación de Crocco.
- 3.4. Ecuación de vorticidad.

## **CAPÍTULO 4. FLUJO POTENCIAL EN DOS DIMENSIONES**

**Objetivo:** Presentar las características y formas de solución del flujo potencial bidimensional.

- 4.1. Función de corriente.
- 4.2. Flujos complejo y velocidad compleja.
- 4.3. Flujos uniformes.
- 4.4. Fuentes, sumideros y flujos vorticosos.
- 4.5. Flujo en un sector.
- 4.6. Flujo alrededor de una esquina.
- 4.7. Flujo en un doblete.
- 4.8. Cilindro circular sin circulación.
- 4.9. Cilindro circular con circulación
- 4.10. Leyes integrales de Blasius.
- 4.11. Fuerza y momento en un cilindro circular
- 4.12. Transformación conforme.
- 4.13. Transformación de Joukowski.
- 4.14. Flujo alrededor de elipses.
- 4.15. Condición de Kutta y el perfil plano.
- 4.16. Perfil simétrico de Joukowski.
- 4.17. Perfil de arco circular.
- 4.18. Perfil de Joukowski.

## **CAPÍTULO 5. FLUJO POTENCIAL TRIDIMENSIONAL**

**Objetivo:** Presentar las características y formas de solución del flujo potencial en tres dimensiones.

- 5.1. Velocidad potencial.
- 5.2. Función de corriente de Stokes.
- 5.3. Solución de la ecuación potencial.
- 5.4. Flujo uniforme.
- 5.5. Fuente y sumidero.
- 5.6. Flujo debido a un doblete.
- 5.7. Flujo cercano a una esquina.
- 5.8. Flujo alrededor de una esfera.
- 5.9. Fuente de línea distribuida.
- 5.10. Esfera en el campo de flujo de una fuente.
- 5.11. Sólidos de Rankine.
- 5.12. Paradoja de D'Alambert.
- 5.13. Fuerzas inducidas por singularidades.
- 5.14. Energía cinética de un fluido en movimiento.
- 5.15. Masa aparente.

## **CAPÍTULO 6. SOLUCIONES EXACTAS**

**Objetivo:** Presentar la solución exacta para la ecuación de flujo.

- 6.1. Flujo de Couette.
- 6.2. Flujo de Poiseuille.
- 6.3. Flujo entre dos cilindros giratorios.
- 6.4. Primer problema de Stokes.
- 6.5. Segundo problema de Stokes.
- 6.6. Flujo pulsante entre dos superficies paralelas.
- 6.7. Flujo en el punto de estancamiento.
- 6.8. Flujo en canales divergentes y convergentes
- 6.9. Flujo sobre una pared porosa.

## **CAPÍTULO 7. CAPAS LÍMITE**

**Objetivo:** Dar a conocer el concepto de capa límite y su importancia en el flujo de fluidos.

- 7.1. Espesores de la capa límite.
- 7.2. Ecuaciones de la capa límite.
- 7.3. Solución de Blasius.
- 7.4. Soluciones de Falker-Skan.
- 7.5. Flujo sobre una cuña.
- 7.6. Punto de estancamiento.
- 7.7. Flujo en un canal convergente
- 7.8. Solución aproximada para una superficie plana.
- 7.9. Momentum general integral.
- 7.10. Aproximación de Karman-Pohlhausen.
- 7.11. Separación de la capa límite.
- 7.12. Separación de las capas límite.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	10%
Asistencia.	
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. G. Currie. Fundamental Mechanical of Fluid. McGraw-Hill, Inc., New York. 1999.
- [2]. Frank M. White. Viscous Flow. McGraw-Hill, Inc., New York. 1998.
- [3]. H. Schlichting. Boudary-Layer Theory. McGraw-Hill, Inc., New York. 1959.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DINÁMICA AVANZADA</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA COMPLEMENTARIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BC</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Determinar las características cinemáticas y dinámicas partículas y elementos.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	CINEMÁTICA DE PARTÍCULAS Y CUERPOS RÍGIDOS.	8		
2	LEYES DE MOVIMIENTOS EN PARTÍCULAS Y SÓLIDOS.	12		
3	MASAS REDUCIDAS Y FUERZAS REDUCIDAS EN SISTEMAS DE PARTÍCULAS	12		
4	EQUILIBRIO DE SISTEMAS DE PARTÍCULAS. ESTADOS DE MOVIMIENTO.	12		
5	PROYECTO FINAL	20		
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### **CAPÍTULO 1. CINEMÁTICA DE PARTÍCULAS Y CUERPOS RÍGIDOS.**

**Objetivo:** Clasificar Pares Cinemáticos y Mecanismos planos con el propósito de verificar sus condiciones de movilidad y equilibrios.

#### 1.1. Cinemática de Partículas y cuerpos rígidos

1.1.1. Definición de partícula y de cuerpo rígido. Concepto general.

1.1.2. Cinemática de la partícula y el cuerpo rígido.

### **CAPÍTULO 2. LEYES DE MOVIMIENTOS EN PARTÍCULAS Y SÓLIDOS.**

**Objetivo:** Determinar las leyes de movimiento de partículas y sistemas de partículas en la solución de casos mecánicos.

- 2.1. Leyes de Movimientos en partículas y Sólidos.
  - 2.1.1. Segunda ley de Newton.
  - 2.1.2. Ecuación de Lagrange.
  - 2.1.3. Otras ecuaciones para determinar las leyes de Movimiento.
  - 2.1.4. Aplicación de las Leyes de Movimiento de partículas y sólidos.

### **CAPÍTULO 3. MASAS REDUCIDAS Y FUERZAS REDUCIDAS EN SISTEMAS DE PARTÍCULAS.**

**Objetivo:** Determinar las características de masas y fuerzas reducidas en partículas y sistemas de partículas.

- 3.1. Masas reducidas y Fuerzas Reducidas en Sistemas de partículas.
  - 3.1.1. Masa reducida de una partícula.
  - 3.1.2. Fuerza reducida de un sistema de partículas.

### **CAPÍTULO 4. EQUILIBRIO DE SISTEMAS DE PARTÍCULAS. ESTADOS DE MOVIMIENTO.**

**Objetivo:** Aplicar los principales métodos equilibrios y estados de movimiento de partículas y sistemas de partículas.

- 4.1. Equilibrio de Sistemas de partículas. Estados de Movimiento.
  - 4.1.1. Equilibrio dinámico de una partícula.
  - 4.1.2. Equilibrio dinámico de un sistema de partículas
  - 4.1.3. Semejanzas entre sistemas de partículas.

### **CAPÍTULO 5. PROYECTO FINAL**

**Objetivo:** Aplicar los métodos de la cinemática y la dinámica en la solución de un problema mecánico vinculado al proyecto de investigación que realiza el estudiante.

- 5.1. Desarrollo de la síntesis y cálculo dinámico de un mecanismo vinculado al tema de investigación del estudiante.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	10%

Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	10%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

[1]. Diseño de Máquinas. N. Norton.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MECÁNICA DE MATERIALES</b>				
TIPO:	<b>BÁSICA COMPLEMENTARIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BC</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar los conocimientos de la relación existente entre las fuerzas aplicadas a una estructura de ingeniería y la acción resultante de los miembros de la misma, utilizando para su análisis ecuaciones diferenciales..

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	TORSIÓN	8	12	12
2	DISCOS GIRATORIOS	8	12	24
3	ESFUERZOS EN CASCARONES	8	12	36
4	PANDEO DE PLACAS PLANAS	8	12	48
5	VIGAS CON FUNDAMENTO EN LA ELÁSTICA	8	12	60
6	TEORÍA BIDIMENSIONAL DE LA ELASTICIDAD	8	12	72
7	EL MÉTODO DE LA ENERGÍA	8	12	84
8	PANDEO	8	12	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. TORSIÓN

**Objetivo:**PENDIENTE

- 1.1. Prismas no circulares
- 1.2. Teoría de Saint-Venant
- 1.3. Analogía de la membrana de Prandtl
- 1.4. Analogía del flujo de fluido de Kelvin
- 1.5. Secciones huecas
- 1.6. Deformación torsional de secciones transversales
- 1.7. Flechas circulares de diámetro variable
- 1.8. Analogía eléctrica de Jacobsen

**CAPÍTULO 2. DISCOS GIRATORIOS Objetivo:**

PENDIENTE.

- 2.1. Discos planos
- 2.2. Discos de espesor variable
- 2.3. Discos de con esfuerzo uniforme

**CAPÍTULO 3. ESFUERZOS EN CASCARONES Objetivo:**

PENDIENTE.

- 3.1. Teoría general
- 3.2. Aplicaciones
- 3.3. Cascarones con deformación uniforme

**CAPÍTULO 4. PANDEO DE PLACAS PLANAS Objetivo:**

PENDIENTE.

- 4.1. Teoría general
- 4.2. Soluciones simples; principio de Saint-Venant
- 4.3. Placas circulares
- 4.4. Grandes deflexiones

**CAPÍTULO 5. VIGAS CON FUNDAMENTO EN LA ELÁSTICA Objetivo:**

PENDIENTE.

- 5.1. Teoría general
- 5.2. La viga infinita
- 5.3. Vigas semi-infinitas
- 5.4. Vigas finitas
- 5.5. Aplicaciones; cascarones cilíndricos

**CAPÍTULO 6. TEORÍA BIDIMENSIONAL DE LA ELASTICIDAD Objetivo:**

PENDIENTE.

- 6.1. La función de esfuerzo de Airy
- 6.2. Aplicación de polinomios en coordenadas rectangulares
- 6.3. Coordenadas polares
- 6.4. Kirsch, Boussinesq y Michell
- 6.5. Plasticidad

**CAPÍTULO 7. EL MÉTODO DE LA ENERGÍA Objetivo:**

PENDIENTE.

- 7.1. Los tres teoremas de la energía
- 7.2. Ejemplos sobre el trabajo de Least
- 7.3. Comprobación de los teoremas
- 7.4. Pandeo de tubos curvos de pared delgada
- 7.5. Pandeo de placas planas

**CAPÍTULO 8. PANDEO Objetivo:**

PENDIENTE.

- 8.1. Método de Rayleigh



- 8.2. Resortes; vigas sobre la fundamentación elástica
- 8.3. Método de Vianello o Stodola
- 8.4. Anillos, tubos de caldera y bóvedas
- 8.5. Torsión y pandeo en vigas
- 8.6. Pandeo de flechas por torsión
- 8.7. Pandeo de columnas por torsión
- 8.8. Placas planas delgadas

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	20%
Proyectos.	20%
Asistencia.	10%
Elaboración de informes y artículos científicos.	20%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

**BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. J. P. Den Hartog. Advanced Strength of materials. Editorial DOVER, New York. 1987.
- [2]. S. P. Timoshenko y J. N. Goodler. Theory of elasticity. Editorial McGraw-Hill. 1996.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>CIENCIA DE LOS MATERIALES</b>				
TIPO:	<b>BASICA COMPLEMENTARIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>BC</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar al estudiante el conocimiento básico de los materiales y sus propiedades; asimismo analizar la geometría y simetría de la estructura cristalina de los diversos materiales y enfatizar la importancia de los mismos en la aplicación de la ingeniería.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TITULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES	6	9%	9%
2	ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES	10	16%	25%
3	DESCRIPCIÓN FORMAL DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS	8	13%	38%
4	LA RED RECÍPROCA	10	16%	53%
5	IMPERFECCIÓN EN EL ARREGLO ATÓMICO	6	9%	63%
!	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	10	16%	78%
6	MATERIALES PARA LA INGENIERÍA	14	22%	100%
TOTAL		64	100	100

**CONTENIDO**
**CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES**

**Objetivo:** El alumno conocerá Los materiales, su clasificación, su funcionamiento y su uso.

**1.1. Introducción**

- 1.2. Tipos de materiales
- 1.3. Relación entre estructura, propiedad y procesamiento
- 1.4. Diseño y selección de materiales

## **CAPÍTULO 2. ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES**

**Objetivo:** El alumno conocerá y comprenderá la estructura cristalina de los diferentes materiales.

- 2.1 Introducción
- 2.2 Estructura cristalina de los elementos (red iónica, red covalente, red metálica, red molecular)
- 2.3 Estructura cristalina de materiales metálicos y obtenidos por CVD
- 2.4 Estructura cristalina de algunos compuestos inorgánicos
- 2.5 Cristales orgánicos
- 2.6 Materiales en desorden
- 2.7 Fases amorfas y vítreas
- 2.8 Estructura cristalina de materiales poliméricos
- 2.9 Estructura cristalina de materiales cerámicos

## **CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN FORMAL DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS**

**Objetivo:** El alumno será capaz de comprender y resolver problemas de planos de familias, grupos espaciales y redes cristalinas.

- 3.1. Introducción
- 3.2. Estructura cristalina: redes, celda unitaria, parámetros de red
- 3.3. Simetría cristalina 1. Operaciones de punto de simetría
- 3.4. Simetría Cristalina 2. Simetría traslacional y grupos espaciales 3.5. Estructuras no periódicas, cuasicristales

## **CAPÍTULO 4. LA RED RECÍPROCA**

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de la red recíproca y resolverá problemas sobre zona de Brillouin.

- 2.1. El concepto de red recíproca
- 2.2. Redes no primitivas
- 2.3. La red recíproca como transformada de Fourier de la red cristalina
- 2.4. Espacio recíproco y la zona de Brillouin

## **CAPÍTULO 5. IMPERFECCIÓN EN EL ARREGLO ATÓMICO**

**Objetivo:** El alumno conocerá los tipos de defectos que se encuentran en los materiales.

- 3.1. Introducción
- 3.2. Dislocaciones
- 3.3. Significado de las dislocaciones
- 3.4. Vector de Burgers
- 3.5. Ley de Schmid
- 3.6. Defectos puntuales
- 3.7. Defectos de superficie

## **CAPÍTULO 6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**Objetivo:** El alumno conocerá las propiedades de los materiales y las transformaciones que sufren los materiales por el tratamiento térmico.

- 6.1. Ensayos y propiedades mecánicas
- 6.2. Solidificación
- 6.3. Soluciones sólidas
- 6.4. Transformaciones de fase y tratamientos térmicos
- 6.5. Propiedades mecánicas
- 6.6. Propiedades electromagnéticas
- 6.7. Propiedades ópticas
- 6.8. Corrosión

## **CAPÍTULO 7. MATERIALES PARA LA INGENIERÍA**

**Objetivo:** El alumno tendrá un conocimiento más amplio de los materiales utilizados en la ingeniería e industria.

- 7.1. Introducción
- 7.2. Aleaciones ferrosas
- 7.3. Aleaciones no ferrosas
- 7.4. Aleaciones de Aluminio
- 7.5. Aceros al carbono y de baja aleación
- 7.6. Aceros inoxidables
- 7.7. Materiales Cerámicos
- 7.8. Polímeros
- 7.9. Materiales Compuestos
- 7.10. Semiconductores y Superconductores
- 7.11. Materiales Nanoestructurados
- 7.12. Materiales obtenidos por CVD

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%

Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases Ciencia de los Materiales Síntesis de Materiales
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Donald R. Askeland. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. De Thomson 1995.
- [2]. Lawrence H. Van Vlack. Tecnología de materiales. Fondo Educativo Interamericano, 1980.
- [3]. R.W. Cahn, P. Haasen, E.J. Kramer Editors. Materials Science and Technology. Volume 2-9. Cambridge 1991.
- [4]. Martin T. Dove. Structure and Dynamics. Oxford University Press, 2003.
- [5]. C. Kittel, Introducción a la Física del Estado Sólido, 3ª. Edición, Reverté, Barcelona, 1993.

## OPTATIVAS

Las asignaturas optativas tienen como objetivo proporcionar elementos teóricos y técnicos, con un carácter más específico, adecuados y útiles para el desarrollo del tema de tesis. Le permitirán al alumno orientar su desarrollo profesional en algún campo del conocimiento de la Ingeniería Mecánica, además de proporcionar un panorama de las tendencias tecnológicas que le permitan estar a la vanguardia. Las asignaturas optativas que se contemplan en este Plan de Estudios son:

1. Estadística de Datos Experimentales
2. Fundamentos de los Métodos Numéricos

3. Métodos Numéricos en Termofluidos
4. Diseño de Software para Ingeniería
5. Optimización de Sistemas Energéticos
6. Energía Termosolar
7. Energía Geotérmica
8. Termoeconomía
9. Biomasa y Biocombustibles
10. Transferencia de Calor
11. Combustión y Control de Emisiones
12. Dinámica de Fluidos Computacional
13. Microfluidica
14. Turbulencia
15. Diseño de Equipo Térmico
16. Fenómenos Superficiales e Interfaciales
17. Técnicas Avanzadas de Medición en Fluidos
18. Mecánica de la Fractura
19. Mecánica de Materiales Avanzada
20. Nanomateriales
21. Degradación de Materiales
22. Caracterización Microestructural
23. Biomecánica Computacional
24. Diseño Robusto
25. Elemento Finito y Simulación
26. Robótica
27. Mecatrónica
28. Teoría de Mecanismos y Máquinas
29. Metodología del Diseño
30. Diseño Óptimo de Máquinas
31. Biomecánica

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>ESTADÍSTICA DE DATOS EXPERIMENTALES</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL	
Proveer al alumno con los criterios estadísticos básicos para la planeación, diseño y evaluación de un experimento, así como la evaluación de sus datos experimentales. Aprender el uso adecuado y la interpretación de las ecuaciones de regresión y diversas pruebas estadísticas en Ciencias e Ingeniería.	

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA	4	6	6
2	ANÁLISIS DE ERRORES Y REDUCCIÓN DE DATOS	4	6	12
3	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	14	22	34
4	ESTADÍSTICA INFERENCIAL	14	22	56
5	ANÁLISIS DE REGRESIÓN	14	22	78
6	DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON UN SOLO FACTOR	14	22	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA

**Objetivo:** El alumno conocerá los conceptos básicos manejados en Estadística y las reglas a aplicar.

- 1.1. Definición de Estadística.
- 1.2. Tipos de datos.
- 1.3. Datos experimentales.

### CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE ERRORES Y REDUCCIÓN DE DATOS

**Objetivo:** El alumno aplicará la propagación de errores a un conjunto de datos, así como tendrá las herramientas básicas para decidir los datos experimentales que deben ser eliminados.

- 2.1 Propagación de errores.
- 2.2 Regla de la raíz cuadrada para un experimento de conteo
- 2.3 Propagación del error en sumas, restas, productos y divisiones
- 2.4 Propagación de errores en eventos independientes
- 2.5 Fórmula general para propagación de errores
- 2.6 Eliminación de datos
- 2.7 Criterio de Chauvenet
- 2.8 Ejercicios

### CAPÍTULO 3. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

**Objetivo:** El alumno realizará un tratamiento estadístico para el caso de datos univariados.

- 3.1. Medición experimental.
- 3.2. Histogramas.

- 3.3. Distribución Normal.
- 3.4. Métodos robustos versus métodos de valores desviados: estimación de parámetros de medidas de tendencia central y de dispersión.
- 3.5. Medidas de tendencia central.
  - 3.5.1. Media.
  - 3.5.2. Mediana.
  - 3.5.3. Moda.
  - 3.5.4. Cuartil medio o promedio como la media de los cuartiles inferior y superior.
  - 3.5.5. Media recortada.
  - 3.5.6. Media Winsorizada.
  - 3.5.7. Otros estimadores robustos tipo L o del estadístico de orden lineal.
  - 3.5.8. Media geométrica.
  - 3.5.9. Media armónica.
- 3.6. Parámetros o medidas de dispersión o escala.
  - 3.6.1. Intervalo total.
  - 3.6.2. Intervalo intercuartil.
  - 3.6.3. Desviación estándar.
    - 3.6.3.1. Error estándar de la desviación estándar.
  - 3.6.4. Coeficiente de variación.
  - 3.6.5. Desviación estándar relativa.
  - 3.6.6. Desviación estándar geométrica.
  - 3.6.7. Desviación mediana.
  - 3.6.8. Error estándar de la media.
  - 3.6.9. Límites de confianza de la media e intervalo de confianza de la media.

#### **CAPÍTULO 4. ESTADÍSTICA INFERENCIAL**

**Objetivo:** El alumno conocerá y aplicara diferentes pruebas de significancia a un sistema de datos

- 2.1. Prueba de hipótesis
- 2.2. Inferencia estadística para una sola muestra
- 2.3. Inferencia estadística para dos muestras

#### **CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE REGRESIÓN**

**Objetivo:** El alumno conocerá diferentes tipos de regresión para ajuste de datos experimentales.

- 2.1. Regresión Lineal Simple
- 2.2. Regresión Lineal Múltiple
- 2.3. Correlación

#### **CAPÍTULO 6. DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON UN SOLO FACTOR**

**Objetivo:** El alumno conocerá diferentes tipos de diseño de experimentos y los métodos de optimización por factores.

- 6.1. Diseño de experimentos
- 6.2. Estrategia de experimentación
- 6.3. Experimento con un solo factor completamente aleatorio
- 6.4. Análisis de varianza



6.5. Diseño de bloques

6.6. Determinación de muestra

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	60%
Solución de problemas.	20%
Proyectos.	20%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. VERMA, S. P. Estadística Básica para el manejo de Datos Experimentales: Aplicación en la Geoquímica (Geoquimiometría). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 186 páginas. 2005.
- [2]. AITCHISON, J. The statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, London. 416 páginas. 1986.

- [3]. BARNETT, V. – LEWIS, T. Outliers in statistical data. Third edition, Wiley, Chichester. 584 páginas. 1994.
- [4]. BEVINGTON, P. R. Data reduction and error analysis for the physical sciences. Mc-Graw Hill, New York. 336 páginas. 1969.
- [5]. DRAPER, N. R. – SMITH, H. Applied regression analysis. Third edition, Wiley, New York. 706 páginas. 1998.
- [6]. GILBERT, R. O. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. Van Nostrand Reinhold, New York. 320 páginas. 1987.
- [7]. KUEHL O. R., Diseño de experimentos, 2da ed., 2003.
- [8]. TAYLOR R. J., Error Analysis, Study of uncertainties in physical measurements, 2<sup>nd</sup> edition, 1997.
- [9]. MONTGOMERY C. D., RUNGER C. G., Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería, 2da. Edición, 2008.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>FUNDAMENTOS DE LOS MÉTODOS NUMÉRICOS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Al término de esta asignatura el alumno contará con los conocimientos y herramientas matemáticas necesarias que le facilitarán la solución de problemas matemáticos que se presentan en la ciencia y en la ingeniería y que no pueden solucionarse por métodos analíticos.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN	2	3	3
2	SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES LINEALES	10	16	19
3	SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS	26	41	59
4	SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES	26	41	100
TOTAL		64	101	100

## CONTENIDO

### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.**

**Objetivo:** El alumno aprenderá los métodos básicos de métodos numéricos y algunas de sus aplicaciones en problemas de ingeniería.

- 1.1 Introducción
- 1.2 Clasificación de las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO)
- 1.3 Clasificación de las Ecuaciones Diferenciales Lineales (EDL)
- 1.4 Clasificación de Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP)
- 1.5 Aplicaciones en ingeniería

### **CAPÍTULO 2. SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES LINEALES.**

**Objetivo:** El alumno aprenderá los métodos iterativos de solución de las ecuaciones lineales.

- 2.1. Introducción
- 2.2. Métodos Iterativos
  - 2.2.1. El método de Jacobi
  - 2.2.2. Gauss-Seidel
  - 2.2.3. Sobre relajación sucesivas
  - 2.2.4. Matriz Tridiagonal

### **CAPÍTULO 3. SOLUCIÓN NUMÉRICA DE LAS ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS**

**Objetivo:** El alumno conocerá diferentes métodos numéricos para resolver las ecuaciones diferenciales ordinarias con condiciones iniciales y de frontera.

- 3.1 Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) con valores iniciales.
  - 3.1.1 Método de Taylor
  - 3.1.2 Método de Euler
  - 3.1.3 Método de Runge-Kutta
  - 3.1.4 Métodos de un solo punto
  - 3.1.5 Método de extrapolación
  - 3.1.6 Multipuntos
  - 3.1.7 EDO'a de orden mayor
  - 3.1.8 Sistemas de EDO's
- 3.2 Introducción a las EDO con valores de frontera
  - 3.2.1 Método de Tiro (Shooting)
  - 3.2.2 Método de equilibrio de segundo orden.
  - 3.2.3 Reyleigh-Ritz
  - 3.2.4 Colocación
  - 3.2.5 Galerkin
  - 3.2.6 Elemento Finito

### **CAPÍTULO 4. SOLUCIÓN NUMÉRICA DE LAS ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES.**

**Objetivo:** El alumno conocerá los diferentes tipos de ecuaciones diferenciales parciales, sus aplicaciones y algunos métodos de solución numérica.

- 4.1 Método de Diferencias Finitas para las EDP Elípticas
- 4.2 Solución a la Ecuación de Laplace
- 4.3 Solución a la Ecuación de Poisson
- 4.4 Método de Liebmann
- 4.5 Condiciones con derivadas en la frontera
- 4.6 Método de Volumen de control
- 4.7 Método de Diferencias Finitas para las EDP Parabólicas
- 4.8 Método Explícito o Método Centrado en el tiempo (FTCS)
- 4.9 Método Implícito de Crank-Nicolson
- 4.10 Método de Lax-Wendroff para la solución a la ecuación de onda
- 4.11 Aplicaciones a las ecuaciones de transferencia de calor y mecánica de fluidos

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Métodos Numéricos Métodos Matemáticos Álgebra Lineal Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Ecuaciones Diferenciales Parciales

EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área Haber impartido clase. Formación pedagógica
HABILIDADES	Domino de la asignatura Manejo de grupos Comunicación (transmisión de conocimiento). Capacidad de análisis y síntesis. Manejo de materiales didácticos. Creatividad.
ACTITUDES	Ética y Honestidad. Compromiso con la docencia. Crítica Fundamentada. Respeto y Tolerancia. Responsabilidad Científica. Liderazgo. Superación personal, docente y profesional. Espíritu cooperativo. Puntualidad. Compromiso social.

#### **BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. HOFFMAN, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. Editorial McGraw Hill. 1998.
- [2]. NAKAMURA, Shoichiro. Métodos Numéricos Aplicados con Software. Editorial Prentice Hall. 1992.
- [3]. JAIN, M. K. Numerical solutions of differential equations. Editorial John Wiley & Sons, Inc. New York. 2000.
- [4]. PATANKAR, Shuhas V. Numerical heat transfer and fluid flow. Editorial McGraw Hill. 1975.
- [5]. ANDERSON, Dale A. – TANNEHILL, John C. – PLETCHER, Richard H. Computational fluid mechanics and heat transfer. Editorial McGraw Hill. 1996.
- [6]. CARNAHAN, Brince. – LUTHER, H. A. – WILKES, James O. Applied Numerical Methods. Editorial John Wiley & Sons, Inc. New York. 1969.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MÉTODOS NUMÉRICOS EN TERMOFLUIDOS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Que el alumno utilice métodos numéricos basados en consideraciones físicas para predecir procesos donde tenga que ver tanto el flujo de fluidos, la transferencia de calor y el transporte de masa.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	8	12.5	12.5
2	DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA DEL FENÓMENO FÍSICO	8	12.5	25
3	MÉTODOS DE DISCRETIZACIÓN	8	12.5	37.5
4	DIFUSIÓN EN ESTADO ESTABLE	8	12.5	50
5	CONVECCIÓN Y DIFUSIÓN	8	12.5	62.5
6	FLUJO DE FLUIDOS	8	12.5	75
7	SOLUCIÓN LAS ECUACIONES DISCRETIZADAS	8	12.5	87.5
8	FLUJOS EN ESTADO NO-ESTACIONARIO	8	12.5	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Entender la importancia de los métodos de predicción de los fenómenos de transporte de energía.

- 1.1. Detalles del curso.
- 1.2. Métodos de predicción en problemas de dinámica de fluidos y transferencia de calor
- 1.3. Componentes de una solución numérica.
  - 1.3.1. Modelo matemático
  - 1.3.2. Método de discretización
  - 1.3.3. Sistema de coordenadas
  - 1.3.4. Malla numérica

- 1.3.5. Método de solución
- 1.4. Importancia de las soluciones numéricas.
  - 1.4.1. Consistencia
  - 1.4.2. Estabilidad
  - 1.4.3. Convergencia
  - 1.4.4. Conservación
  - 1.4.5. Fronteras
  - 1.4.6. Exactitud
- 1.5. Propiedades de una solución numérica

## **CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA DEL FENÓMENO FÍSICO**

**Objetivo:** Entender la forma común de las ecuaciones gobernantes y las características de las variables independientes así como las condiciones auxiliares. 2.1. Ecuaciones generales

- 2.1.1 Significado.
- 2.1.2 Ecuación de las Especies Químicas
- 2.1.3 Ecuación de la energía 2.1.4 Ecuación de Momentum.
- 2.1.5 Ecuación de la Turbulencia 2.1.6 La ecuación general.
- 2.2. Las coordenadas
- 2.3. Condiciones auxiliares para las ecuaciones gobernantes.
  - 2.3.1 Clasificación del comportamiento físico.
  - 2.3.2 Ecuaciones elípticas
  - 2.3.3 Ecuaciones parabólicas
  - 2.3.4 Ecuaciones hiperbólicas
- 2.4 Ecuaciones Modelo
- 2.5 Condiciones iniciales y de frontera

## **CAPÍTULO 3. MÉTODOS DE DISCRETIZACIÓN**

**Objetivo:** Entender el concepto de discretización como una clase de métodos numéricos aplicables a las ecuaciones gobernantes.

- 3.1. Métodos de Discretización
- 3.2. Naturalez de los métodos numéricos
- 3.3. Métodos de derivación de las ecuaciones discretizadas
- 3.4. Ejemplo ilustrativo

## **CAPÍTULO 4. DIFUSIÓN EN ESTADO ESTABLE**

**Objetivo:** Construir la ecuación discretizada para resolver el término de difusión de la ecuación gobernante.

- 3.1. Estado estable unidimensional
- 3.2. Estado inestable unidimensional
- 3.3. Situaciones en dos y tres dimensiones
- 3.4. Terminos de relajación
- 3.5. Consideraciones geométricas
- 3.6. Ejemplos

## **CAPÍTULO 5. CONVECCIÓN Y DIFUSIÓN**

**Objetivo:** Construir la ecuación discretizada para resolver el término de convección y difusión de la ecuación gobernante.

- 5.1. Estado estable unidimensional.
  - 5.1.1. El esquema central
  - 5.1.2. El esquema *Upwind*
  - 5.1.3. El esquema exponencial
  - 5.1.4. El esquema híbrido
  - 5.1.5. El esquema *Power-Law*
  - 5.1.6. El esquema *QUICK*
- 5.2. Comparación de los esquemas de discretización
- 5.3. Ecuaciones discretizadas para dos y tres dimensiones
- 5.4. Propiedades de los esquemas de discretización
- 5.5. Problema de Falsa difusión
- 5.6. Ejemplos

## **CAPÍTULO 6. FLUJO DE FLUIDOS**

**Objetivo:** Construir la ecuación discretizada para acoplar las ecuaciones de momentum y continuidad.

- 6.1 Problema de acoplamiento
  - 6.1.1 Representación del término de gradiente de presión
  - 6.1.2 Representación de la ecuación de continuidad
  - 6.1.3 El escalonamiento de malla.
- 6.2 El algoritmo SIMPLE
- 6.3 El algoritmo SIMPLER
- 6.4 El algoritmo SIMPLEC
- 6.5 El algoritmo PISO

## **CAPÍTULO 7. SOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES DISCRETIZADAS.**

**Objetivo:** Utilizar los métodos de solución para las ecuaciones lineales resultado de los métodos de discretización.

- 7.1 Métodos iterativos de solución
- 7.2 El algoritmo de la matriz tridiagonal
- 7.3 Método de Jacobi
- 7.4 Método de Gauss-Seidel.
- 7.5 Aplicación de los métodos.

## **CAPÍTULO 8. FLUJOS EN ESTADO NO ESTACIONARIO.**

**Objetivo:** Construir la ecuación de discretización en el tiempo para flujos no-estacionarios.

- 8.1. Conducción de calor en estado estable
  - 8.1.1. Esquema explícito
  - 8.1.2. Esquema de Crank-Nicholson
  - 8.1.3. Esquema totalmente implícito
  - 8.1.4. Ecuación de convección-difusión



8.1.5. Ecuación de flujo de fluidos 8.2.  
 Algoritmo SIMPLE  
 8.3. Algoritmo PISO.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

**BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. Versteeg W. K. and Malakasekera. An Introduction to Computational Fluids Dynamics. Longman Group Ltd, 1995.
- [2]. Ferziger & Peric - Computational methods for Fluid Dynamics. Springer 2002. [3]. T. J. Chung - Computational fluid dynamics Cambridge University Press 2002.
- [4]. Hoffmann Klaus. Computational Fluid Dynamics for Engineers, Engineering Education System, 1989.
- [5]. Shuas V. Pantakar. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. McGraw-Hill Book Company, 1980.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DISEÑO DE SOFTWARE PARA INGENIERÍA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Desarrollar y aplicar el fundamento teórico de la técnica de diseño de software en la resolución de problemas de ingeniería asociados a la mecánica. Así como plantear, resolver y analizar problemas asociados a la mecánica con la utilización de los lenguajes de programación Visual Basic y Delphi.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	SOFTWARE E INGENIERÍA DEL SOFTWARE	4	6.25	6.25
2	EL PROCESO DEL SOFTWARE	12	18.75	25
3	INGENIERÍA DEL SOFTWARE	12	18.75	43.75
4	GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE	12	18.75	62.5
5	TEMAS AVANZADOS EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE	12	18.75	81.25
6	PROYECTO	12	18.75	100
TOTAL		64	100	100

### CONTENIDO

#### CAPÍTULO 1. SOFTWARE E INGENIERÍA DE SOFTWARE

**Objetivo:** Introducir al estudiante a la ingeniería del software.

- 1.1. Naturaleza del Software
- 1.2. Arranque del Software

#### CAPÍTULO 2. EL PROCESO DEL SOFTWARE

**Objetivo:** Analizar y aplicar las técnicas del proceso del software.

- 2.1. El proceso del software
- 2.2. Modelos descriptivos del proceso
- 2.3. Desarrollo optimo

### **CAPÍTULO 3. INGENIERÍA DEL SOFTWARE**

**Objetivo:** Analizar y aplicar la metodología y los modelos del diseño de software.

- 3.1. La práctica: Visión General
- 3.2. Ingeniería de Sistemas
- 3.3. Ingeniería de Requisitos
- 3.4. Modelado del Análisis
- 3.5. Ingeniería del Diseño
- 3.6. Diseño Arquitectónico
- 3.7. Diseño al nivel de componentes
- 3.8. Diseño de la Interfaz de usuario
- 3.9. Estrategias de prueba del software
- 3.10. Técnicas de prueba del software
- 3.11. Métricas del producto para el software

### **CAPÍTULO 4. GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE**

**Objetivo:** Analizar el concepto de gestión de proyectos de software.

- 4.1. Conceptos de gestión de proyectos
- 4.2. Métricas de proceso y proyecto
- 4.3. Estimación para proyectos de Software
- 4.4. Calendarización de proyectos de software
- 4.5. Gestión del riesgo
- 4.6. Gestión de calidad

### **CAPÍTULO 5. TEMAS AVANZADOS EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE**

**Objetivo:** Conocer y aplicar los temas avanzados del diseño de software.

- 5.1. Métodos Formales
- 5.2. Ingeniería del software de sala limpia
- 5.3. Ingeniería del software basada en componentes
- 5.4. Reingeniería

### **CAPÍTULO 6. PROYECTO**

**Objetivo:** Crear una aplicación de software asociado a la Ingeniería MECÁNICA.

- 6.1. Modelación, y creación de un software asociado a la Ingeniería Mecánica

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X

Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	
Solución de problemas.	50%
Exposiciones.	
Proyectos.	50%
Asistencia.	
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Daniel Jackson. Software Abstractions, Logic Language and Analysis, The MIT Press 2007.
- [2]. Roger S. Pressman, Ingeniería del Software, Mc Graw Hill, 2005.
- [3]. Tom Arnold, Dominic Homptom, Andy Leonard, Mike Frost, Professional Software Testing with Visual Studio 2005 Team System.
- [4]. Phillip A. Lamptante. What Every Engineer Should Know about Software Engineering.
- [5]. Hong Zhu, Software Design Methodology: From Principles to Architectural Styles. Butterworth-Heinemann.
- [6]. Julio Sanchez, Maria P, Software Solutions for Engineers and Scientists. Canton, CRC.
- [7]. Marc Hamilton, Software Development: Building Reliable Systems, Harris Kern's Enterprise Computing Institute Series, Prentice Hall PTR.
- [8]. Walker Royce, The Software Development Edge Essays on Managing Successful Projects. Addison-Wesley.
- [9]. Delphi 2009. User Guide.

- [10]. Visual Basic 2005. User Guide.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar un panorama general de las tecnologías avanzadas de conversión de energía que están actualmente en el mercado o que están en desarrollo, así como de las herramientas utilizadas para el diseño y la evaluación del rendimiento del sistema. Para lograr el objetivo, se proporcionan los fundamentos básicos de la optimización matemática como herramienta novedosa para su aplicación a los sistemas energéticos y se describen y analizan algunos problemas típicos de optimización.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	SISTEMAS DE POTENCIA DE ALTA EFICIENCIA	16	25	25
2	SISTEMAS ENERGÉTICOS INTEGRADOS	8	13	38
3	FUNDAMENTOS DE OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA	16	25	63
4	OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS	16	25	88
5	PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA ENERGÉTICO	8	13	100
TOTAL		64	100	100

### CONTENIDO

#### CAPÍTULO 1. SISTEMAS DE POTENCIA DE ALTA EFICIENCIA

**Objetivo:** Proporcionar un panorama general de las tecnologías de conversión de energía, su estado actual y sus perspectivas de uso y desarrollo.

- 1.1. Ciclos convencionales
- 1.2. Ciclos supercríticos
- 1.3. Ciclos combinados
- 1.4. Plantas IGCC
- 1.5. Incremento de eficiencia y reducción de impacto ambiental
  - 1.5.1. Co-combustion
  - 1.5.2. Captura de CO<sub>2</sub>

- 1.6. Sistemas de mediana y pequeña escala
  - 1.6.1. Tecnologías de generación eléctrica de mediana escala
  - 1.6.2. Ciclo Rankine Orgánico

## **CAPÍTULO 2. SISTEMAS ENERGÉTICOS INTEGRADOS**

**Objetivo:** Presentar nuevos esquemas de suministro energético que buscan aumentar el rendimiento global y minimizar el impacto ambiental.

- 2.1. Plantas Cogeneración
  - 2.1.1. Concepto y definición
  - 2.1.2. Aplicaciones Prácticas
  - 2.1.3. Clasificación y tecnologías
  - 2.1.4. Ventajas e inconvenientes
- 2.2. Plantas duales (agua y electricidad)
  - 2.2.1. Concepto
- 2.3. Aplicaciones
- 2.4. Sistemas Trigeneración
  - 2.4.1. Concepto y definición
  - 2.4.2. Aplicaciones Prácticas
  - 2.4.3. Clasificación y tecnologías
  - 2.4.4. Ventajas e inconvenientes
- 2.5. Sistemas de Poligeneración
  - 2.5.1. Definición
  - 2.5.2. Aplicaciones Prácticas
- 2.6. Generación Distribuida

## **CAPÍTULO 3. FUNDAMENTOS DE OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA**

**Objetivo:** Proporcionan los fundamentos básicos de la optimización matemática como herramienta novedosa para su aplicación a sistemas energéticos.

- 3.1. Definición de Optimización
  - 3.1.1. Planteamiento general de un problema de optimización
  - 3.1.2. Obstáculos de la Optimización
- 3.2. Formulación de un Problema de Optimización
  - 3.2.1. Enunciado Matemático
  - 3.2.2. Función Objetivo
  - 3.2.3. Variables de Decisión
  - 3.2.4. Restricciones de Igualdad
  - 3.2.5. Restricciones de Desigualdad
- 3.3. Clasificación de un Problema de Optimización
- 3.4. Métodos Matemáticos de Solución
  - 3.4.1. Continuidad de Funciones
  - 3.4.2. Programación con y sin restricciones
  - 3.4.3. Métodos de Búsqueda
  - 3.4.4. Programación Lineal, No Lineal y Cuadrática
  - 3.4.5. Programación con valores enteros y discretos
  - 3.4.6. Programación determinística y estocástica
- 3.5. Algoritmos Evolutivos



- 3.5.1. Algoritmos Genéticos
- 3.5.2. Simulación del Recocido
- 3.5.3. Otros métodos
- 3.6. Fundamentos de los métodos de gradiente
  - 3.6.1. Optimización uni-variable
  - 3.6.2. Optimización multi-variable sin restricciones
  - 3.6.3. Teoría de Lagrange para optimización con restricciones de igualdad
  - 3.6.4. Teoría de Kuhn-Tucker (restricciones de igualdad y desigualdad)
- 3.7. Métodos de Programación no Lineal (NLP)
  - 3.7.1. Métodos para problemas uni-variables
  - 3.7.2. Métodos para problemas multi-variables
- 3.8. Optimización Multi-Objetivo

## **CAPÍTULO 4. OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**Objetivo:** Presentar la aplicación de la optimización matemática a diversos sistemas energéticos.

- 4.1. Niveles de optimización en sistemas energéticos
- 4.2. Aspectos económicos y ambientales en sistemas energéticos
  - 4.2.1. Función de estimación de costos
  - 4.2.2. Costos de Recursos
  - 4.2.3. Costos Medioambientales (Función Termo-ambiental)
  - 4.2.4. Otras Funciones Objetivo
- 4.3. Software para optimización
  - 4.3.1. Optimization Toolbox de MATLAB®
  - 4.3.2. Lenguaje de Modelado Algebraico GAMS®
  - 4.3.3. Entorno i-Sight®
- 4.4. Optimización de una planta de cogeneración, problema CGAM.
  - 4.4.1. Función objetivo
  - 4.4.2. Restricciones de Igualdad
  - 4.4.3. Restricciones de desigualdad
- 4.5. Optimización de la síntesis de una planta de cogeneración
  - 4.5.1. Uso de Superestructuras
  - 4.5.2. Programación Mixta Entera no Lineal (MINLP)
  - 4.5.3. Formulación del problema y función objetivo
  - 4.5.4. Implementación de variables binarias
- 4.6. Optimización de un sistema de refrigeración por absorción
  - 4.6.1. Enunciado del Problema
  - 4.6.2. Estrategia de Solución
  - 4.6.3. Resultados Numéricos

## **CAPÍTULO 5. PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA ENERGÉTICO**

**Objetivo:** Evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante mediante el desarrollo de un proyecto que plantee la optimización de un determinado sistema energético.

- 5.1. Planteamiento del problema
- 5.2. Metodología de Solución
- 5.3. Implementación en Software de Optimización

#### 5.4. Resultados

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	20%
Proyectos.	20%
Asistencia.	10%
Elaboración de informes y artículos científicos.	20%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Bejan G. Tsatsaronis, M. Moran (1996) Thermal Design and Optimization. John Wiley & Sons, Inc.

- [2]. C. A. Floudas (1995). Non Linear and Mixed Integer Optimization: Fundamentals and Applications. Oxford University Press.
- [3]. C. A. Frangopoulos (2003). Methods of Energy System Optimization. Opti\_Energy. Summer School: Optimization of Energy Systems and Processes. Cracow, Poland.
- [4]. Li, K. W. (1985). Power Plant System Design. John Wiley & Sons.
- [5]. M. A. Lozano (2007). Notas del Curso Optimización Energética. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Zaragoza.
- [6]. M. J. Moran, H. N. Shapiro, B. R. Munson, D. P. DeWitt (2003). Introduction to Thermal System Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics and Heat Transfer. John Wiley & Sons, Inc.
- [7]. Pedregal, P (2004). Introduction to Optimization. Springer-Verlag, New York, Inc.
- [8]. R.F. Boehm (1987). Design Analysis of Thermal Systems. John Wiley & Sons Inc.
- [9]. R. F. Boehm (2005). Developments in the Design of Thermal Systems. Cambridge University Press.
- [10]. Rubio-Maya, C. (2011) Sistemas de Poligeneración de Agua y Energía: Aplicación al sector turístico del Mediterráneo. Ed. Académica Española.
- [11]. S. S. Rao (1996). Engineering Optimization: Theory and Practice. Wiley 3rd Edition
- [12]. T. J. Kotas (1995). The Exergy Method of Thermal Plant Analysis. Krieger Publishing Company.
- [13]. T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, L. S. Lasdon (2001). Optimization of Chemical Processes. Mc Graw-Hill, 2nd Edition.
- [14]. Y. Jaluria (2007). Design and Optimization of Thermal Systems CRC Press, 2nd Edition.
- [15]. Y.M. El-Sayed (2003). The Thermoeconomics of Energy Conversion. Elsevier Ltd.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>ENERGIA TERMOSOLAR</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
El objetivo de este curso es proporcionar las bases de la energía solar utilizada en sistemas térmicos. Se presenta el recurso solar y la estimación del potencial disponible como fundamentos para diseñar y evaluar sistemas termosolares para la calentamiento de agua, enfriamiento y generación de energía eléctrica. Adicionalmente, se presenta el método f-chart para estimar la energía solar aprovechada en calentadores solares, así como una herramienta para la simulación. Al finalizar el curso el alumno tendrá la capacidad y habilidad de resolver problemas en el área de la energía solar termosolar.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	EL RECURSO SOLAR	4	6	6
2	ESTIMACIÓN DEL RECURSO SOLAR	4	6	13
3	COLECTORES DE PLACA PLANA	12	19	31
4	COLECTORES CONCENTRADORES	8	13	44
5	APLICACIONES DE CALOR Y FRIO SOLARES	8	13	56
6	EL METODO F-CHART	8	13	69
7	PLANTAS DE POTENCIA TERMOSOLARES	12	19	88
8	SIMULACIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS SOLARES	8	13	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. EL RECURSO SOLAR

Objetivo: Proporcionar un panorama general del recurso solar y una definición de los principales términos empleados.

#### 1.1. La energía solar

##### 1.1.1. Disponibilidad Solar

##### 1.1.2. Insolación Directa, Difusa y Global

- 1.2. Definición de términos solares y cálculos de la posición del Sol
  - 1.2.1. Relación entre posición solar y el ángulo de incidencia
  - 1.2.2. Método para determinar la energía solar que recibe un dispositivo
- 1.3. Efecto de la Difusión sobre el comportamiento solar
  - 1.3.1. Efecto sobre superficies inclinadas

## **CAPÍTULO 2. ESTIMACIÓN DEL RECURSO SOLAR**

Objetivo: Describir los métodos que se emplean para determinar la disponibilidad de recursos solar, así como las principales variables que la afectan.

- 2.1. Medición de la Radiación Solar
  - 2.1.1. Pirheliómetros y escalas
  - 2.1.2. Piranómetros
- 2.2. Datos de Radiación Solar
- 2.3. Estimación de la Radiación
  - 2.3.1. Radiación Solar media
  - 2.3.2. Radiación Solar en cielo claro
  - 2.3.3. Distribución de días claros y nublados
- 2.4. Componente directa y difusa de la radiación
  - 2.4.1. Radiación Horaria
  - 2.4.2. Radiación Diaria
  - 2.4.3. Radiación Mensual
- 2.5. Estimación de la radiación horaria a partir de datos diarios
- 2.6. Radiación sobre superficies inclinadas
  - 2.6.1. Características de las superficies y orientación

## **CAPÍTULO 3. COLECTORES DE PLACA PLANA**

Objetivo: Proporcionar la teoría básica y fundamental para entender, diseñar y evaluar el comportamiento térmico de un colector de placa plana

- 3.1. Definición de colector de placa plana
- 3.2. Balance de energía
- 3.3. Distribución de temperatura
- 3.4. Coeficiente global de transferencia de calor
- 3.5. Eficiencia del colector solar
  - 3.5.1. Factor de remoción de calor y factor de flujo
  - 3.5.2. Nivel crítico de radiación
  - 3.5.3. Temperatura media del fluido y de la placa
  - 3.5.4. Efectos de ensuciamiento y sombreado
- 3.6. Capacidad térmica del colector solar
- 3.7. Colectores para líquidos y para aire
- 3.8. Medición del rendimiento
  - 3.8.1. Caracterización del colector solar

## **CAPÍTULO 4. COLECTORES CONCENTRADORES**

Objetivo: Presentar la teoría de diseño y operación de los colectores solares

- 4.1. Configuraciones
- 4.2. Relación de concentración

- 4.3. Desempeño térmico
- 4.4. Desempeño óptico
- 4.5. Arreglos con absorbedor cilíndrico
- 4.6. Colectores CPC
  - 4.6.1. Orientación y energía absorbida en colectores CPC
  - 4.6.2. Desempeño de los colectores CPC
- 4.7. Modificadores del ángulo de incidencia y balances de energía
- 4.8. Otros concentradores
- 4.9. Consideraciones prácticas

## **CAPÍTULO 5. APLICACIONES DE CALOR Y FRÍO SOLARES**

Objetivo: Mostrar la viabilidad del uso de la energía solar en aplicaciones de calentamiento de agua, calefacción y producción de frío.

- 5.1. Calentamiento Solar de Agua
  - 5.1.1. Sistemas de circulación forzada
  - 5.1.2. Sistemas de circulación natural
  - 5.1.3. Sistema colector con tanque de almacenamiento
  - 5.1.4. Estanques solares
- 5.2. Enfriamiento con energía solar
  - 5.2.1. Refrigeración por absorción LiBr-H<sub>2</sub>O
  - 5.2.2. Refrigeración por absorción NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O

## **CAPÍTULO 6. SISTEMAS DE POTENCIA TERMOSOLARES**

Objetivo: Mostrar la viabilidad del uso de la energía solar en aplicaciones de plantas de potencia de mediana escala.

- 6.1. Transferencia de Calor de Depósitos Térmicamente Aislados
- 6.2. Concentradores cilindro parabólicos
- 6.3. Sistemas de Receptor Central
- 6.4. Sistemas de disco con motor Stirling
- 6.5. Sistemas para producción de Hidrógeno
- 6.6. Análisis Económico de sistemas termosolares

## **CAPÍTULO 7. EL MÉTODO F-CHART**

Objetivo: Presentar y utilizar los fundamentos teóricos para evaluar la energía solar aprovechada en calentadores solares.

- 7.1. Métodos de Diseño
- 7.2. El Método F-Chart
  - 7.2.1. Aplicación a sistemas operando con líquidos
  - 7.2.2. Aplicación a sistemas operando con aire
- 7.3. Sistemas de agua caliente sanitaria

## **CAPÍTULO 8. SIMULACIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS SOLARES**

Objetivo: Introducir algunas herramientas computacionales utilizadas para la simulación de sistemas termosolares.

- 8.1. Software de Simulación
  - 8.1.1. Utilidad de la simulación

- 8.1.2. Información obtenida mediante simulación
- 8.1.3. Limitación de la simulación
- 8.2. Simulación y Experimentos
- 8.3. El Software TRNSYS
  - 8.3.1. Datos meteorológicos
  - 8.3.2. Equipos y modelos energéticos
  - 8.3.3. Datos de salida

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	40%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	20%
Asistencia.	0%
Elaboración de informes y artículos científicos.	20%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

**BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. Breeze, P. (2005) Power Generation Technologies. Elsevier Academic Press.
- [2]. DaRosa, A.V. (2005) Fundamentals of Renewable Energy Processes. Elsevier Academic Press.
- [3]. Duffie, J. A. (1980) Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons.
- [4]. Farret, F. A., Godoy, M.S. (2006). Integration of Alternative Sources of Energy. IEEE Press. John Wiley & Sons.
- [5]. Vanet, F. M., Albright, L. D. (2008). Energy System Engineering: Evaluation and Implementation. McGraw-Hill.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>ENERGÍA GEOTERMIA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Sentar las bases de la explotación de la energía geotérmica.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	APLICACIONES DEL CALOR DE LA TIERRA	4	6	6
2	CAMPOS GEOTÉRMICOS	6	9	15
3	EXPLORACIÓN	10	16	31
4	PERFORACIÓN	8	12	43
5	DESARROLLO (MEDICIÓN)	10	16	59
6	EQUIPO SUPERFICIAL	10	16	75
7	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	16	25	100
TOTAL		64	100	100

### CONTENIDO

#### **CAPÍTULO 1. APLICACIONES DEL CALOR DE LA TIERRA**

Objetivo: Conocer el potencial que brinda el calor de la tierra.

- 1.1. Antecedentes históricos.
- 1.2. Versatilidad del calor de la tierra.
- 1.3. Estructura de la tierra.
- 1.4. Tectónica de placas.
- 1.5. Gradientes de temperatura.

#### **CAPÍTULO 2. CAMPOS GEOTERMICOS**

Objetivo: Conocer como se configura un campo geotérmico y poder identificar los diferentes campos geotérmicos.

- 2.1. Campo geotérmico.
  - 2.1.1. Calor almacenado.
  - 2.1.2. Renovabilidad de la energía geotérmica.

- 2.2. Clasificación.
- 2.3. Modelos de campos.
- 2.4. Campos hipertérmicos reales.
- 2.5. Campos geopresurizados.
- 2.6. Campos de roca seca.

### **CAPÍTULO 3. EXPLORACION**

**Objetivo:** Conocer las diferentes etapas de la exploración geotérmica.

Objetivos de la exploración.

Localización.

- 3.1. Análisis de datos geológicos.
- 3.2. Análisis de datos geohidrológicos.
- 3.3. Análisis de datos geofísicos.
- 3.4. Análisis de datos geoquímicos.
- 3.5. Perforación exploratoria.

### **CAPÍTULO 4. PERFORACION**

**Objetivo:** Conocer el equipo de perforación y la construcción básica de un pozo geotérmico.

- 4.1. Generalidades.
- 4.2. Equipo de Perforación.
- 4.3. Características de pozos.
- 4.4. Tiempos de perforación y avance.
- 4.5. Barrenas.
- 4.6. Perforación rotatoria.
- 4.7. Perforación direccional.

### **CAPÍTULO 5. DESARROLLO**

**Objetivo:** Visualizar como se desarrolla un pozo y las mediciones básicas que se deben efectuar al mismo.

- 5.1. Generalidades.
- 5.2. Calorimetría.
- 5.3. Medición con muestreador.
- 5.4. Separación de fases y medición de cada fase.
- 5.5. Presión crítica de labio.
- 5.6. Método de los conos.
- 5.7. Rayos beta e isotopos.
- 5.8. Capacidad de un pozo.
  - 5.8.1. Presiones y velocidades optimas.

### **CAPÍTULO 6. EQUIPO SUPERFICIAL**

**Objetivo:** Conocer el equipo superficial básico necesario para transportar y separar la energía útil del fluido geotérmico.

- 6.1. Válvulas del cabezal del pozo.
- 6.2. Separadores.
- 6.3. Silenciadores.

- 6.4. Vaporductos.
- 6.5. Conducción de fluido bifásico.
- 6.6. Secadores.

## **CAPÍTULO 7. GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA**

**Objetivo:** Conocer la forma en que operan los distintos ciclos geotérmicos para la producción de la energía eléctrica.

- 7.1. Antecedentes.
- 7.2. Ciclos.
- 7.3. Potencial de energía.
- 7.4. Eficiencia.
- 7.5. Mantenimiento.
- 7.6. Generadores especiales.
- 7.7. Flujo total.

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

<b>PERFIL DEL DOCENTE</b>
---------------------------

CONOCIMIENTOS	Energía geotérmica Transferencia de calor Flujo de fluidos bifásicos Flujo de fluidos en medios porosos Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. H. Christopher H. Armstead. Energía Geotérmica.
- [2]. Ronald DiPippo Geothermal Power Plants, Second Edition: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact.
- [3]. Jay Egg Geothermal HVAC.
- [4]. Harsh K. Gupta Geothermal Energy: An Alternative Resource for the 21st Century.
- [5]. Ernst Huenges Geothermal Energy Systems.
- [6]. Malcolm Alister Grant Geothermal Reservoir Engineering, Second Edition.
- [7]. D. Chandrasekharam Low-Enthalpy Geothermal Resources for Power Generation.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>TERMoeconomía</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar los conocimientos básicos que se requieren para el análisis termoeconómico de sistemas energéticos avanzados, mediante el análisis exergético y teorías termoeconómicas existentes.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	EXERGÍA. DEFINICIÓN Y CÁLCULO	12	19	19
2	IRREVERSIBILIDAD Y EFICIENCIA	12	19	38
3	TEORÍA DEL COSTO EXERGÉTICO	12	19	57
4	COSTO EXERGÉTICO Y CASOS DE APLICACIÓN	18	28	85
5	INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS	10	15	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. EXERGÍA: DEFINICIÓN Y CÁLCULO.

**Objetivo:** Conocer, calcular y aplicar el concepto de energía en problemas relacionados.

- 1.1. Ambiente Físico
- 1.2. Ambiente de Referencia
- 1.3. Balances de energía y Entropía. Trabajo Técnico
- 1.4. Exergía de un flujo de calor
- 1.5. Exergía de flujo y exergía de no flujo
- 1.6. La exergía como función de estado
- 1.7. Metodología para el cálculo de la exergía
- 1.8. Efecto de las condiciones ambientales
- 1.9. Componentes de la exergía
- 1.10. Cálculo de la exergía para sustancias de interés industrial
  - 1.10.1. Gases ideales
  - 1.10.2. Combustibles
  - 1.10.3. Agua y fluidos térmicos
- 1.11. La exergía en procesos psicrométricos

### CAPÍTULO 2. IRREVERSIBILIDAD Y EFICIENCIA.

**Objetivo:** Realizar balances exergéticos y de optimización en procesos

- 2.1. Balances de exergía
- 2.2. Irreversibilidad interna vs. Irreversibilidad externa
- 2.3. Eficiencia termodinámica (Rendimiento exergético)
- 2.4. Mecanismos de generación de entropía
- 2.5. Rendimiento exergético de procesos y sistemas simples
- 2.6. Rendimiento de plantas y procesos complejos
- 2.7. Optimización y síntesis de procesos
- 2.8. Ahorro técnico de exergía. Nivel de decisión

### CAPÍTULO 3. TEORÍA DEL COSTO EXERGÉTICO.

**Objetivo:** Conocer y analizar la teoría de costo exergético

- 3.1. Costo exergético
- 3.2. Matriz de incidencia
- 3.3. El subsistema genérico

- 3.4. Regla de asignación de costos
- 3.5. Costo exergoeconómico
- 3.6. Metodología de aplicación
- 3.7. Valoración externa (Teorema de la sustitución)

#### **CAPÍTULO 4. COSTO EXERGÉTICO Y CASOS DE APLICACIÓN**

**Objetivo:** Aplicar la teoría de costo exergetico y análisis en casos de aplicación

- 4.1. Selección y análisis de un caso de estudio (Central termoeléctrica)
- 4.2. Prueba de rendimiento (Estado de operación actual)
- 4.3. Análisis exergético Convencional
- 4.4. Nivel de decisión (Ahorro técnico de exergía)
- 4.5. Proceso de formación del costo exergético
- 4.6. Impacto en combustible de las medidas de ahorro
- 4.7. Análisis de resultados
- 4.8. Equipos desagregados (individuales)
- 4.9. Conclusiones y perspectivas

#### **CAPÍTULO 5. INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**Objetivo:** Introducir a los métodos de diagnostico de sistemas energeticos

- 5.1. Método de la aproximación del Impacto en *Fuel*
- 5.2. Aproximación de impacto en *Fuel* con filtrado de los efectos inducidos
- 5.3. Metodología de Reconciliación Termodinámica Tradicional
- 5.4. Metodología de reconciliación con Impacto en *Fuel*

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Proyectos	X

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	40%
Solución de problemas.	5%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	40%
Asistencia.	5%

Elaboración de informes y artículos científicos.	
--	--

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA

- [1]. Antonio Valero Capilla y Miguel Ángel Lozano S. Curso de termoeconomía. Julio de 1994. Volumen I y Volumen II
- [2]. Kotas T.J. The ExergyMethod of Thermal Plant Analysis. Krieger Publishing Company, Florida 1995.
- [3]. Bejan A.Entropy Generation Trough Heat and Fluid Flow, Wiley. New York 1982.
- [4]. Michael J. Moran and Howard N. Shapiro.Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Wiley. 5<sup>th</sup> Edition

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>BIOMASA Y BIOCOMBUSTIBLES</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
-------------------------

Conocer la utilización, explotación, obtención y conversión de la energía proveniente de la Biomasa en estado sólido así como sus posibles valoraciones al convertir esta biomasa en biocombustibles líquidos y/o gaseosos.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	12	19	19
2	LA ENERGÍA DE LA BIOMASA.	12	19	38
3	BIOMASA.	12	19	57
4	BIOCOMBUSTIBLES.	18	28	85
5	NORMATIVA, LEGISLACIÓN Y REGULACIÓN	10	15	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Comprender la situación actual y las previsiones futuras de los sectores de la biomasa y/o los biocombustibles en el contexto local, estatal y nacional.

- 1.1. Energía Renovable. Definiciones y Justificación
- 1.2. Situación y Perspectiva de la biomasa y los biocombustibles

### CAPÍTULO 2. ENERGÍA DE LA BIOMASA

**Objetivo:** Dar al alumno una introducción general sobre la energía de la biomasa y su potencial como energía renovable.

- 2.1. Introducción.El Rol Histórico de las BioenergíaOpciones tecnológicas y barrerasFuturo de la bioenergía

### CAPÍTULO 3. BIOMASA

**Objetivo:** Conocer los sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa, evaluar los recursos biomásicos de los que se dispone en una zona determinada, y diferenciar los tipos de cultivos energéticos, sus ventajas e inconvenientes.

- 3.1. Fundamentos.Concepto de biomasa.Clasificaciones y características de la biomasa.Fuentes de biomasa.Biomasa AgrícolaBiomasa GanaderaBiomasa IndustrialOtros TratamientosPotencial energético y análisis térmicoAprovechamiento de la biomasaSistemas térmicos para aprovechamiento de la biomasaTipos de aprovechamientoCombustión directa.GasificaciónPirolisisDigestión anaerobia

### CAPÍTULO 4. BIOCMBUSTIBLES

**Objetivo:** Tipificar los biocombustibles que se emplean hoy en día. Comprender los procesos de obtención tanto de biodiesel como de bioetanol y biogás.

- 4.1. DefinicionesClasificaciónObtención y Caracterización de Biocombustibles.BiodieselBioetanolBiogás.Aprovechamiento de los biocombustibles.

### CAPÍTULO 5. NORMATIVA, LEGISLACIÓN Y REGULACIÓN



**Objetivo:** Que el alumno conozca y se actualizarse de la legislación y normativas relacionadas con la biomasa y los biocombustibles.

5.1. De la biomasa. De los biocombustibles.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Proyectos	X

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	5%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	40%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1]. Frank Rosillo-Calle, Peter de Groot, Sarah L. Hemstock, Jeremy Woods. The Biomass. Assessment Handbook. Bioenergy for a Sustainable Environment. Edited 2007.
- [2]. Dieter Deublein and Angelika Steinhauser. Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction. Wiley.VCH. 2008.
- [3]. David Pimentel. Biofuel, Solar and Wind as Renewable Energy Systems. Benefits and Risks. Editor, Springer. 2008.
- [4]. Aldo V. Da Rosa. Fundamentals of Renewable Energy Processes. Elsevier Academic Press. 2005.
- [5]. Emilio Mendez. Las Energias Renovables. Un enfoque Político-Ecológico. 1998.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>TRANSFERENCIA DE CALOR</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar los elementos fundamentales de la transferencia de calor.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN	6	9	9
2	CONDUCCIÓN DE CALOR	11	17	27
3	CONVECCIÓN DE CALOR FORZADA	11	17	44
4	CONVECCIÓN DE CALOR NATURAL	10	16	59
5	RADIACIÓN	13	20	80
6	MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A LA TRANSFERENCIA DE CALOR	13	20	100
TOTAL		64	99	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Conocer y analizar las formas de la transferencia de calor

- 1.1. Importancia de la transferencia de calor
- 1.2. Mecanismos de transferencia de calor
  - 1.2.1. Conducción
  - 1.2.2. Convección
  - 1.2.3. Radiación

### CAPÍTULO 2. CONDUCCIÓN DE CALOR

**Objetivo:** Conocer y analizar la transferencia de calor por conducción

- 2.1. Conducción de calor estable
  - 2.1.1. Conducción de calor unidimensional
  - 2.1.2. Conducción de calor bidimensional
  - 2.1.3. Conducción de calor tridimensional
- 2.2. Conducción de calor transitoria

### **CAPÍTULO 3. CONVECCIÓN DE CALOR FORZADA**

**Objetivo:** Conocer y analizar la transferencia de calor por convección forzada

- 3.1. Flujo externo
- 3.2. Flujo interno

### **CAPÍTULO 4. CONVECCIÓN DE CALOR NATURAL**

**Objetivo:** Conocer y analizar la transferencia de calor por convección natural

- 4.1. Convección libre
- 4.2. Condensación y ebullición

### **CAPÍTULO 5. RADIACIÓN**

**Objetivo:** Conocer y analizar la transferencia de calor por radiación

- 5.1. Procesos y propiedades
- 5.2. Intercambio de radiación entre superficies

### **CAPÍTULO 6. MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A LA TRANSFERENCIA DE CALOR**

**Objetivo:** Resolver problemas de transferencia de calor utilizando métodos numéricos.

- 6.1. Diferencias finitas
- 6.2. Volúmenes finitos
- 6.3. Elemento finito

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%

Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. M. Necati Ozisik. Heat Conduction, 2nd Edition [2].  
M. Necati Ozisik. Heat Transfer.  
[3]. Kays and Crawford. Convective Heat and Mass Transfer. McGraw- Hill  
[4]. J.P.Holman. Transferencia de Calor  
[5]. Incropera, F. Fundamentos de Transferencia de Calor.  
[6]. McKetta John, Heat Transfer Design Methods.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>COMBUSTIÓN Y EMISIÓN DE CONTAMINANTES</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
-------------------------

Proporcionar un panorama general del proceso de combustión y sus emisiones productos de la combustión.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	COMBUSTIÓN Y TERMOQUÍMICA	16	25	25
2	INTRODUCCIÓN A LA TRANSFERENCIA DE MASA	8	13	38
3	CINÉTICA QUÍMICA	10	16	53
4	ALGUNOS MECANISMOS IMPORTANTES	10	16	69
5	ANÁLISIS DEL ACOPLAMIENTO QUÍMICO Y TÉRMICO EN SISTEMAS REACTANTES	10	16	84
6	EMISIÓN DE CONTAMINANTES	10	16	100
TOTAL		64	102	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. COMBUSTIÓN Y TERMOQUÍMICA

**Objetivo:** Conocer, comprender y aplicar los fundamentos de la combustión.

- 1.1. Motivación del estudio de la combustión.
  - 1.1.1. Definición de combustión.
  - 1.1.2. Modos de combustión y tipos de flamas.
- 1.2. Repaso de las relaciones de las propiedades.
  - 1.2.1. Propiedades extensivas e intensivas.
  - 1.2.2. Ecuación de estado.
  - 1.2.3. Ecuaciones caloríficas de Estado.
  - 1.2.4. Mezclas Gases ideales.
  - 1.2.5. Calor latente de vaporización.
- 1.3. Primera ley de la termodinámica.
  - 1.3.1. Primera ley—Masa fija.
  - 1.3.2. Primera ley —Volumen de control
- 1.4. Reactantes y productos de mezclas.
  - 1.4.1. Estequiometria.
  - 1.4.2. Entalpia y entalpia de formación.
  - 1.4.3. Entalpia de combustión y valores caloríficos. .
- 1.5. Temperatura de flama adiabática.
- 1.6. Equilibrio químico.
  - 1.6.1. Consideraciones de la segunda ley.
  - 1.6.2. Función de Gibbs.
  - 1.6.3. Sistemas complejos.
  - 1.6.4. Equilibrio de los productos de combustión.
  - 1.6.5. Equilibrio total.
  - 1.6.6. Equilibrio agua-gas.
  - 1.6.7. Efectos de la presión.
- 1.7. Algunas aplicaciones.

- 1.7.1. Recuperación y regeneración. .
- 1.7.2. Recirculación de los gases de escape de la combustión.

## **CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A LA TRANSFERENCIA DE MASA**

**Objetivo:** Conocer, comprender y aplicar los fundamentos de la transferencia de masa.

- 2.1. Nociones de transferencia de masa.
- 2.2. Leyes de la transferencia de masa.
  - 2.2.1. Conservación de las especies.
- 2.3. Algunas aplicaciones de la transferencia de masa.
  - 2.3.1. El problema de Stefan.
  - 2.3.2. Condiciones de frontera en la interface líquido vapor.
  - 2.3.3. Evaporación de gotas.

## **CAPÍTULO 3. CINÉTICA QUÍMICA**

**Objetivo:** Conocer, comprender y aplicar los mecanismos de las reacciones.

- 3.1. Reacciones globales contra reacciones elementales.
- 3.2. Reacciones elementales.
  - 3.2.1. Reacciones bimoleculares y teoría de las colisiones.
  - 3.2.2. Otras reacciones elementales.
- 3.3. Mecanismos de para etapas múltiples.
  - 3.3.1. Producción neta.
  - 3.3.2. Notación compacta.
  - 3.3.3. Relación entre Coeficientes y constantes de equilibrio.
- 3.4. Aproximación de estado estable.
- 3.5. El mecanismo para reacciones unimoleculares.
- 3.6. Cadena de reacciones de ramificación y de la cadena de reacciones.

## **CAPÍTULO 4. ALGUNOS MECANISMOS IMPORTANTES**

**Objetivo:** Conocer, comprender y aplicar los algunos mecanismos químicos importantes.

- 4.1. El sistema  $H_2-O_2$
- 4.2. Oxidación del monóxido de carbono.
- 4.3. Oxidación de la parafina.
  - 4.3.1. Forma general.
  - 4.3.2. Mecanismos globales y casi globales.
- 4.4. Combustión del metano.
  - 4.4.1. Combustión compleja.
  - 4.4.2. Mecanismos simplificados a baja temperatura.
  - 4.4.3. Mecanismos simplificados a alta temperatura.
- 4.5. Formación de óxidos de nitrógeno.

## **CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE ACOPLAMIENTO QUÍMICO Y TÉRMICO DE SISTEMAS REACTANTES**

**Objetivo:** Analizar el acoplamiento químico y térmico de sistemas reactantes.

- 5.1. Reactor de masa fija a presión constante.
  - 5.1.1. Aplicación de las leyes de conservación.

- 5.1.2. Resumen de modelos de reactores. 5.2. Reactor de masa fija a volumen constante.
  - 5.2.1. Aplicaciones de las leyes de conservación.
  - 5.2.2. Modelo del Reactor.
- 5.3. Well-Stirred Reactor.
  - 5.3.1. Aplicación de las leyes de conservación.
  - 5.3.2. Modelo del Reactor.
- 5.4. Plug-Flow Reactor.
  - 5.4.1. Suposiciones.
  - 5.4.2. Aplicación de las leyes de conservación.
- 5.5. Aplicaciones al modelado de sistemas de combustión.

## CAPÍTULO 6. EMISIÓN DE CONTAMINANTES

**Objetivo:** Analizar los procesos de emisión de contaminantes.

- 6.1. Efecto de los contaminantes.
- 6.2. Cuantificación de las emisiones.
  - 6.2.1. Índices de emisión.
  - 6.2.2. Concentración de las correcciones.
  - 6.2.3. Mediciones de varias emisiones específicas.
- 6.3. Emisiones a partir de combustión de mezclas premezcladas.
  - 6.3.1. Óxidos de nitrógeno.
  - 6.3.2. Monóxido de carbón.
  - 6.3.3. Hidrocarburos no quemados catalíticos.
  - 6.3.4. Tratamiento posterior de partículas.
- 6.4. Emisiones a partir de la combustión no premezclada.
  - 6.4.1. Óxidos de nitrógeno.
  - 6.4.2. Hidrocarburos no quemados y monóxidos de carbono.
  - 6.4.3. Partículas en suspensión.
  - 6.4.4. Óxidos de azufre

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	



ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Sthephen R. Turns., An introduction to combustion, concepts and applications, MacGarw-Hill.
- [2]. J. Warnatz, U. Maas, R. W. Dibble, Combustion. Phisycal and Chemical Fundamentals, modeling and simulation, Experiements, Pollutant Formation, Springer.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DINAMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

**OBJETIVO GENERAL**

Entregar los elementos que permitan plantear y modelar computacionalmente problemas de mecánica de fluidos que involucren a fluidos viscosos, inestables y turbulentos, así como el análisis de los resultados numéricos a través del postprocesamiento.

**CONTENIDO SINTÉTICO**

CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	MODELACION DE LA TURBULENCIA	12	18	18
2	TECNICA BASICA DE CFD	8	12	30
3	PROCEDIMIENTO DE SOLUCION EN CFD	10	16	46
4	METODOS DE VOLUMEN FINITO	8	12	58
5	ALGORITMOS DE SOLUCIÓN PARA UN ACOPLAMIENTO PRESIÓN-VELOCIDAD EN FLUJOS EN ESTADO ESTACIONARIO	12	18	76
6	IMPLEMENTACION DE CONDCIONES FRONTERA	8	12	88
7	ANALISIS DE LA SOLUCION EN CFD	8	12	100
TOTAL		154	182	100

**CONTENIDO**
**CAPÍTULO 1. MODELACIÓN DE LA TURBULENCIA**

**Objetivo:** Comprender los mecanismos de la generación de la turbulencia, así como la teoría de la modelación de la misma.

## 1.1. La Turbulencia

1.1.1. Transición de flujo laminar a flujo turbulento

1.1.2. Descripción de flujo turbulento.

1.1.3. Características de Flujos Turbulentos Simples 1.1.3.1.

Flujos Turbulentos libres.

1.1.3.2. Capa Limite en una Placa Plana y flujo en una tubería

## 1.2. Modelos Algebraicos

1.2.1. Transporte Molecular de la Cantidad de Movimiento

1.2.2. La Hipótesis de Longitud de Mezclado

1.2.3. Aplicación a Flujo Libres de Esfuerzos Cortante

## 1.3. Modelos de Una y Dos Ecuaciones

1.3.1. Hipótesis de Boussinesq

1.3.2. Modelos de una Ecuación

1.3.3. Modelo  $k-\epsilon$ 

1.3.4. Modelo  $k-\omega$ 

## 1.4. Otros Modelos

1.4.1. Modelo de Esfuerzos de Reynolds

1.4.2. Modelo LES

## 1.5. Ejemplos de comparación de los diferentes modelos.

## **CAPÍTULO 2. TÉCNICAS BÁSICAS DE CFD**

**Objetivo:** Conocer y entender las principales técnicas de solución para las ecuaciones gobernantes de las turbulencias, utilizadas en CFD.

- 2.1. Introducción
- 2.2. Discretización de las ecuaciones gobernantes
  - 2.2.1. Método de diferencias finitas
  - 2.2.2. Método de volumen finito
  - 2.2.3. Convirtiendo las ecuaciones gobernantes a un sistema de ecuaciones algebraicas
- 2.3. Solución numérica de las ecuaciones algebraicas
  - 2.3.1. Métodos directos
  - 2.3.2. Métodos iterativos
  - 2.3.3. Acoplamiento Presión-velocidad (algoritmo simple)

## **CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO DE SOLUCIÓN EN CFD**

**Objetivo:** Mostrar al alumno el procedimiento seguido en Fluent para la simulación numérica y pos-procesamiento de los problemas de flujo de fluidos.

- 3.1. Introducción
- 3.2. Configuración del Problema y post-procesamiento
  - 3.2.1. Creación de Geometría
  - 3.2.2. Generación de malla
  - 3.2.3. Selección de propiedades físicas de los fluidos
  - 3.2.4. Especificación de las condiciones frontera
- 3.3. Solución numérica- El solver de CFD
  - 3.3.1. Inicialización y control de la solución
  - 3.3.2. Monitoreo de la convergencia
- 3.4. Resultados y Visualización
  - 3.4.1. Gráficas X-Y
  - 3.4.2. Campos de vectores
  - 3.4.3. Campos de contornos
  - 3.4.4. Otros campos
  - 3.4.5. Reporte de datos y salidas
  - 3.4.6. Animación.

## **CAPÍTULO 4. MÉTODOS DE VOLUMEN FINITO**

**Objetivo:** Conocer el método de volumen finito utilizado en los programas de CFD.

- 4.1. Aproximación de Integrales de Superficie
- 4.2. Aproximación de Integrales de Volumen
- 4.3. Prácticas de Interpolación
  - 4.3.1. Interpolación UpWind (UDS)
  - 4.3.2. Interpolación Lineal (CDS)
  - 4.3.3. Interpolación Cuadrática Upwind (QUICK)
  - 4.3.4. Otras Interpolaciones de órdenes mayores

## **CAPÍTULO 5. ALGORITMOS DE SOLUCIÓN PARA UN ACOPLAMIENTO PRESIÓN-VELOCIDAD EN FLUJOS EN ESTADO ESTACIONARIO**

**Objetivo:** Conocer ventajas y desventajas de los algoritmos de utilizados en Fluent.

- 5.1. Introducción
- 5.2. The staggered grid
- 5.3. Ecuaciones de Cantidad de Movimiento
- 5.4. El Algoritmo SIMPLE
- 5.5. Ensamblado de un Método Completo
- 5.6. El Algoritmo SIMPLER
- 5.7. El Algoritmo SIMPLEC
- 5.8. El Algoritmo PISO
- 5.9. Trabajos de ejemplo para los principales algoritmos.

## **CAPÍTULO 6. IMPLEMENTACIÓN DE CONDICIONES FRONTERA**

**Objetivo:** Identificar las condiciones frontera más adecuadas para diferentes simulaciones numericas de flujo de fluidos.

- 6.1. Introducción
- 6.2. Condiciones Frontera de Entrada
- 6.3. Condiciones Frontera de Salida
- 6.4. Condiciones Frontera de Pared
- 6.5. Condición Frontera de Presión Constante
- 6.6. Condición Frontera de Simetría
- 6.7. Condición Frontera Periódica o Cíclica
- 6.8. Errores Potenciales en el establecimiento de fronteras (ejemplos ilustrativos).

## **CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN EN CFD**

**Objetivo:** Conocer los técnicas para lograr una convergencia más rapida, asi como para identificar errores en la solucion.

- 7.1. Consistencia
- 7.2. Estabilidad
- 7.3. Convergencia
  - 7.3.1. Que es la convergencia
  - 7.3.2. Residuales y criterio de convergencia
  - 7.3.3. Dificultad en la convergencia y el uso de los factores de relajación
  - 7.3.4. Acelerando la convergencia
- 7.4. Precisión
  - 7.4.1. Origen de los errores en la solución
  - 7.4.2. Controlando los errores en la solución
  - 7.4.3. Verificación y validación.
- 7.5. Eficiencia
- 7.6. Casos de Estudio.

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X

Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	30%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	
Proyectos.	50%
Asistencia.	
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Dale A. Anderson, John C. Tannehill y Richard H. Pletcher., Computational fluid mechanics and heat transfer, Editorial McGraw Hill. 1996.
- [2]. H.K. Versteeg and W. Malalasekera., An Introduction to Computational Fluid Dynamics (The Finite volume Method), Pearson Prentice hall, England 1995.
- [3]. Joel H. Ferziger and Milovan Peric., Computational Methods for fluid Dynamics, Springer Berlin 1999.
- [4]. David C. Wilcox. Turbulence Modeling for CFD, DCW Industries, Inc. California, 2000.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MICROFLUIDICA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Familiarizar al alumno con los principios fundamentales en los que se basa la tecnología tanto de diseño como de fabricación de pequeños volúmenes (líquidos o gaseosos) aplicados a bioingeniería.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	8	13%	13%
2	TEORÍA DE MECÁNICA DE FLUIDOS	14	22%	34%
3	TÉCNICAS DE FABRICACIÓN PARA MICROFLUÍDICA	12	19%	53%
4	CARACTERIZACIÓN DE FLUJO EXPERIMENTAL	10	16%	69%
5	MICROFLUÍDICA PARA CONTROL DE FLUJO INTERNO Y EX	10	16%	84%
6	MICROFLUÍDICA PARA CIENCIAS DE LA VIDA Y QUÍMICA	10	16%	100%
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Proporcionar un panorama general de las bases de la microfluidica

- 1.1. Definición de Microfluidica
- 1.2. Mesoescala
- 1.3. Materia suave condensada
- 1.4. Fluidos de surfactantes
- 1.5. Coloides
- 1.6. Polímeros
- 1.7. Sistemas biológicos

### CAPÍTULO 2. TEORÍA DE MECÁNICA DE FLUIDOS

**Objetivo:** Proporcionar las bases de la teoría de la mecánica de fluidos

- 2.1. Fuerzas Intermoleculares
- 2.2. Mecánica de fluidos a escalas pequeñas
- 2.3. Números adimensionales
- 2.4. Aproximaciones Moleculares
- 2.5. Electrocínética

### **CAPÍTULO 3. TÉCNICAS DE FABRICACIÓN PARA MICROFLUÍDICA**

**Objetivo:** Conocer y analizar las técnicas de fabricación para la microfluidica

- 3.1. Lab-on-a-chip
- 3.2. Microtécnicas básicas
- 3.3. Materiales funcionales
- 3.4. Técnicas de micromaquinado sobre silicón (NEMS Y MEMS)
- 3.5. Técnicas de micromaquinado sobre polímeros
- 3.6. Dispositivos microfluídicos
- 3.7. Biocompatibilidad

### **CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE FLUJO EXPERIMENTAL**

**Objetivo:** Conocer y aplicar las técnicas de caracterización de flujo experimental

- 4.1. Métodos de puntos cuánticos
- 4.2. Generalidades de micro-PIV
- 4.3. Ejemplos de micro-PIV
- 4.4. Microfluídica Nanoscópica
- 4.5. Resistencia fluídica

### **CAPÍTULO 5. MICROFLUÍDICA PARA CONTROL DE FLUJO INTERNO Y EXTERNO**

**Objetivo:** Analizar la microfluidica para control de flujo interno y externo

- 5.1. Medidas de turbulencia y velocidad
- 5.2. Control de turbulência
- 5.3. Microválvulas
- 5.4. Microbombas
- 5.5. Microsensores

### **CAPÍTULO 6. MICROFLUÍDICA PARA CIENCIAS DE LA VIDA**

**Objetivo:** Analizar y conocer la microfluidica para las ciencias de la vida

- 6.1. Microagujas
- 6.2. Micromezcladores
- 6.3. Microdispensadores
- 6.4. Microfiltros y microseparadores
- 6.5. Microreactores

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases Ciencia de los Materiales. Mecánica de fluidos Electrostática Nanotecnología Mesoescala
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

---



- [1]. Escarpa Miguel, A., Miniaturization of analytical systems: principles, designs and applications, Wiley 2008.
- [2]. Hardt, Steffen, Microfluidic Technologies for miniaturized analysis systems. Springer.
- [3]. Nguyen, Nam-Trung., Fundamentals and applications of microfluidics., 2001.
- [4]. Gomez, Frank A. Biological applications of microfluidics, Wiley.
- [5]. Encyclopedia of microfluidics and nanofluidics, Dongqing Li, Editor in Chief, Springer
- [6]. Design Automation methods and tools for microfluidics-based biochips, Krishnendu Chakrabarty, Jun Zeng Editors, Springer

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>TURBULENCIA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionarle al estudiante las bases para comprender los fenómenos que se presentan en la turbulencia, así como las posibles soluciones de las ecuaciones de dinámica de fluidos para flujo.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	8	13	13
2	TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO Y CALOR EN FLUJO TURBULENTO	12	19	31
3	LA DINÁMICA DE LA TURBULENCIA	10	16	47
4	DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LA TURBULENCIA	12	19	66
5	TRANSPORTE TURBULENTO	12	19	84
6	DINÁMICA ESPECTRAL	10	16	100
TOTAL		64	102	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Conocer los fundamentos de la turbulencia

- 1.1. Naturaleza de la turbulencia.
- 1.2. Métodos de Análisis.
- 1.3. El Origen de la Naturaleza.
- 1.4. Difusividad de la Turbulencia.
- 1.5. Escalas de Longitud en Flujos Turbulentos.
- 1.6. Teorías de la turbulencia (Prandtl, Estadística, Isotropía local)

### CAPÍTULO 2. TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO Y CALOR EN FLUJO TURBULENTO

**Objetivo:** Conocer y analizar los fundamentos del transporte de cantidad de movimiento y el calor en el flujo turbulento

- 2.1. Las ecuaciones de Reynolds.
- 2.2. Analogía con la Teoría Cinética de los Gases.
- 2.3. Esfuerzos de Reynolds Estimados.
- 2.4. Ecuaciones para flujo promedio
- 2.5. Esfuerzos de Reynolds.
- 2.6. Transporte de Calor en Flujo Turbulento.
- 2.7. Esfuerzo Cortante Turbulento en una Pared.

### **CAPÍTULO 3. LA DINÁMICA DE LA TURBULENCIA**

**Objetivo:** Conocer y analizar los fundamentos de la dinámica de la turbulencia

- 3.1. Energía Cinética del flujo Promediado
- 3.2. Energía Cinética de la Turbulencia.
- 3.3. La Dinámica de la Vorticidad.
- 3.4. La Dinámica de las Fluctuaciones de Temperatura.

### **CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LA TURBULENCIA**

**Objetivo:** Conocer y analizar los fundamentos de la estadística de la turbulencia

- 4.1. La densidad de la Probabilidad.
- 4.2. Transformadas de Fourier y Funciones Características.
- 4.3. La unión Estadística y la Independencia Estadística.
- 4.4. Funciones de Correlación y Espectro.
- 4.5. El Teorema del Límite Central.

### **CAPÍTULO 5. TRANSPORTE TURBULENTO**

**Objetivo:** Conocer y analizar los fundamentos del transporte turbulento

- 5.1. Transporte estacionario en Turbulencia Homogénea.
- 5.2. Transporte en Flujos Cortantes.
- 5.3. Analogía con la dispersión de contaminantes.
- 5.4. Transporte Turbulento en Flujos Turbulentos.

### **CAPÍTULO 6. DINÁMICA ESPECTRAL**

**Objetivo:** Conocer y analizar los fundamentos de la dinámica espectral

- 6.1. Espectro Uni-Dimensional y Tri-dimensional
- 6.2. La Energía en Cascada.
- 6.3. El Espectro de la Turbulencia.
- 6.4. Los Efectos de la Producción y la Disipación.
- 6.5. Tiempo Espectral.
- 6.6. Espectros de Contaminantes Escalares Pasivos.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno	X
Técnicas para la resolución de problemas	
Tareas y trabajos extra-clase	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías	X

Seminarios	
Uso de software especializado	X
Simulación	
Reportes escritos	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales	50%
Ejercicios y trabajos realizados extra clase	20%
Proyecto	30%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de material didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. H. Tennekes and J. L. Lumley. A First Course in Turbulence. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England. 1972.
- [2]. G. Currie. Fundamental Mechanical of Fluid. McGraw-Hill, Inc., New York. 1999.
- [3]. Frank M. White. Viscous Flow. McGraw-Hill, Inc., New York. 1998.
- [4]. Z. U. A. Warsi. Fluid Dynamics, Theoretical and Computational Approaches, Taylor & Francis Group, Boca Raton Florida, 2006.
- [5]. Jean Mathieu and Julian Scott, An Introduction to Turbulent Flow, Cambridge University Press, United Kingdom. 2000.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DISEÑO DE EQUIPO TÉRMICO</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
El alumno adquirirá las habilidades para el diseño de equipo térmico.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	CLASIFICACIÓN	3	5	5
2	ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y CAÍDA DE PRESIÓN	15	23	28
3	CRITERIOS MECÁNICOS DE SELECCIÓN	4	6	34
4	INTERCAMBIADORES DE CORAZA Y TUBOS	12	19	53
5	OTROS TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR	10	16	69
6	INTERCAMBIADORES DE CALOR CON CAMBIO DE FASE	20	31	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS TÉRMICOS

**Objetivo:** Que el alumno tenga un panorama de los diferentes tipos de intercambiadores de calor y su clasificación.

1.1. Introducción.

1.2. Clasificación

1.2.1. Acorde al proceso de transferencia.

1.2.2. Acorde al número de fluidos.

1.2.3. Acorde a su compactación

1.2.4. Acorde a su construcción

1.2.5. Acorde a los arreglos de flujo

1.2.6. Acorde a los mecanismos de transferencia de calor

- 1.2.7. Acorde a la función
- 1.3. Tipos.

## **CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y CAÍDA DE PRESIÓN**

**Objetivo:** Que el alumno adquiera las teorías de la transferencia de calor.

- 2.1. Idealizaciones.
- 2.2. Resistencias térmicas.
- 2.3. Correlaciones.
- 2.4. Método e-NUT.
- 2.5. Método P-NUT.
- 2.6. Método DMLT.
- 2.7. Caída de presión.

## **CAPÍTULO 3. CRITERIOS MECÁNICOS DE SELECCIÓN**

**Objetivo:** Que el alumno adquiera los criterios mecánicos básicos de selección.

- 3.1. Coraza.
- 3.2. Cabezales.
- 3.3. Baffles.
- 3.4. Paso y arreglo.
- 3.5. Tubos.
- 3.6. Número de Pasos.
- 3.7. Boquillas.
- 3.8. Drenes y venteo.

## **CAPÍTULO 4. INTERCAMBIADORES DE CORAZA Y TUBOS**

**Objetivo:** Conocer el diseño térmico de intercambiadores de coraza y tubos.

- 4.1. Metodología general del diseño térmico.
- 4.2. Procedimiento para el diseño térmico de Intercambiadores de coraza y tubos.
- 4.3. Método Bell-Delaware.

## **CAPÍTULO 5. OTROS TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR**

**Objetivo:** conocer el diseño térmico de otros tipos de intercambiadores.

- 5.1. Intercambiadores de calor de placas.
- 5.2. Intercambiadores de calor de Superficies extendidas.
- 5.3. Intercambiadores de calor regenerativos.

## **CAPÍTULO 6. INTERCAMBIADORES DE CALOR CON CAMBIO DE FASE**

**Objetivo:** Conocer la teoría del intercambio de calor con cambio de fase.

- 6.1. Patrones de flujo.
  - 6.1.1. Flujo Interno.
  - 6.1.2. Flujo Externo.
- 6.2. Caídas de presión.
- 6.3. Correlaciones para condensación.
- 6.4. Correlaciones para evaporación.
- 6.5. Condensadores.

## 6.6. Evaporadores.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Transferencia de Calor. Diseño de Equipo térmico. Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

[1]. Warren M. Rohsenow. Handbook of Heat Transfer. MacGrawHill, 1998.

- [2]. John J. Mcketta. Heat Transfer Design Methods. Marcel dekker Inc. 1992.  
 [3]. Richard E. Putman. Steam Surface Condensers. ASME Press, 2001.  
 [4]. Michael J. Nee. Heat Exchanger Engineering Techniques. ASME Press, 2003. [5].  
 Heat Exchanger Design Handbook. Hemisphere Publishing Corporation, 1983

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
 MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>PROPIEDADES SUPERFICIALES E INTERFACIALES EN FASES FLUIDAS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proveer al estudiante con el conocimiento fundamental requerido para comprender el comportamiento de superficies e interfases fluidas a nivel fisicoquímico. Hacer de su conocimiento las técnicas experimentales y teóricas modernas utilizadas para caracterizar y estudiar superficies e interfases fluidas.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>					
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>	
1	INTRODUCCIÓN A LAS SUPERFICIES E INTERFASES	4	6	6	
2	INTERACCIONES MOLECULARES	8	13	19	
3	TERMODINÁMICA DE INTERFASES	6	9	28	
4	SUPERFICIES LÍQUIDAS PURAS	8	13	41	
5	SUPERFICIES DE SOLUCIONES LÍQUIDAS	6	9	50	
6	DETERMINACIÓN EXP DE TENSIÓN SUPERFICIAL E INTERFACIAL	8	13	63	
7	ENERGÍA POT INTERACCIÓN ENTRE PARTÍCULAS Y SUPERFICIES	6	9	72	
8	SUPERFICIES SÓLIDAS	8	13	84	
9	ÁNGULO DE CONTACTO	6	9	94	
10	APLICACIONES	4	6	100	
TOTAL		64	100	100	

**CONTENIDO**



## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LAS SUPERFICIES E INTERFASES FLUIDAS.**

**Objetivo:** El alumno conocerá los diferentes tipos de superficies e interfases y conceptos básicos relacionados con superficies.

- 1.1. Superficies líquidas.
- 1.2. Interfases fluidas.
- 1.3. Interfases sólido-líquido.
- 1.4. Relación de área a volumen.
- 1.5. Aplicaciones

## **CAPÍTULO 2. FUERZAS INTERMOLECULARES.**

**Objetivo:** El alumno distinguirá los diferentes tipos de interacciones moleculares en la materia.

- 2.1. Fuerzas intramoleculares.
- 2.2. Fuerzas y potenciales intermoleculares.
- 2.3. Interacciones Coulombicas.
- 2.4. Interacciones ion-dipolo y dipolo-dipolo.
- 2.5. Interacciones entre dipolos inducidos y permanentes.
- 2.6. Interacciones de van der Waals.
- 2.7. Potenciales de Lennard-Jones.
- 2.8. Enlace de Hidrógeno.
- 2.9. Interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas.

## **CAPÍTULO 3. DISPERSIÓN EN SISTEMAS FLUIDOS.**

**Objetivo:** El alumno conocerá los sistemas fluidos básicos de fase dispersa.

- 3.1. Burbujas.
- 3.2. Espumas.
- 3.3. Emulsiones.
- 3.4. Geles.
- 3.5. Sistemas coloidales.

## **CAPÍTULO 4. PROPIEDADES DE SUPERFICIES E INTERFASES FLUIDAS.**

**Objetivo:** El alumno conocerá las principales propiedades presentes en superficies e interfases de sistemas fluidos puros.

- 4.1. Equilibrio entre fases.
- 4.2. Adhesión y Cohesión.
- 4.3. Energía libre superficial.
- 4.4. Tensión superficial.
- 4.5. Tensión interfacial.
- 4.6. Ecuación de Young-Laplace.
- 4.7. Capilaridad
- 4.8. Métodos experimentales para la determinación de propiedades superficiales en sistemas fluidos.

## **CAPÍTULO 5. PROPIEDADES DE TRANSPORTE EN SISTEMAS FLUIDOS.**

**Objetivo:** El alumno conocerá las principales propiedades de transporte en sistemas fluidos.

- 2.1. Viscosidad.
  - 2.1.1. Medición de la viscosidad.
  - 2.1.2. Viscosidad superficial.
  - 2.1.3. Viscosidades en soluciones.
- 2.2. Difusión.
  - 2.2.1. Ley de Fick.
  - 2.2.2. Movimiento Browniano.
  - 2.2.3. Ley de Stokes.
- 2.3. Sedimentación.
  - 2.3.1. Velocidad de sedimentación.
  - 2.3.2. Equilibrio de sedimentación.

## **CAPÍTULO 6. ASPECTOS ELÉCTRICOS DE LAS INTERACCIONES ENTRE SUPERFICIES.**

**Objetivo:** El alumno conocerá las propiedades generales de superficies sólidas y los métodos de medición experimental de adsorción en la interfase.

- 6.1. Doble capa eléctrica.
- 6.2. Doble capa difusa.
- 6.3. Efectos electrocinéticos. Potencial Z.
- 6.4. Electroósmosis.
- 6.5. Electroforesis.
- 6.6. Electromojado.

## **CAPÍTULO 7. MODIFICACIÓN DE PROPIEDADES INTERFACIALES.**

**Objetivo:** El alumno conocerá algunas aplicaciones de sistemas fluidos en base a la modificación de sus propiedades interfaciales.

- 7.1. Adsorción de partículas.
- 7.2. Adsorción de surfactantes.
- 7.3. Isotermas de adsorción.
- 7.4. Detergencia.
- 7.5. Flotación.
- 7.6. Coagulación.
- 7.7. Sistemas autoensamblantes.
- 7.8. Microemulsificación.
- 7.9. Variaciones por temperatura y presión.

## **CAPÍTULO 8. ÁNGULO DE CONTACTO Y MOJABILIDAD.**

**Objetivo:** El alumno conocerá los principios básicos que determinan el ángulo de contacto entre superficies fluidas y sólidas.

- 8.1. Mojabilidad. Películas líquidas sobre superficies.
- 8.2. Ecuación de Young.
- 8.3. Mediciones de ángulo de contacto.
- 8.4. Histéresis en medidas de ángulo de contacto.
- 8.5. Tensión superficial de sólidos a partir de mediciones de ángulo de contacto.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Física de fluidos Físicoquímica
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases Formación pedagógica
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. ADAMSON, ARTHUR W. – GAST, ALICE P. Physical Chemistry of Surfaces. John Wiley & Sons, 1997.
- [2]. CASTELLAN, GILBERT W. Físicoquímica. Pearson Educación.
- [3]. LAIDLER, KEITH J. – MEISER, JOHN H. Físicoquímica. Grupo Editorial PATRIA. 2011.

- [4]. ROSEN, MILTON J. Surfactants and Interfacial Phenomena. John Wiley & Sons Inc. 2nd. Edition. 1989.
- [5]. HUSNU YILDIRIM ERBIL. Surface Chemistry of Solid and Liquid Interfaces. Blackwell Publishing Ltd. 2006.
- [6]. HIEMENZ, PAUL C. – RAJAGOPALAN, RAJ. Principles of Colloid and Surface Chemistry. Marcel Dekker, 1997.
- [7]. HUNTER, ROBERT J. Foundations of Colloid Science. Oxford Science Publications. Vol. II. 1995.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>TÉCNICAS AVANZADAS DE MEDICIÓN EN FLUIDOS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proveer al estudiante con el conocimiento fundamental requerido de las técnicas experimentales modernas utilizadas para medir las velocidades tanto de fases dispersas como continuas en el estudio del comportamiento de un sistema fluido.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	SISTEMA DE CAPTURA DE IMÁGENES Y ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS	8	13	13
2	PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES	16	25	38
3	VELOCIMETRÍA POR IMÁGENES DE PARTÍCULAS	16	25	63
4	ANEMOMETRÍA TÉRMICA	6	9	72
5	VELOCIMETRÍA LASER DOPPLER	6	9	81
6	PROYECTO	12	19	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### **CAPÍTULO 1. SISTEMA DE CAPTURA DE IMÁGENES Y ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS**

**Objetivo:** Conocer, comprender y aprender a utilizar el sistema básico de cámara y análisis de movimiento de alta velocidad.

- 1.1. Conceptos de análisis de imagen
  - 1.1.1. Definición de imagen
  - 1.1.2. Definición de Resolución
  - 1.1.3. Definición de Profundidad de bits
- 1.2. Cámara video de alta velocidad
  - 1.2.1. Componentes de la cámara video
  - 1.2.2. Funcionamiento de la cámara video
  - 1.2.3. Características de la cámara video
- 1.3. Lentes

- 1.4. Iluminación
- 1.5. Aplicaciones

## **CAPÍTULO 2. PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES**

**Objetivo:** Dar las herramientas necesarias para realizar el tratamiento de imágenes para el estudio y entendimiento especialmente en sistemas fluidos. 2.1. Sistema de visión y procesamiento de imágenes

- 2.2. Procesamiento digital de imágenes.
- 2.3. Lectura, despliegue y escritura de imágenes
- 2.4. Tipos de datos
- 2.5. Tipos de imágenes
  - 2.5.1. Imágenes a escala de grises
  - 2.5.2. Imágenes binarias
- 2.6. Conversión entre tipos de datos
- 2.7. Conversión entre diferentes tipos de imágenes
- 2.8. Operaciones de píxel
  - 2.8.1. Cambio del valor de la intensidad del píxel
  - 2.8.2. Múltiples fuentes
- 2.9. Procesamiento de imágenes binarias
  - 2.9.1. Etiquetado de objetos
  - 2.9.2. Contornos de objetos
  - 2.9.3. Características de objetos binarios
- 2.10. Aplicaciones

## **CAPÍTULO 3. VELOCIMETRÍA POR IMÁGENES DE PARTÍCULAS**

**Objetivo:** Plantear las bases para la medición de la velocidad de los fluidos mediante la técnica velocimetría por imágenes de partículas.

- 3.1. Historia
- 3.2. Principio básico de funcionamiento
- 3.3. Componentes del velocímetro por imágenes de partículas
- 3.4. Análisis
- 3.5. Aplicaciones del velocímetro por imágenes de partículas

## **CAPÍTULO 4. ANEMOMETRÍA TÉRMICA**

**Objetivo:** Plantear las bases para la medición de la velocidad de los fluidos mediante la detección de los cambios en la transferencia de calor de un pequeño sensor calentado eléctricamente.

- 4.1. Hilo caliente
  - 4.1.1. Antecedentes
  - 4.1.2. Principio básico de funcionamiento
  - 4.1.3. Componentes del hilo caliente
  - 4.1.4. Análisis
  - 4.1.5. Aplicaciones
- 4.2. Película caliente
  - 4.2.1. Historia
  - 4.2.2. Principio básico de funcionamiento

- 4.2.3. Componentes
- 4.2.4. Análisis
- 4.2.5. Aplicaciones

## **CAPÍTULO 5. VELOCIMETRÍA LASER DOPPLER**

**Objetivo:** Plantear las bases para la medición de la velocidad de los fluidos mediante la técnica de velocimetría de laser doppler.

- 5.1. Antecedentes
- 5.2. Principio básico de funcionamiento
- 5.3. Componentes
- 5.4. Análisis
- 5.5. Aplicaciones

## **CAPÍTULO 6. PROYECTO**

**Objetivo:** Aplicar los conocimientos adquiridos en el curso en un sistema fluido, el cual será seleccionado por el alumno.

- 6.1. Elección del fenómeno a estudiar
- 6.2. Selección de la técnica a utilizar
- 6.3. Instalación del dispositivo experimental
- 6.4. Captura de información utilizando la técnica seleccionada
- 6.5. Tratamiento de imágenes
- 6.6. Elaboración del reporte del proyecto

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno	X
Técnicas para la resolución de problemas	
Tareas y trabajos extra-clase	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías	X
Seminarios	
Uso de software especializado	X
Simulación	
Reportes escritos	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales	50%
Ejercicios y trabajos realizados extra clase	20%
Proyecto	30%

PERFIL DEL DOCENTE
--------------------

---

CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de material didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### **BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. Cuevas E., Zaldivar D., Pérez M., Procesamiento Digital de imágenes con Matlab y Simulink, 1era edición, Alfaomega.
- [2]. Raffel M., Willert C., Wereley S., Kompenhans J., Particle Image Velocimetry, 2da. Ed., Springer.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MECÁNICA DE LA FRACTURA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar un panorama general de la mecánica de la fractura

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	FUNDAMENTOS	12	18.8	18.8
2	ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE COMPONENTES FISURADOS	14	21.9	40.6
3	ZONA DE PLASTICIDAD EN EL FRENTE DE FISURA	14	21.9	62.5
4	CRITERIOS DE FRACTURA	14	21.9	84.4
5	FATIGA Y PREDICCIÓN DE VIDA EN FATIGA	10	15.6	100.0
TOTAL		64	100.1	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS

**Objetivo:** Conocer y analizar los fundamentos de la mecánica de la fractura

- 1.1. Breve revisión histórica
- 1.2. Concentración de esfuerzos
- 1.3. Factor de intensidad de esfuerzos
- 1.4. Esfuerzo plano y deformación plana
- 1.5. Función de esfuerzos

### CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE COMPONENTES FISURADOS

**Objetivo:** Analizar los fundamentos de los esfuerzos de componentes fisurados

- 2.1. Balance de energía durante el crecimiento de la fisura
- 2.2. Aproximación de Griffith
- 2.3. Relación de relajación de energía G y "Compliance"
  - 2.3.1. Condición a carga constante
  - 2.3.2. Condición a desplazamiento constante
- 2.4. Determinación de la relación: relajación de energía a partir de la "Compliance"

- 2.4.1. Factor de intensidad de esfuerzos K
- 2.4.2. Método de superposición
- 2.4.3. Relación entre G y K

### **CAPÍTULO 3. ZONA DE PLASTICIDAD EN EL FRENTE DE FISURA**

**Objetivo:** Analizar los modelos establecidos para la zona de plasticidad en el frente de fisura

- 3.1. Modelo de Irvin
- 3.2. Modelo de la banda de plasticidad
- 3.3. Esfuerzo plano contra deformación plana
- 3.4. Formas de la zona plástica
- 3.5. Desplazamiento en el frente de la fisura

### **CAPÍTULO 4. CRITERIOS DE FRACTURA**

**Objetivo:** Análisis de los criterios de fractura

- 4.1. K como criterio de falla
- 4.2. Resistencia residual y talla de fisura crítica
- 4.3. Curva R
- 4.4. Carga en forma mixta: fractura y dirección de crecimiento

### **CAPÍTULO 5. FATIGA Y PREDICCIÓN DE VIDA EN FATIGA**

**Objetivo:** Análisis de los modelos matemáticos para la fatiga y la predicción de la vida en fatiga

- 5.1. Ecuaciones para el crecimiento de fisura
- 5.2. Efecto de la relación de carga R en la apertura y cerrado de la fisura
- 5.3. Carga con amplitud variable
  - 5.3.1. Modelo lineal de Palmgren-Miner
  - 5.3.2. Modelo de Wheeler.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%

Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

### BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Anderson T.L., Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, Third Edition, CRC Press (2011), 640 pages.
- [2]. Pérez Nestor, Fracture Mechanics, Kluwer Academic Publisher, Boston (2004), 302 pages.
- [3]. Gdoutos E.E., Fracture Mechanics, An Introduction, Springer Edition (2005), 369 pages,
- [4]. Hellan K., Introduction to Fracture Mechanics, McGraw-Hill Inc.,US (1984), 302 pages.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MECÁNICA DE MATERIALES AVANZADA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar elementos avanzados de MECÁNICA de materiales

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	PLACAS PLANAS	32	50	50
2	ESFUERZOS DE CONTACTO	32	50	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. PLACAS PLANAS

**Objetivo:** Analizar la matemática involucrada en diversos problemas de esfuerzos

- 1.1 Introducción,
- 1.2 Esfuerzos resultantes en una placa plana
- 1.3 Relaciones deformación-desplazamiento para placas
- 1.4 Ecuaciones de equilibrio para la teoría de desplazamientos pequeños de placas planas
- 1.5 Relaciones esfuerzo-deformación-temperatura para placas elásticas isotrópicas,
- 1.6 Energía de deformación de una placa
- 1.7 Condiciones de frontera para placas
- 1.8 Solución del problema de una placa rectangular
- 1.9 Solución del problema de una placa circular

### CAPÍTULO 2. ESFUERZOS DE CONTACTO

**Objetivo:** Analizar la matemática involucrada en los esfuerzos de contacto

- 2.1. Introducción
- 2.2. El problema de la determinación de los esfuerzos de contacto
- 2.3. Hipótesis para la solución de los esfuerzos de contacto
- 2.4. Notación y significado de términos
- 2.5. Expresiones para los esfuerzos principales
- 2.6. Deflexión de cuerpos en contacto puntual
- 2.7. Esfuerzos para dos cuerpos en contacto sobre una área rectangular delgada (contacto lineal)
- 2.8. Esfuerzos para dos cuerpos en contacto lineal. Cargas normal y tangente al área.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X

Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	
---	--

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

### BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Boresi A.P., Schmidt R.J., and Sidebottom O.M., Advanced Mechanics of Materials, Willey (1993), 832 pages
- [2]. Brush D.O., Almroth B.O., Buckling of bars, plates, and shells, McGraw-Hill (1975), 379 pages
- [3]. Szilard R., Reseñas O., Theory and analysis of plates: classical and numerical methods, Prentice-Hall, (1973), 724 pages.
- [4]. Bickford W. B., Advanced Mechanics of Materials, Addison-Wesley, (1998), 460 pages

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>NANOMATERIALES</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar un panorama general de las ciencias de los nanomateriales

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE NANOMATERIALES	4	6	6
2	CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO DE PARTÍCULA Y PROPIEDADES DE LA MATERIA.	12	19	25
3	PRINCIPALES TIPOS DE NANOMATERIALES	12	19	44
4	PRINCIPALES MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE NANOMATERIALES	12	19	63
5	PRINCIPALES MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN DE NANOMATERIALES	12	19	82
6	PRINCIPALES USOS DE NANOMATERIALES	12	19	100
TOTAL		64	100	100

### CONTENIDO

#### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE NANOMATERIALES.**

**Objetivo:** Introducir al mundo de nanociencia.

- 6.1. Macro, micro y nanosistemas
- 6.2. Historia de nanotecnología y principales descubrimientos.

#### **CAPÍTULO 2. CORRELACIÓN ENTRE TAMAÑO DE PARTÍCULA Y PROPIEDADES DE LA MATERIA.**

**Objetivo:** Ver la correlación entre tamaño de partícula y propiedades de la materia.

- 2.1. Propiedades dependientes del tamaño de partícula.
  - 2.1.1. Físicas.
  - 2.1.2. Químicas
  - 2.1.3. Magnéticas

- 2.1.4. Catalíticas
- 2.1.5. Ópticas
- 2.1.6. Electrónicas
- 2.1.7. Mecánicas

### **CAPÍTULO 3. PRINCIPALES TIPOS DE NANOMATERIALES**

**Objetivo:** Conocer los principales tipos de nanomateriales

- 3.1. Nanopartículas. 3.2. Nanopolvos
- 3.3. Nanotubos.
- 3.4. Nanofibras
- 3.5. Nanoalambres
- 3.6. Nanopelículas
- 3.7. Fullerenos
- 3.8. Nanocompositos

### **CAPÍTULO 4. PRINCIPALES MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE NANOMATERIALES**

**Objetivo:** Conocer los principales métodos de obtención de nanomateriales

- 4.1. Técnicas descendentes o “top-down”
- 4.2. Técnicas ascendentes o “bottom-up”

### **CAPÍTULO 5. PRINCIPALES MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN DE NANOMATERIALES**

**Objetivo:** Ver los principales métodos de caracterización de nanomateriales.

- 5.1. Métodos de microscopía electrónica.
- 5.2. Métodos espectroscópicos.
- 5.3. Métodos difractométricos
- 5.4. Estudios de propiedades magnéticas
- 5.5. Estudios de porosidad

### **CAPÍTULO 6. PRINCIPALES USOS DE NANOMATERIALES.**

**Objetivo:** Ver principales usos y perspectivas de desarrollo de nanomateriales.

- 6.1. Los principales usos de nanomateriales.
  - 6.1.1. Electrónica.
  - 6.1.2. Mecánica
  - 6.1.3. Industria química.
  - 6.1.4. Medicina
  - 6.1.5. Materiales
  - 6.1.6. Biotecnología
  - 6.1.7. Energía
- 6.2. Perspectivas de uso y de desarrollo de nuevos nanomateriales

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X

Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	30%
Solución de problemas.	
Exposiciones.	30%
Proyectos.	
Asistencia.	6%
Elaboración de informes y artículos científicos.	34%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber hecho trabajos de investigación en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. García-Martínez J., Nanostructured Porous Materials. Building matter from the bottom-up. Highlights of Chemistry Wiley-VCH. (Ed. Bruno Pignataro) (2007)
- [2]. Terrones M., Terrones H.: The carbon nanocosmos: novel materials for the twentyfirst century. (The Royal Society). November 2003.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

---



ASIGNATURA: <b>DEGRADACIÓN DE MATERIALES</b>					
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Que el alumno conozca la teoría involucrada en el fenómeno de corrosión y los métodos empleados para su prevención.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN	6	9.3	9.3
2	TERMODINÁMICA DE LA CORROSIÓN	10	15.6	25
3	CINÉTICA DE LA CORROSIÓN	12	18.7	43.7
4	TIPOS DE CORROSIÓN LOCALIZADA	14	21.8	65.6
5	TIPOS DE CORROSIÓN UNIFORME O GENERAL	12	18.7	84.3
6	MÉTODOS DE PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN	10	15.6	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

**Objetivo:** Que el alumno obtenga los conocimientos básicos de la corrosión en ingeniería.

- 1.1. Definición de la corrosión
- 1.2. Importancia de la corrosión
- 1.3. La corrosión desde el punto de vista científico
- 1.4. La corrosión desde el punto de vista de la ingeniería.

### **CAPÍTULO 2. TERMODINÁMICA DE LA CORROSIÓN**

**Objetivo:** El alumno profundizará sus conocimientos de termodinámica y los aplicará al concepto de la corrosión química.

- 2.1. Segunda ley de termodinámica
- 2.2. Energía libre de Gibbs
- 2.3. Potenciales Químicos, eléctricos y electroquímicos
- 2.4. Cambio de Energía Libre de Gibbs para una reacción electroquímica
- 2.5. Cálculo de potenciales electroquímicos
- 2.6. Serie electroquímica y galvánica de los potenciales
- 2.7. Electrodos de referencia

- 2.8. Reacciones de evolución de hidrógeno y reducción de agua
- 2.9. Diagramas de Pourbaix (Potencial-pH)

### **CAPÍTULO 3. CINÉTICA DE LA CORROSIÓN**

**Objetivo:** El alumno conocerá el concepto de la cinética química y su aplicación en corrosión.

- 3.1. Definición de ánodo, cátodo, oxidación, reducción.
- 3.2. Ley de acción de masas
- 3.3. Ecuación de Buttlar-Volmer
- 3.4. Conceptos de sobrepotencial y polarización
- 3.5. Ecuación de Tafel
- 3.6. Ley de Ohm (polarización lineal)
- 3.7. Diagramas de Evans (Potencial-corriente)
- 3.8. Principales procesos anódicos y catódicos

### **CAPÍTULO 4. TIPOS DE CORROSIÓN LOCALIZADA**

**Objetivo:** El alumno aprenderá los diferentes tipos de corrosión que se presentan al aplicar diversas técnicas en los materiales.

- 4.1. Corrosión galvánica
- 4.2. Dealeación (grafitización, deszintificación, desniquelización, etc.)
- 4.3. Corrosión por deaeración diferencial
- 4.4. Corrosión bajo depósitos
- 4.5. Corrosión por hendiduras
- 4.6. Corrosión intergranular
- 4.7. Corrosión bajo esfuerzos (tensión-corrosión, corrosión-fatiga, fragilización por hidrógeno, fragilización por metales sólidos, fragilización cáustica)
- 4.8. Corrosión por picadura
- 4.9. Corrosión por corrientes vagabundas o parásitas.
- 4.10. Corrosión microbiana (anaeróbica, aeróbica, oxidación de metales)

### **CAPÍTULO 5. TIPOS DE CORROSIÓN UNIFORME O GENERAL**

**Objetivo:** El alumno ampliará los conceptos del capítulo anterior y conocerá más sobre los distintos tipos de corrosión.

- 5.1. Corrosión en suelos
- 5.2. Corrosión acuosa
- 5.3. Corrosión atmosférica
- 5.4. Corrosión en concreto
- 5.5. Oxidación en alta temperatura
- 5.6. Sulfidación
- 5.7. Nitruración
- 5.8. Halogenación
- 5.9. Carburización
- 5.10. Metal-dusting
- 5.11. Corrosión en alta temperatura (corrosión por sales fundidas, corrosión por vanadatos, etc.)

## CAPÍTULO 6. MÉTODOS DE PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN

**Objetivo:** El alumno obtendrá los conocimientos para prevenir la corrosión en los distintos materiales de ingeniería.

- 6.1. Selección de materiales
- 6.2. Recubrimientos (orgánicos, inorgánicos, metálicos)
- 6.3. Protección anódica
- 6.4. Protección catódica
- 6.5. Inhibidores
- 6.6. Biocidas
- 6.7. Control químico del agua.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases Ciencia de los Materiales Ingeniería Mecánica Ingeniería Química Matemáticas
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases

HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

## BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. METALS HANDBOOK, Vol. 13. Corrosion Fundamentals, 9<sup>th</sup> edition, ASM International, Ohio, 1987.
- [2]. METAL NANOPARTICLES. SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS, Edited by Daniel L. Feldheim, Published by Marcel Dekker, Inc. New York, 2002.
- [3]. CORROSION ENGINEERING, Mars G. Fontana. Wiley Interscience, New York. 1988.
- [4]. CORROSION FATIGUE. Chemistry, Mechanics and Microstructure. Sponsors: National Association of Corrosion Engineers. Houston Texas, 2002.
- [5]. ELECTROCHEMICAL METHODS. Fundamentals and Applications, Allen J. Bard Larry R. Faulkner, 2nd edition, JOHN WILEY & SONS, INC, New York 2001
- [6]. ELECTROCHEMICAL TECHNIQUES IN CORROSION SCIENCE AND ENGINEERING, Robert G. Kelly and John R. Scully, David W. Shoesmith, Rudolph G. Buchheit, Marcel Dekker, Inc, 2002
- [7]. HANDBOOK OF CORROSION ENGINEERING, Pierre R. Roberge, McGraw-Hill, 2000
- [8]. CORROSION MECHANISMS IN THEORY AND PRACTICE Second Edition, edited by Philippe Marcus, MARCEL DEKKER, INC. NEW YORK 2002
- [9]. CONTROL DE LA CORROSIÓN, Estudio y Medida por técnicas electroquímicas, J.A. González Fernández, GRAFIPREN, S.A, 1989
- [10]. UN PRIMER CURSO DE INGENIERÍA ELECTROQUÍMICA, Frank Walsh, traducción: José González García, Vicente Montiel Leguey, Editorial Club Universitario, 2000
- [11]. ELECTROCHEMISTRY AND CORROSION SCIENCE, Nestor Perez, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 2004

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>

DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	16	HORAS/SEMANA:	4	HORAS TOTALES:	64

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar al estudiante los principios fundamentales y limitaciones asociadas con las técnicas experimentales para la caracterización e investigación de materiales, así como los fenómenos físicos involucrados e interpretará y aplicará la información obtenida.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	MICROSCOPIA ÓPTICA	8	13%	13%
2	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO	10	16%	28%
3	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN	8	13%	41%
4	DIFRACCIÓN DE RAYOS X	10	16%	56%
5	ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL Y TERMOGRAVIMÉTRICO	10	16%	72%
6	PROPIEDADES REOLÓGICAS	8	13%	84%
7	TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS	10	16%	100%
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. MICROSCOPIA ÓPTICA

**Objetivo:** El alumno conocerá la microscopía óptica, preparación de muestras y la relación estructural.

- 1.1. Principios básicos de formación de imágenes
- 1.2. Partes y funcionamiento del microscopio óptico
- 1.3. Preparación de muestras
- 1.4. Metalografía cuantitativa
- 1.5. Interpretación de microestructuras
- 1.6. Fotomicrografía
- 1.7. Análisis de Imágenes

### CAPÍTULO 2. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

**Objetivo:** El alumno conocerá y comprenderá la microestructura de los diferentes materiales.

- 2.1. Microscopía electrónica de barrido
- 2.2. Fenómenos físicos involucrados
- 2.3. Preparación de muestras
- 2.4. Análisis de electrones secundarios
- 2.5. Aplicaciones de electrones retrodispersados. Microanálisis por EDX y WDX

- 2.6. Interpretación de imágenes
- 2.7. Materiales en desorden
- 2.8. Fases amorfas y vítreas
- 2.9. Estructura cristalina de materiales poliméricos
- 2.10. Estructura cristalina de materiales cerámicos

### **CAPÍTULO 3. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN**

**Objetivo:** El alumno conocerá y comprenderá el análisis de muestras a nivel atómico.

- 3.1. Microscopía electrónica de transmisión
- 3.2. Técnicas de preparación de muestras
- 3.3. Aplicaciones de las técnicas de campo claro y campo oscuro
- 3.4. Identificación e indexación de patrones de difracción
- 3.5. Aplicaciones de alta resolución

### **CAPÍTULO 4. DIFRACCIÓN DE RAYOS X**

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de la ley de Bragg.

- 4.1. Difracción de rayos X
- 4.2. Factor de estructura
- 4.3. Preparación de muestras
- 4.4. Análisis de bajo y alto ángulo
- 4.5. Identificación de espectros de difracción
- 4.6. Método de Rietveld

### **CAPÍTULO 5. ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL Y TERMOGRAVIMÉTRICO**

**Objetivo:** El alumno conocerá el efecto de la temperatura en las propiedades de los materiales.

- 5.1. Descripción y principio del funcionamiento del análisis térmico diferencial y termogravimétrico
- 5.2. Preparación de muestras
- 5.3. Transformaciones de fases
- 5.4. Reacciones a temperaturas elevadas
- 5.5. Tratamiento e interpretación de los datos

### **CAPÍTULO 6. TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES REOLÓGICAS**

**Objetivo:** El alumno conocerá las diversas técnicas que se utilizan en la caracterización reológica de materiales en forma de polvo o suspensiones.

- 6.1. Viscosidad y efecto de la temperatura
- 6.2. Granulometría y morfología
- 6.3. Densidad de suspensiones
- 6.4. Modificación de las propiedades reológicas
- 6.5. Potencial Z y pH

### **CAPÍTULO 7. TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS**

**Objetivo:** El alumno tendrá un conocimiento más amplio de las técnicas electroquímicas en el estudio de fenómenos de superficie.

- 7.1. Técnicas Electroquímicas
- 7.2. Preparación de muestras
- 7.3. Potenciostáticas-Galvanostáticas
- 7.4. Impedancia Faradaica
- 7.5. Ruido Electroquímico

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases. Ciencia de los Materiales. Estudio de propiedades de Materiales a nivel estructural.
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

**BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO**

- [1]. Vander Voort, George F. ASM Handbook, Volume 9, Metallography and Microstructures, ASM International, Materials Park, OH, 2004.
- [2]. Authier, André. Dynamical theory of x-ray diffraction, Oxford University Press, Oxford, 2004.
- [3]. Murphy, Douglas B. Fundamentals of light microscopy and electronic imaging. Wiley-Liss, New York, 2001.
- [4]. Martin T. Dove. Structure and Dynamics. Oxford University Press, 2003.
- [5]. Earnest, C.M., ed. Compositional analysis by thermogravimetry, ASTM, Philadelphia, PA, 1988.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>BIOMECÁNICA COMPUTACIONAL</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Que el alumno conozca el comportamiento de los tejidos biológicos vivos, desde una perspectiva eminentemente computacional y su interrelación con aspectos biológicos. Se plantean y validan varios modelos de comportamiento para las simulaciones numéricas de los principales tejidos biológicos, que incluyan los diferentes procesos biológicos tales como remodelación, regeneración y crecimiento. Finalmente, se pretende que el alumno llegue a plantear modelos en un software de elementos finitos y la metodología correspondiente que le permita analizar distintas estructuras óseas, así como el modelado de biofluidos.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	8	12.5	12.5
2	MODELOS DE COMPORTAMIENTO DEL TEJIDO ÓSEO	12	18.75	31.25
3	MODELADO COMPUTACIONAL DE LOS PROCESOS ADAPTATIVOS Y DEGENERATIVOS DE TEJIDOS BIOLÓGICOS	12	18.75	50
4	MODELADO COMPUTACIONAL DE LOS PROCESOS DE REGENERACIÓN Y MORFOGÉNESIS DE TEJIDOS BIOLÓGICOS	8	12.5	62.5
5	MECÁNICA DE BIOFLUIDOS EN EL SISTEMA CIRCULATORIO	8	12.5	75
6	MODELADO DE BIOFLUIDOS	8	12.5	87.5
7	MECÁNICA DE FLUIDOS EN VÁLVULAS CARDIACAS	8	12.5	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Presentar los conceptos básicos de biomecánica y mecanobiología computacional.

- 1.1. Biomecánica. Teórica, clínica, experimental y computacional.
- 1.2. Mecanobiología.
- 1.3. El método de elementos finitos en biomecánica y mecanobiología.
- 1.4. Reconstrucción geométrica a partir de imágenes médicas.
- 1.5. Generación de la malla.
- 1.6. Definición de contactos, cargas y apoyos.
- 1.7. Tratamiento de resultados.

## **CAPÍTULO 2. MODELOS DE COMPORTAMIENTO DEL TEJIDO ÓSEO**

**Objetivo:** Proporcionar las bases para establecer modelos computacionales del tejido óseo para predecir consolidaciones en fracturas y su interacción con prótesis.

- 2.1. Estructura y composición del tejido óseo.
- 2.2. Poroelasticidad ósea.
- 2.3. Propiedades mecánicas del tejido óseo.
- 2.4. Comportamiento a fatiga.
- 2.5. Mecanismos y criterios de fractura ósea.
- 2.6. Procesos evolutivos del tejido óseo: remodelación, consolidación y crecimiento.
- 2.7. Modelos de comportamiento del tejido óseo.
- 2.8. Simulación computacional del comportamiento mecánico de órganos óseos.
- 2.9. Modelos computacionales de fracturas traumáticas y patofisiológicas.

## **CAPÍTULO 3. MODELADO COMPUTACIONAL DE LOS PROCESOS ADAPTATIVOS Y DEGENERATIVOS DE TEJIDOS BIOLÓGICOS.**

**Objetivo:** Establecer las bases para formular modelos que describan el comportamiento de los tejidos biológicos en procesos adaptativos y degenerativos.

- 3.1. Introducción y revisión histórica.
- 3.2. El sistema celular.
- 3.3. Estructura y composición de los tejidos biológicos.
- 3.4. Mecanobiología en la formación evolutiva esquelética
- 3.5. Modelos adaptativos de remodelación ósea.
- 3.6. Modelos adaptativos y degenerativos del cartílago.
- 3.7. Modelos adaptativos y degenerativos en otros tejidos.
- 3.8. Análisis por elementos finitos de la evolución de la densidad ósea en un hueso.

## **CAPÍTULO 4. MODELADO COMPUTACIONAL DE LOS PROCESOS DE REGENERACIÓN Y MORFOGÉNESIS DE TEJIDOS BIOLÓGICOS**

**Objetivo:** Que el alumno pueda modelar los procesos de regeneración de tejidos biológicos, así como aquellos que rigen su morfología.

- 4.1. Formulación de un modelo mecanobiológico global de regeneración de tejidos biológicos.
- 4.2. Ecuaciones de reacción-difusión.
- 4.3. Morfogénesis de tejidos biológicos.
- 4.4. Regeneración tejidos biológicos

## **CAPÍTULO 5. MECÁNICA DE BIOFLUIDOS EN EL SISTEMA CIRCULATORIO**

**Objetivo:** El alumno describirá los principios básicos de la mecánica de los biofluidos en el sistema circulatorio.

- 5.1. Introducción.
- 5.2. El sistema circulatorio.
- 5.3. Enfermedades relacionadas a la circulación.
- 5.4. Composición de la sangre.
- 5.5. Propiedades del fluido sanguíneo.
- 5.6. Estructura de las venas y arterias.
- 5.7. Enfermedades relacionadas a la obstrucción del flujo sanguíneo
- 5.8. Modelos de flujo sanguíneo.

## **CAPÍTULO 6. MODELADO DE BIOFLUIDOS**

**Objetivo:** El alumno demostrará las características de los distintos tipos de flujos de los biofluidos en el cuerpo humano.

- 6.1. Introducción.
- 6.2. El modelo de Krogh de la difusión de oxígeno de la sangre de las venas y arterias al tejido.
- 6.3. Flujo de fluido pulmonar.
- 6.4. Flujo de fluidos en los riñones e hígado.
- 6.5. Flujo peristáltico.
- 6.6. Medición de fluidos en ingeniería biomédica.
- 6.7. Andamios tridimensionales.

## **CAPÍTULO 7. MECÁNICA DE FLUIDOS EN VÁLVULAS CARDIACAS**

**Objetivo:** El alumno describirá las características de la mecánica de fluidos en las válvulas cardiacas.

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Descripción de las válvulas cardiacas.
- 7.3. Válvulas cardiacas prostéticas.
- 7.4. Modelos de flujo laminar.
- 7.5. Modelos de flujo turbulento.

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	
Simulación.	

Reportes escritos.	
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Fung Y.C. Biomechanics. Mechanical properties of living tissues. Springer-Verlag, 1993.
- [2]. Holzapfel G.A. Nonlinear solid mechanics: A continuum approach for engineers. Wiley 2000.
- [3]. Carter D.R., Beaupré G.S. Skeletal function and form. Cambridge University Press 2001.
- [4]. Cowin S.C. Bone Mechanics Handbook. CRC Press, Second Edition, 2001.
- [5]. Currey J.D. Bones Structure and Mechanics. Princeton University Press, 2002.
- [6]. Waite L.. Biofluid mechanics in cardiocascular systems. McGraw-Hill professional, 2005.
- [7]. Leondes C. Biomechanical systems: Techniques and applications, Volume IV: Biofluid methods in vascular and pulmonary systems, CRC, 2000.
- [8]. K. B. Chandran, A. P. Yoganathan, and S. E. Rittgers. Biofluid Mechanics: The Human Circulation. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2007.

- [9]. Peterson D. R., Bronzino J. D. Biomechanics principles and applications. CRC Press. 2007.
- [10]. Athanasiou K., Introduction to continuum biomechanics, Morgan and Claypool pub., 2008.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DISEÑO ROBUSTO</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Proporcionar al estudiante herramientas analíticas que le permitan, definir y alcanzar la calidad en el diseño de productos y procesos, a un bajo costo.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN AL DISEÑO Y CALIDAD EN INGENIERÍA	8	12	12
2	DISEÑO DE TOLERANCIAS	4	6	18
3	REVISTA DE ANÁLISIS DE VARIANZA	4	6	24
4	METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA	8	12	36
5	DISEÑO ROBUSTO	24	40	76
6	PROYECTO	16	24	100
TOTAL		64	100	100

### CONTENIDO

#### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO Y CALIDAD EN INGENIERÍA**

##### **Objetivo:**

- 1.1. Metodologías de diseño en ingeniería
- 1.2. Definición y medición de la calidad
- 1.3. Causas de variación

#### **CAPÍTULO 2. DISEÑO DE TOLERANCIAS**

##### **Objetivo:**

- 2.1. Diseño de tolerancias

### **CAPÍTULO 3. REVISTA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

#### **Objetivo:**

- 3.1. Revista de análisis de varianza

### **CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA**

#### **Objetivo:**

- 4.1. Metodología de superficie de respuesta

### **CAPÍTULO 5. DISEÑO ROBUSTO**

#### **Objetivo:**

- 5.1. DOE tradicional vs Métodos Taguchi
- 5.2. La función de pérdida
- 5.3. Razón señal a ruido
- 5.4. Clasificación de factores y modelos
- 5.5. Selección y utilización de arreglos ortogonales
- 5.6. Planeación de experimentos

### **CAPÍTULO 6. PROYECTO**

#### **Objetivo:**

- 6.1. Proyecto

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros.	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	20%
Proyectos.	40%
Asistencia.	10%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. PHADKE, M.S., Quality Engineering Using Robust Design, PTR Prentice Hall, 1989.
- [2]. KAI MERTINS, ROLAND JOCHEM, Quality-oriented design of business processes, Springer, 1999
- [3]. TAGUCHI, G., WU, Y., Taguchi Methods: Design of Experiments, Quality Engineering Series Vol. 4, ASI, 1993.
- [4]. ROY, R., A Primer on the Taguchi Method, Van Nostrand Reinhold, NY, 1990.
- [5]. LOCHNER, R., MATAR, J., Designing for Quality, ASQC Quality Press, 1990.
- [6]. GOETSCH, D., DAVIS, S., Introduction to Total Quality, Prentice Hall, 1997.
- [7]. KAI YANG, BASEM EL-HAIK, Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development, McGraw-Hill, 2003

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>ELEMENTO FINITO Y SIMULACIÓN</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
-------------------------

Presentar el método del elemento finito (MEF) como una herramienta para el diseño, análisis y optimización de sistemas mecánicos.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	INTRODUCCIÓN AL MEF	4	6.3	6.3
2	ESFUERZOS	4	6.3	12.5
3	ELEMENTOS EN UNA DIMENSIÓN	5	7.8	20.3
4	ELEMENTOS EN DOS DIMENSIONES	5	7.8	28.1
5	TRANSFERENCIA DE CALOR EN DOS DIMENSIONES	8	12.5	40.6
6	MECÁNICA DE SOLIDOS EN DOS DIMENSIONES	8	12.5	53.1
7	MECÁNICA DE FLUIDOS	10	15.6	68.8
8	ELEMENTOS EN TRES DIMENSIONES	10	15.6	84.4
9	DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN EN ANSYS®	10	15.6	100.0
TOTAL		64	100	100

## **CONTENIDO**

### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN AL MEF**

#### **Objetivo:**

- 1.1. Problemas de ingeniería
- 1.2. Métodos numéricos
- 1.3. Breve historia del MEF
- 1.4. Pasos básicos del MEF
- 1.5. Formulación directa
- 1.6. Problemas

### **CAPÍTULO 2. ESFUERZOS**

#### **Objetivo:**

- 2.1. Definición de esfuerzos
  - 2.1.1. Formulación de elemento finito
  - 2.1.2. Esfuerzos en el espacio
  - 2.1.3. Formulación en el Software Matlab®
  - 2.1.4. Problemas

### **CAPÍTULO 3. ELEMENTOS EN UNA DIMENSIÓN**

#### **Objetivo:**

- 3.1. Introducción
- 3.2. Elementos lineales
- 3.3. Elementos cuadráticos
- 3.4. Elementos cúbicos
- 3.5. Coordenadas locales y naturales
- 3.6. Integración numérica: cuadratura Gauss-Legendre



- 3.7. Formulación en el Software Matlab®
- 3.8. Problemas
- 3.9. Transferencia de calor y Mecánica de sólidos
  - 3.9.1. Formulación en el Software Matlab®
- 3.10. Problemas
- 3.11. Problemas con el Software ANSYS®

## **CAPÍTULO 4. ELEMENTOS EN DOS DIMENSIONES**

### **Objetivo:**

- 4.1. Elemento rectangular
- 4.2. Elemento cuadrático cuadrilátero
- 4.3. Elemento triangular lineal
- 4.4. Elemento triangular cuadrático
- 4.5. Elementos isoparamétricos
- 4.6. Integración numérica en dos dimensiones: cuadratura Gauss-Legendre
- 4.7. Formulación en el Software Matlab®
- 4.8. Problemas
- 4.9. Problemas con el Software ANSYS®

## **CAPÍTULO 5. TRANSFERENCIA DE CALOR EN DOS DIMENSIONES**

### **Objetivo:**

- 5.1. Conducción
- 5.2. Formulación con elementos rectangulares
- 5.3. Formulación con elementos triangulares
- 5.4. Formulación en el Software Matlab®
- 5.5. Problemas
- 5.6. Problemas con el Software ANSYS®

## **CAPÍTULO 6. MECÁNICA DE SÓLIDOS EN DOS DIMENSIONES**

### **Objetivo:**

- 6.1. Torsión con sección transversal arbitraria
- 6.2. Elemento viga y elemento armadura
- 6.3. Formulación de esfuerzos planos
- 6.4. Teoría básica de fallo
- 6.5. Problemas con el Software ANSYS®

## **CAPÍTULO 7. MECÁNICA DE FLUIDOS**

### **Objetivo:**

- 7.1. Formulación directa de flujo a través de una tubería.
- 7.2. Flujo de un fluido ideal
- 7.3. Problemas con el Software ANSYS®

## **CAPÍTULO 8. ELEMENTOS EN TRES DIMENSIONES**

### **Objetivo:**

- 8.1. Elemento tetraédrico de cuatro nodos

- 8.1.1. Análisis de problemas
- 8.2. Elemento bloque de ocho nodos
- 8.3. Elemento tetraédrico de diez nodos
- 8.4. Problemas en tres dimensiones con el Software ANSYS®

## CAPÍTULO 9. DISEÑO Y OPTIMIZACION EN ANSYS

### Objetivo:

- 9.1. Introducción a la optimización
- 9.2. El lenguaje de diseño paramétrico de ANSYS®
- 9.3. Problemas con el Software ANSYS®

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	
Solución de problemas.	50%
Exposiciones.	
Proyectos.	50%
Asistencia.	
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases

HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Saeed Moaveni, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 1999.
- [2]. T. Stolarski, Y. Nakasone, S. Yashimoto, Engineering Analysis with ANSYS Software, Elsevier Butterworth-Heinemann 2006.
- [3]. Fereydoon Dadkhah, Jack Zecher, P.E. ANSYS® Workbench Software [relase 12], Schroff Development Corporation, 2009
- [4]. Jean Michel Bergheau, Roland Fortunier, Finite Element of Heat Transfer, Wiley 2008.
- [5]. Peter I. Kattan, Matlab Guide to Finite Elements, Springer 2003.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>ROBÓTICA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Que el alumno comprenda y desarrolle el diseño, control, selección y aplicación de un Robot

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	ANTECEDENTES	8	12.5	12.5
2	ANÁLISIS DE MOVIMIENTO Y ACCIONADORES	8	12.5	25
3	CINEMÁTICA ESPACIAL	8	12.5	37.5
4	CINEMÁTICA INVERSA	8	12.5	50

5	DINÁMICA DE MANIPULADORES	8	12.5	62.5
6	SISTEMAS DE CONTROL Y SENSORES	8	12.5	75
7	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y SISTEMAS	8	12.5	87.5
8	CASOS DE ESTUDIO	8	12.5	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

**Objetivo.** El alumno explicará el desarrollo, funcionamiento y aplicaciones de los robots.

- 1.1. Antecedentes de la robótica.
- 1.2. Tipos de robots y sus componentes.
- 1.3. Componentes.
- 1.4. Configuración de brazos.
- 1.5. Tipos de robots.
- 1.6. Ejemplos comerciales.
- 1.7. Aplicaciones.
- 1.8. Tipos de órganos terminales para realizar distintos tipos de trabajos.
- 1.9. Ejemplos de su utilización.

### CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO Y ACCIONADORES.

**Objetivo.** El alumno explicará los principios de funcionamiento y los movimientos del robot a través de la definición de los parámetros de funcionamiento de los accionadores.

- 2.1. Posición, orientación y referencias.
- 2.2. Traslación y rotación.
- 2.3. Cambio de base.
- 2.4. Consideraciones de cálculo para transformaciones.

### CAPÍTULO 3. CINEMÁTICA ESPACIAL.

**Objetivo.** En base a la teoría de la cinemática clásica el alumno usará relaciones que permitan determinar y conocer las trayectorias y velocidades de trabajo necesarias para realizar distintas operaciones.

- 3.1. Descripción de las articulaciones.
- 3.2. Tipos de estructura y notación de Denavit-Hartenberg.
- 3.3. Ecuaciones de cerradura en orientación y posición.
- 3.4. Cinemática de cadenas abiertas.
- 3.5. Desarrollo de paquetes de cálculo.
- 3.6. Cálculo de trayectorias en órganos terminales.

### CAPÍTULO 4. CINEMÁTICA INVERSA.

**Objetivo.** El alumno obtendrá a partir de una trayectoria requerida los distintos parámetros de funcionamiento para mover y posicionar los actuadores de un robot.

- 4.1. Solución geométrica y numérica.
- 4.2. Método iterativo.
- 4.3. Repetitividad y seguridad.

#### 4.4. Singularidades.

### **CAPÍTULO 5. DINÁMICA DE MANIPULADORES.**

**Objetivo.** El alumno explicará el comportamiento de las fuerzas que actúan sobre las distintas articulaciones de un robot, al realizar un trabajo determinado y evaluará la capacidad de carga de este.

- 5.1. Distribución de masa en los eslabones.
- 5.2. Sistemas de accionamiento.
- 5.3. Aplicación de Newton-Euler y Euler-Lagrange.
- 5.4. Simulación dinámica.

### **CAPÍTULO 6. SISTEMAS DE CONTROL Y SENSORES.**

**Objetivo.** El alumno explicará los distintos métodos de control de velocidad, posición, sujeción y visión de los robots.

- 6.1. Sensores de posición y velocidad.
- 6.2. Sistemas no lineales y variantes en el tiempo.
- 6.3. Sistemas de control MIMO.
- 6.4. Sistemas de control adaptivos.
- 6.5. Sensores de fuerza.
- 6.6. Sistemas de control semirestringido.
- 6.7. Sistemas de control híbrido.
- 6.8. Sistemas de visión.

### **CAPÍTULO 7. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y SISTEMAS.**

**Objetivo.** El alumno explicará los métodos y estructura de los lenguajes de operación y control de los robots.

- 7.1. Los tres niveles de programación.
- 7.2. Requerimientos de programación.
- 7.3. Problemas involucrados en la programación.
- 7.4. Tipos de lenguajes.
- 7.5. Estructura de una celda flexible.
- 7.6. Detección y corrección de errores.
- 7.7. Descripción de paquetes existentes.

### **CAPÍTULO 8. CASOS DE ESTUDIO.**

**Objetivo.** El alumno realizará el diseño de una máquina robotizada.

- 8.1. El robot móvil seguidor de línea y de fuente luminosa.
- 8.2. Máquinas seleccionadoras de materiales atendiendo diferentes propiedades.
- 8.3. Control de la posición de los eslabones de un brazo de robot.
- 8.4. Sistemas contadores de material.
- 8.5. Sistemas controladores de temperatura.
- 8.6. Sistemas controladores de flujo .

Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Bolton. Mecatrónica. Alfaomega. México. 2006
- [2]. John J. Craig. Robótica. Prentice Hall. México. 2006
- [3]. Piedrafita. Ingeniería de la Automatización industrial. Alfaomega. México. 2004 [4]. Carrables Marcial. Mecánica Industrial, Automatas y Robótica. Cultural. España. 2002
- [5]. Ollero. Robótica, Manipuladores y Robots Móviles. Marcombo. España. 2001

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>MECATRÓNICA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
El estudiante podrá desarrollar sistemas productivos constituidos por mecanismos, los cuales son controlados por microprocesadores y subsistemas electrónicos comandados por una programación específica. Se busca, además, que el estudiante tenga la capacidad para interactuar con profesionales de distintas disciplinas en el desarrollo de máquinas automáticas.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	8	12.5	12.5
2	ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES	8	12.5	25
3	ACTUADORES	8	12.5	37.5
4	DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS	8	12.5	50
5	SISTEMAS MECÁNICOS	8	12.5	62.5
6	LÓGICA DIGITAL	8	12.5	75
7	MICROPROCESADORES Y MICRO CONTROLADORES	8	12.5	87.5
8	DISEÑO MECATRÓNICO	8	12.5	100
TOTAL		64	100	100

### CONTENIDO

#### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

**Objetivo.** El alumno conocerá los antecedentes históricos y los conceptos básicos de los sistemas mecatrónicos.

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Conceptos básicos en la Ingeniería Mecatrónica
- 1.3. Partes constitutivas de un sistema mecatrónico.

#### CAPÍTULO 2. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.

**Objetivo.** El alumno conocerá, analizará y seleccionará distintos tipos de sensores y transductores para el acondicionamiento de señales.

- 2.1. Terminología del funcionamiento.
- 2.2. Sensores y transductores.
- 2.3. Sensores para diferentes variables físicas. Sensores de desplazamiento, velocidad, aceleración y fuerza. El sensor analógico y el digital incremental y absoluto.
- 2.4. Selección de sensores.

### **CAPÍTULO 3. ACTUADORES.**

**Objetivo.** El alumno clasificará, analizará y seleccionará distintos tipos de actuadores para el diseño de sistemas de actuación.

- 3.1. Clasificación de los actuadores atendiendo al tipo de conversión energética y al tipo de movimiento proporcionado.
- 3.2. Actuadores eléctricos lineales y rotativos: solenoides, motores de corriente alterna, de corriente directa y de desplazamiento discreto (motores a pasos).
- 3.3. Sistemas de actuación neumática e hidráulica.
- 3.4. Sistemas de actuación mecánica.

### **CAPÍTULO 4. DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.**

**Objetivo.** El alumno describirá el funcionamiento de los dispositivos electrónicos.

- 4.1. La resistencia, el diodo, el diodo emisor de luz, el transistor, el capacitor.
- 4.2. Acoplamiento electromecánico. Contactos y botones, el relevador.
- 4.3. Acoplamiento óptico. El fotodiodo y el fototransistor.
- 4.4. Electrónica integrada. Inversores, opto acopladores, puentes de potencia H integrados, convertidores analógicos/digitales.

### **CAPÍTULO 5. SISTEMAS MECÁNICOS.**

**Objetivo.** El alumno diseñará elementos de transmisión de potencia para sistemas mecánicos básicos.

- 5.1. Elementos de un sistema mecánico. Articulaciones y eslabones en cadenas cinéticas.
- 5.2. Análisis y síntesis de mecanismos. Movilidad y grados de libertad de un mecanismo.
- 5.3. La dinámica de las máquinas.
- 5.4. Sistemas mecánicos básicos. Mecanismo de manivela biela corredera, de cuatro barras, de retorno rápido. Levas y engranes.
- 5.5. Elementos de transmisión de potencia.

### **CAPÍTULO 6. LÓGICA DIGITAL.**

**Objetivo.** El alumno aplicará el álgebra Booleana en la solución de problemas de compuertas y en el diseño de mapas Karnaugh.

- 6.1. Elementos de lógica digital.
- 6.2. Sistemas numéricos.
- 6.3. Compuertas lógicas.
- 6.4. Álgebra Booleana.
- 6.5. Mapas de Karnaugh.



## **CAPÍTULO 7. MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES.**

**Objetivo.** El alumno programará microcontroladores y plc's.

- 7.1. Estructura de un microprocesador.
- 7.2. Sistemas constitutivos de un microprocesador. La Unidad Aritmética y Lógica, la memoria, buses de comunicación y unidades de entrada y salida.
- 7.3. El microcontrolador. Características.
- 7.4. Características de Microcontroladores de diferentes fabricantes: el Microcontrolador PIC MicroChip, los microcontroladores Motorola, los microcontroladores Intel.
- 7.5. Selección de un microcontrolador.
- 7.6. Programación de microcontroladores. Lenguajes ensamblador y de alto nivel.
- 7.7. Desarrollo de programadores.
- 7.8. El Controlador Lógico Programable (PLC). Diagramas de escalera.

## **CAPÍTULO 8. DISEÑO MECATRÓNICO.**

**Objetivo.** El alumno realizará un diseño mecatrónico.

- 8.1. Diseño de etapas de potencia electrónicas. Puente H.
- 8.2. Diseño de etapas de protección y aislamiento eléctrico.
- 8.3. Diseño de etapas de conversión analógica a digital.
- 8.4. Control de motores a pasos.
- 8.5. Control de posición de servomotores mediante modulación de ancho de pulso (PWM).
- 8.6. Control de velocidad de motores de corriente directa mediante PWM.
- 8.7. Modos de control.
- 8.8. El proceso del diseño mecatrónico. La integración de los sistemas mecánicos, electrónicos y la programación de control.

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Exámenes parciales.	50%

---

Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Morris. Diseño Digital. Prentice Hall. México. 2003
- [2]. Angulo Usategui, J. M. Microcontroladores PIC (primera parte). Diseño práctico de aplicaciones, PIC 16F84. Mc Graw Hill. España. 2003
- [3]. Bolton, W. Mecatrónica. Alfa omega. México. 2006
- [4]. Norton, R. Diseño de Maquinaria. Segunda edición. Mc Graw Hill. México. 2000

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>TEORÍA DE LOS MECANISMOS Y MÁQUINAS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Determinar las características cinemáticas y dinámicas de mecanismos y transmisiones a partir de sus síntesis.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	CLASIFICACIÓN DE MECANISMOS PLANOS.	8	12	12
2	SÍNTESIS DE MECANISMOS PLANOS.	12	19	31
3	ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE MECANISMOS PLANOS.	12	19	50
4	DINÁMICA DE MECANISMOS COMPLEJOS.	12	19	69
5	PROYECTO FINAL	20	31	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. CLASIFICACIÓN DE MECANISMOS PLANOS.

**Objetivo:** Clasificar Pares Cinemáticos y Mecanismos planos con el propósito de verificar sus condiciones de movilidad y equilibrios.

- 1.1. Pares Cinemáticos.
  - 1.1.1. Clasificación.
- 1.2. Clasificación de Mecanismos Planos.

### CAPÍTULO 2. SÍNTESIS DE MECANISMOS PLANOS.

**Objetivo:** Determinar las dimensiones de los elementos de un mecanismos para que cumpla ciertas condiciones geométricas o cinemáticas.

- 2.1. Mecanismos planos de palancas.
- 2.2. Mecanismos de movimiento periódico.
- 2.3. Transmisiones por engranajes.
- 2.4. Trenes de engranajes.

### CAPÍTULO 3. ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE MECANISMOS PLANOS.

**Objetivo:** Determinar las características cinemáticas y dinámicas de mecanismos planos.

- 3.1. Cinemática de Mecanismos de palancas de un grado de Movilidad.
- 3.2. Cinemática de Mecanismos de palancas de dos grados de Movilidad.
- 3.3. Dinámica de Mecanismos Planos.
- 3.4. Balanceo de Mecanismos.
- 3.5. Problemas.

### CAPÍTULO 4. DINÁMICA DE MECANISMOS COMPLEJOS.

**Objetivo:** Aplicar los principales métodos dinámicos en mecanismos de cierta complejidad funcional.

- 4.1. Métodos Dinámicos.
  - 4.1.1. Ecuaciones de Movimiento.
- 4.2. Aplicación de las Fuerzas y masas reducidas en la solución de Sistemas mecánicos.
- 4.3. Equilibrio dinámico.

## CAPÍTULO 5. PROYECTO FINAL

**Objetivo:** Aplicar los métodos de síntesis y equilibrio Dinámico a un sistema mecánico vinculado al proyecto de investigación que realiza el estudiante.

- 5.1. Desarrollo de la síntesis y cálculo dinámico de un mecanismo vinculado al tema de investigación del estudiante.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	10%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	10%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

**BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO**

[1]. Diseño de Máquinas. N. Norton.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>METODOLOGÍA DEL DISEÑO</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Aplicar las fases metodológicas del diseño para mejorar la creatividad y efectividad en la realización de diseños mecánicos fundamentalmente.

<b>CONTENIDO SINTÉTICO</b>				
<b>CAP.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>HRS.</b>	<b>%</b>	<b>%AC.</b>
1	LA NATURALEZA DEL DISEÑO	12	18.8	18.8
2	CONCEPTOS DE DISEÑO	8	12.5	31.3
3	EL PROCESO DE DISEÑO	12	18.8	50.0
4	PROCEDIMIENTOS SISTEMÁTICOS DEL DISEÑO	12	18.8	68.8
5	PROYECTO FINAL	20	31.3	100.0
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. LA NATURALEZA DEL DISEÑO

**Objetivo:** Identificar las diferentes actividades que conducen a un proyecto bien estructurado y organizado a fin de cumplir los objetivos y las metas propuestas en el desarrollo del mismo

- 1.1. Actividades de diseño
- 1.2. La comunicación en el diseño
- 1.3. Evaluación del diseño
- 1.4. Generación del diseño
- 1.5. Problemas mal definidos
- 1.6. Estructura del problema
- 1.7. Estrategias de solución de problemas
- 1.8. Habilidades en el diseño

### CAPÍTULO 2. CONCEPTOS DE DISEÑO

**Objetivo:** Conocer los principales conceptos en los que se basa la estructura del diseño y que conducen a establecer diferentes etapas durante el desarrollo del mismo.

- 2.1. Concepto de diseño
- 2.2. Tipos de diseño

### **CAPÍTULO 3. EL PROCESO DE DISEÑO**

**Objetivo:** Especificar los modelos que se aplican en el desarrollo de un diseño, así como las principales metodologías de trabajo durante su cumplimiento.

- 3.1. Introducción
- 3.2. El proceso de diseño
- 3.3. Modelos descriptivos 3.4.
- Perspectiva de modelos 3.5.
- Alternativas.

### **CAPÍTULO 4. PROCEDIMIENTOS SISTEMÁTICOS DEL DISEÑO.**

**Objetivo:** Identificar los procesos sistemáticos a seguir en el desarrollo de un diseño, así como la importancia de cumplir ciertos procedimientos en su desarrollo.

- 4.1. Introducción
- 4.2. Hoja de pregunta
- 4.3. Hoja de especificaciones 4.4.
- Estructura funcional
- 4.5. Clarificación de objetivos
- 4.6. Establecimiento de funciones

### **CAPÍTULO 5. PROYECTOS**

**Objetivo:** Aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de un diseño relacionado con el tema de investigación del estudiante.

- 5.1. Diseño del prototipo conceptual de una bicicleta
- 5.2. Proyecto final

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

<b>ELEMENTOS DE EVALUACIÓN</b>
--------------------------------

---

Exámenes parciales.	5%
Solución de problemas.	30%
Exposiciones.	10%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	30%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

### BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

[1]. Nigel Cross. Métodos de Diseño. Limusa Wiley, México DF. 2003.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>DISEÑO ÓPTIMO DE MÁQUINAS</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Aplicar las principales técnicas de optimización en la solución de problemas de Ingeniería Mecánica teniendo en cuenta los métodos de una función de optimización y los métodos multicriteriales o multifuncionales.



CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TITULO	HRS.	%	%AC.
1	FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN.	8	12.5	12.5
2	TEORÍA CLÁSICA DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS.	12	18.8	31.3
3	MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN.	12	18.8	50.0
4	OPTIMIZACIÓN DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS.	12	18.8	68.8
5	PROYECTO FINAL	20	31.3	100.0
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN.

**Objetivo:** Precisar las metodologías fundamentales que conducen a optimizar funciones o expresiones matemáticas.

- 1.1. Temas de optimización.
- 1.2. Procedimiento para eficientar problemas.

### CAPÍTULO 2. TEORÍA CLÁSICA DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS.

**Objetivo:** Caracterizar los valores críticos de una función definiendo sus características que los llevan a valores máximos, mínimos o puntos de inflexión de la función de optimización.

- 2.1. Condiciones necesarias y suficientes para determinar puntos extremos.
- 2.2. Ubicación del máximo y del mínimo.
- 2.3. Variables independientes sin restricciones.
- 2.4. Formas cuadráticas.
- 2.5. Dos variables independientes.
- 2.6. Restricciones.
- 2.7. Método de sustitución directa.
- 2.8. Multiplicadores Lagrange.

### CAPÍTULO 3. MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN.

**Objetivo:** Identificar los principales métodos de optimización en función del número de variables y restricciones que presenta el caso.

- 3.1. Interpretación geométrica y conceptos generales.
- 3.2. Formulación general del problema de programación uni funcional.
- 3.3. Formulación general del problema de programación multi funcional.
- 3.4. Análisis de sensibilidad.
- 3.5. Problemas.

### CAPÍTULO 4. OPTIMIZACIÓN DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS.

**Objetivo:** Aplicar los principales métodos de optimización en función del número de variables y restricciones en diferentes casos de Diseño Mecánico.

- 4.1. Diseño óptimo de elementos de máquinas

- 4.2. Programa de optimización OPTIM 4.3.  
Programa de optimización SOLVER.

## CAPÍTULO 5. PROYECTO FINAL

**Objetivo:** Aplicar los métodos de Optimización a un caso concreto de Ingeniería Mecánica vinculado al proyecto de investigación que realiza el estudiante.

- 5.1. Desarrollo de y un modelo de optimización en un elemento de maquinaria.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X
Uso de software especializado.	X
Simulación.	X
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	10%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	10%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico

ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional
-----------	--

## BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Principles of optimal design (Modeling and computation), Panos Y. Papalambros, Douglass J. Wilde. 1998
- [2]. Introduccion to Optimization Methods, Chapman and Hall 2000

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>BIOMECÁNICA</b>				
TIPO:	<b>OPTATIVA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	<b>OP</b>
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Conocer el concepto de biomecánica. Identificando su objeto de estudio y áreas de aplicación, así como las características biomecánicas de las distintas estructuras anatómicas. Se analizará la participación de los distintos segmentos corporales en el desarrollo de la estática corporal y de la motilidad global. Se analizará también las funciones articulares, musculares y fuerzas externas que actúan sobre el cuerpo.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	6	9.37	9.3
2	CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES	10	15.6	25
3	BIOMECÁNICA DEL HUESO	12	18.7	43.7
4	REGIONES CORPORALES.	14	21.8	65.6
5	BIOCOMPATIBILIDAD.	12	18.7	84.3
6	MATERIALES DE IMPLANTE.	10	15.6	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** El alumno comprenderá la definición de biomaterial.

- 1.1. Definición de biomateriales.
- 1.2. Antecedentes históricos de biomateriales.

## **CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**

**Objetivo:** Que el alumno comprenda las propiedades mecánicas de los materiales y su caracterización.

- 2.1. Propiedades mecánicas.
- 2.2. Ley de Hook
- 2.3. Propiedades mecánicas y mediciones.
- 2.4. Viscoelasticidad
- 2.5. Elasticidad.

## **CAPÍTULO 3. BIOMECÁNICA DEL HUESO.**

**Objetivo:** El alumno comprenderá la biomecánica del sistema óseo.

- 3.1. Estructura del hueso
- 3.2. Composición del hueso.
- 3.3. Relación tensión-deformación en el hueso.
- 3.4. Resistencia del hueso.
- 3.5. El módulo elástico del hueso esponjoso.
- 3.6. Resistencia del hueso esponjoso.

## **CAPÍTULO 4. REGIONES CORPORALES.**

**Objetivo:** El alumno obtendrá conocimiento sobre la aplicación de la biomecánica a los diferentes sistemas articulares del cuerpo humano.

- 4.1. Biomecánica del cartílago.
- 4.2. Biomecánica del músculo
- 4.3. Biomecánica de los tejidos blandos.
- 4.4. Biomecánica de los tejidos sanguíneos
- 4.5. Biomecánica de la columna vertebral.
- 4.6. Biomecánica de la cadera.
- 4.7. Biomecánica del tobillo-pie.
- 4.8. Biomecánica del hombro.
- 4.9. Biomecánica de la muñeca.

## **CAPÍTULO 5. BIOCOMPATIBILIDAD.**

**Objetivo:** El alumno comprenderá la respuesta de biocompatibilidad de los biomateriales.

- 5.1. Organismos reguladores
- 5.2. Clasificación de los biomateriales
- 5.3. Respuesta local de los tejidos a los biomateriales.
- 5.4. Proceso reparador-cicatrización
- 5.5. Evaluación de la biocompatibilidad.
- 5.6. Examen de la respuesta tisular.
- 5.7. Estudio de la biocompatibilidad.

## CAPÍTULO 6. MATERIALES DE IMPLANTE.

**Objetivo:** El alumno adquirirá conocimientos sobre los diferentes tipos de materiales de implante ha ser utilizados como biomateriales.

- 6.1. Aceros inoxidables.
- 6.2. Aleaciones base cobalto
- 6.3. Aleaciones de titanio.
- 6.4. Zinc-Aluminio-Plata (Zinag).
- 6.5. Materiales poliméricos
- 6.6. Tipos de implantes

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	X
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	
Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros. (insertar o eliminar lo que considere necesario)	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	50%
Solución de problemas.	20%
Exposiciones.	5%
Proyectos.	20%
Asistencia.	5%
Elaboración de informes y artículos científicos.	

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Haber trabajado en el área de la asignatura Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico

ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional
-----------	--

### BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. Barham, J. N. (1978). *Mechanical Kinesiology* (pp. 15-22, 23-44). Saint Louis: The C. V. Mosby Company.
- [2]. Hall, S. J. (1999). *Basic Biomechanics* (3ra ed., pp. 44-53). Boston: WCB/McGraw-Hill
- [3]. A.I. Kapandji – Fisiología articular.- 5ª edición – Editorial Médica Panamericana – Madrid España 1998
- [4]. Gowitzke, B. A., & Milner, M. (1988). *Scientific Bases of Human Movement* (3ra. ed., pp. 1-2). Baltimore: Williams & Wilkins.
- [5]. Hamill, J., & Knutzen, K. M. (1995). *Biomechanical Basis of Human Movement* (pp. 4-10). Baltimore: Williams & Wilkins.

## SEMINARIOS

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA:	<b>SEMINARIO DE TESIS I</b>				
TIPO:	<b>OBLIGATORIA</b>	CRÉDITOS	<b>8</b>	CLAVE	
DURACIÓN DEL CURSO					
SEMANAS:	<b>16</b>	HORAS/SEMANA:	<b>4</b>	HORAS TOTALES:	<b>64</b>

OBJETIVO GENERAL
Proporcionar al alumno la información general para la elaboración y exposición de trabajos científicos.

CONTENIDO SINTÉTICO				
CAP.	TÍTULO	HRS.	%	%AC.
1	INTRODUCCIÓN	16	25	25
2	EL MÉTODO CIENTÍFICO	8	13	38
3	EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN	16	25	63
4	EXPOSICIÓN DEL TRABAJO CIENTÍFICO	16	25	88
5	PROYECTO INDIVIDUAL	8	13	100
TOTAL		64	100	100

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Proporcionar la información general de ciencia, método y método científico.

- 1.1. Conceptos sobre ciencia, método y método científico
- 1.2. Propósitos éticos de la ciencia
- 1.3. Principios fundamentales de la ciencia
- 1.4. Trabajo científico y trabajo técnico
- 1.5. Instrumentos mentales del científico

### CAPÍTULO 2. EL MÉTODO CIENTÍFICO

**Objetivo:** Presentar los pasos del método científico y las bases para plantear el desarrollo de una investigación.

- 2.1. Detección, delimitación y planteamiento de un problema
- 2.2. Antecedentes y estado actual del problema
- 2.3. Justificación
- 2.4. Propósitos y Objetivos
- 2.5. Hipótesis



- 2.6. Diseño de la investigación
  - 2.6.1. Tipos de Investigación
  - 2.6.2. Consideración de variables
  - 2.6.3. Medidas de seguridad en la investigación científica
  - 2.6.4. Material
  - 2.6.5. Método
- 2.7. Resultados
- 2.8. Discusión
- 2.9. Conclusión
- 2.10. Problemas pendientes (perspectivas)
- 2.11. El resumen
- 2.12. La bibliografía

### **CAPÍTULO 3. EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

**Objetivo:** Presentar los lineamientos generales que debe contener un protocolo de investigación

- 3.1. Introducción
- 3.2. Protocolo de investigación
- 3.3. Criterios para la evaluación de un proyecto de investigación
- 3.4. Criterios para la evaluación del informe final

### **CAPÍTULO 4. EXPOSICIÓN DEL TRABAJO CIENTÍFICO**

**Objetivo:** Dar a conocer las diversas formas de difusión, exposición y comunicación del trabajo científico, así como los elementos que la constituyen.

- 4.1. Introducción
- 4.2. Formas de difusión o exposición del trabajo científico
- 4.3. Exposición oral
- 4.4. Artículos de divulgación
- 4.5. Artículos científicos
- 4.6. Comunicaciones en congresos
- 4.7. Otras formas

### **CAPÍTULO 5. PROYECTO INDIVIDUAL**

**Objetivo:** Evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante mediante el desarrollo de una propuesta de su protocolo de investigación 5.1. Proyecto individual

<b>TÉCNICAS DE ENSEÑANZA</b>	
Exposición oral	X
Búsqueda de información documental por parte del alumno.	X
Técnicas para la resolución de problemas.	
Tareas y trabajos extra-clase.	X
Recursos audiovisuales y otras tecnologías.	X
Seminarios.	X

Uso de software especializado.	
Simulación.	
Reportes escritos.	X
Otros.	

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
Exámenes parciales.	
Solución de problemas.	
Exposiciones.	30%
Proyectos.	30%
Asistencia.	10%
Elaboración de informes y artículos científicos.	30%

PERFIL DEL DOCENTE	
CONOCIMIENTOS	Haber trabajado en el área de la asignatura
EXPERIENCIA PROFESIONAL	Participación en proyectos de investigación relacionados con el tema Haber impartido clases
HABILIDADES	Dominio de la asignatura Transmisión de conocimientos Capacidad de análisis y síntesis Manejo de materiales didáctico
ACTITUDES	Honestidad Compromiso con la docencia Respeto y tolerancia Superación personal, docente y profesional

#### BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE APOYO

- [1]. De la Vega Lezama, Carlos. Un paso...hacia el Método Científico. Instituto Politecnico Nacional, México D.F. 1994.