

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ÁREA: INGENIERÍA APLICADA**

Programa de la asignatura de:  
**DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS**

CARRERA:	LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA	AÑO o MÓDULO:	<b>CUARTO</b>		
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	<b>INGENIERÍA APLICADA</b>	ACADEMIA:	<b>DISEÑO</b>		
<b>DURACIÓN DEL CURSO</b>					
SEMANAS:	<b>32</b>	HORAS TOTALES:	<b>96</b>	HORAS A LA SEMANA:	<b>3</b>
HORAS EN AULA:	<b>3</b>	HORAS DE PRÁCTICAS EXTERNAS			<b>0</b>
HORAS EN TEORÍA:	<b>2</b>	HORAS DE TALLER:	<b>1</b>	HORAS DE LABORATORIO	<b>0</b>
NÚMERO DE CRÉDITOS:	<b>10</b>	CLAVE DE LA ASIGNATURA		<b>204194</b>	
OBLIGATORIA:	<b>SI</b>	OPTATIVA:	<b>NO</b>	MODALIDAD*:	<b>Presencial</b>
ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:	10/09/2021	No. ACTA H.C.T.			No. 2/2021-2022

*\*Presencial, semipresencial.*

**Asignaturas obligatorias antecedentes:** Mecánica de Materiales I (204179), Mecánica Aplicada I (204176)

**Asignaturas obligatorias consecuentes:** Robótica (204208)

<b>OBJETIVO/COMPETENCIA GENERAL DEL CURSO:</b>																							
Aplicar los fundamentos del diseño de elementos de máquinas en la solución de problemas reales, asociados al dimensionamiento, selección y comprobación de los mismos, en base a las principales teorías de fallo, funcionamiento y explotación, todo bajo las normas ISO, manuales técnicos y mediante el uso de software apropiado.																							
<b>ATRIBUTOS DE EGRESO QUE IMPACTA:</b>																							
AE1			AE2			AE3			AE4			AE5			AE6			AE7			AE8		
<b>X</b>			<b>X</b>			<b>X</b>			<b>X</b>			<b>X</b>									<b>X</b>		
Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel		
I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A
<b>X</b>					<b>X</b>			<b>X</b>		<b>X</b>			<b>X</b>										<b>X</b>

*\* I –Introdutorio, M –Medio, A –Avanzado*

**TEMAS DEL PROGRAMA DE “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS”**

CAPITULO	TITULO	HORAS	%	% ACUM.
1	INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DEL PRODUCTO	3	3	3
2	FATGIA Y CRITERIOS DE LIMITE DE FATICA	12	13	16
3	TRANSMISIÓN DE POTENCIA	10	10	26
4	DETERMINACIÓN DE CARGAS EN FLECHAS Y EJES	3	3	29
5	DISEÑO DE FLECHAS Y ELEMENTOS AFINES	20	21	50
6	SISTEMA DE TOLERANCIAS Y AJUSTES ISO	10	10	60
7	COJINETES DE CONTACTO DESLIZANTE (CHUMASERAS)	6	6	66
8	COJINETES DE CONTACTO RODANTE (RODAMIENTOS)	10	10	67
9	ACOPLAMIENTOS, FRENOS, EMBRAGUES Y RESORTES	10	10	87
10	PROYECTO DE DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	12	13	100
	TOTALES	96	100	

**CONTENIDO DEL PROGRAMA “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS”**

**CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DEL PRODUCTO**

**Objetivo/Competencia:** Comprender la importancia del diseño en el desarrollo industrial y enumerado los pasos primordiales del proceso y métodos de diseño, identificando el concepto del elemento de máquinas y su clasificación según su aplicación.

- 1.1. Complejidad del producto moderno en relación de número de componentes
- 1.2. Dependencia mutua entre Diseño, Materiales y Procesos de manufactura
- 1.3. El proceso de diseño del producto y la ingeniería concurrente

- 1.4. Bases metodológicas en el diseño de elementos de máquinas: Requerimientos, Estructura funcional, Morfología, Diseño conceptual, Diseño de Detalles, Desarrollo del producto
- 1.5. Tipos de elementos de máquinas y su clasificación

## **CAPITULO 2. FATIGA Y CRITERIOS DE LÍMITE DE FATIGA.**

**Objetivo/Competencia:** Conocer orígenes de la falla por fatiga debido a cargas variables. Mencionar fases del mecanismo de falla por fatiga. Explicar Curva  $\sigma - N$ . Determinar diferentes Ciclos de carga invertido, fluctuante, pulsante. Enumerar Criterios de límite de fatiga. Aplicar Criterios de límite de resistencia de falla por fatiga. Determinar factor de seguridad por falla por fatiga. Reconocer muescas y determinar factor de concentraciones de esfuerzo. Enumerar lineamientos generales para el diseño de componentes expuestos a cargas dinámicas.

- 2.1. Fatiga en los elementos de máquinas con carga dinámica
- 2.2. Mecanismo de la falla por fatiga y Curva Esfuerzo – Vida ( $\sigma - N$ )
- 2.3. Resistencia a la fatiga y procesos de manufactura
- 2.4. Caracterización de esfuerzos fluctuantes y alternantes en diferentes elementos de máquinas
- 2.5. Funciones reales Carga –Tempo reales
- 2.6. Factores de modificación de límite de fatiga (efectos influyentes en la resistencia contra falla por fatiga)
- 2.7. Muecas y concentraciones de esfuerzos
- 2.8. Criterios de falla por fatiga ante esfuerzos variables: Goodman, ASME, Soderberg, Gerber
- 2.9. Diseño de diagramas de fatiga
- 2.10. Determinación del factor de seguridad contra falla por fatiga
- 2.11. Modo de carga con esfuerzos combinados (ED / Goodman)
- 2.12. Diseño para la fatiga

## **CAPITULO 3. TRANSMISIÓN DE POTENCIA**

**Objetivo/Competencia:** Conocer las diferentes transmisiones de potencia, según los requerimientos de diseño efectuando los cálculos de diseño, selección y comprobación pertinentes en cada caso concreto.

- 3.1. Transmisión de potencia por bandas, cadenas y engranes
- 3.2. Transmisión por bandas planas y bandas en V y bandas de sincronización
  - 3.2.1. Tipo de bandas y Poleas.
  - 3.2.2. Cálculo de longitud de la banda,
  - 3.2.3. Tensores y tensión inicial
- 3.3. Transmisión por cadena
  - 3.3.1. Tipo de cadenas
  - 3.3.2. Velocidad de cadena
- 3.4. Transmisión por medio de engranes.
  - 3.4.1. Ley de engrane
  - 3.4.2. Engranes rectos.
  - 3.4.3. Engranes helicoidales.
  - 3.4.4. Engranes cónicos.
- 3.5. Proceso de diseño y especificación de un acoplamiento con engranes
  - 3.5.1. Selección del Módulo
  - 3.5.2. Razón de contacto
  - 3.5.3. Cálculo de distancia entre ejes

## **CAPITULO 4. DETERMINACION DE CARGAS EN FLECHAS Y EJES**

**Objetivo/Competencia:** Construir los gráficos de cargas y momentos internos partiendo de los cálculos de las cargas externas que actúan en los diferentes puntos de una viga y utilizando software para la comprobación de los mismos.

- 4.1. Definición general y función de ejes y flechas (árboles) en una máquina.
- 4.2. Diagrama de cuerpo libre.
- 4.3. Cargas en una viga: Análisis de carga tridimensional y bidimensional.
- 4.4. Diagrama de Fuerza cortante, Momento, Par de torsión.
- 4.5. Determinación de fuerzas del soporte.
- 4.6. Aplicación de software para calcular cargas en la flecha y el eje

## **CAPITULO 5. DISEÑO DE FLECHAS DE TRANSMISION Y ELEMENTOS AFINES**

**Objetivo/Competencia:** Determinar los esfuerzos provenientes de cargas estáticas y dinámicas. Aplicar los fundamentos del diseño de elementos de máquinas en la solución de problemas reales, asociados al dimensionamiento, selección y comprobación de los mismos, en base a las principales teorías de fallo, funcionamiento y explotación, todo bajo las normas.

- 5.1. Función de ejes y flechas
- 5.2. Configuración de ejes rotatorios fijos y flechas
- 5.3. Procesos de manufactura para flechas y ejes
- 5.4. Selección de material para flechas y ejes
- 5.5. Lineamientos para el diseño de flechas y ejes
- 5.6. Proceso de dimensionamiento de diámetro
  - 5.6.1. Estimación de diámetro de flechas y ejes
  - 5.6.2. Resistencia del componente contra falla.
  - 5.6.3. Factor de seguridad contra falla: ED-Goodman, ED-ASME
- 5.7. Aplicaciones paquetes de CAD – Simulación computacional (FEA) del esfuerzo
- 5.8. Elementos de Unión Flecha-Masa
  - 5.8.1. Elementos de unión por forma
  - 5.8.2. Elementos de unión por fricción
- 5.9. Acoplamientos rígidos y flexibles

## **CAPITULO 6. SISTEMA DE TOLERANCIAS Y AJUSTES ISO**

**Objetivo/Competencia:** Conocer la importancia de tolerancias dimensionales, geométrica y de acabado. Aplicar el sistema de tolerancias y ajustes y seleccionar correctamente y bajo criterios específicos del tipo de ajuste conforme a la función del componente. Aplicar correctamente tolerancias geométricas en flechas

- 6.1. Introducción del sistema de tolerancias ISO
- 6.2. Concepto de tolerancia y función del componente.
- 6.3. Tolerancias dimensionales:
  - 6.3.1. Línea cero, Desviaciones, Simbología, Calidades IT
  - 6.3.2. Ajustes: Sistema base agujero, Sistema base eje,
  - 6.3.3. Ajustes de Juego, Interferencia y Ajustes indeterminados
  - 6.3.4. Aplicación del Sistema de tolerancias dimensionales y Selección de ajustes
  - 6.3.5. Aplicar software de selección de ajuste y de tolerancia
- 6.4. Tolerancias geométricas
  - 6.4.1. Tolerancia de Forma, Orientación, Localización y Alabeo
  - 6.4.2. Aplicación de tolerancias geométricas
  - 6.4.3. Selección de tolerancias dimensionales y geométricas
- 6.5. Tolerancias de acabado
  - 6.5.1. Perfil superficial
  - 6.5.2. Simbología y aplicación

## **CAPITULO 7. COJINETES DE CONTACTO DESLIZANTE (CHUMACERAS)**

**Objetivo/Competencia:** Conocer las aplicaciones típicas de cojinetes de contacto deslizante, así como su dimensionamiento, lubricación y enfriamiento, determinando sus parámetros de funcionamiento en base a las velocidades y tipos de lubricaciones empleados en los mismos.

- 7.1. Características y aplicación de cojinetes de contacto deslizante
- 7.2. Ficción y lubricación en el cojinete de contacto deslizante: Lubricación hidrodinámica
- 7.3. Dimensionamiento del cojinete de contacto deslizante (relación longitud-diámetro)
- 7.4. Materiales para cojinetes de contacto deslizante
- 7.5. Cálculo de cojinetes
  - 7.5.1. Holgura relativa y número Sommerfeld
  - 7.5.2. Excentricidad relativa
- 7.6. Tipo de lubricación y cantidad del lubricante.

## **CAPITULO 8. COJINETES DE CONTACTO RODANTE (RODAMIENTOS)**

**Objetivo/Competencia:** Identificar los diferentes tipos de rodamientos y su aplicación, así como su selección y

comprobación considerando diferentes condiciones de carga. Determinar la vida útil limitada del rodamiento. Seleccionar correctamente un rodamiento con criterios de cargas. Dimensionar correctamente el rodamiento para que cumple la vida útil esperada. Selección elementos de máquinas asociados a la fijación axial del rodamiento como sellos y anillos de retención, tapas. Diseño de soportes de flechas con rodamientos con el sistema soporte fijo y libre.

- 8.1. Clasificación de rodamientos, Nomenclatura
- 8.2. Diseño del soporte de flechas y ejes
  - 8.2.1. Soporte fijo, Soporte libre
  - 8.2.2. Rodamientos separables y no separables, Montaje de rodamientos
  - 8.2.3. Cálculo de dimensión de rodamientos. Carga equivalente estática y dinámica. Cálculo de la vida útil
  - 8.2.4. Conjunto de rodamientos: Arreglo axial y radial, Montaje en O y X
- 8.3. Aplicación de software (Base de datos y calculadores) de selección de rodamiento y su dimensionamiento
- 8.4. Selección de ajuste ISO con carga giratoria y carga puntual en el anillo del rodamiento.
- 8.5. Lubricación y diseño de sistemas de lubricación para rodamientos.
  - 8.5.1. Sellos estáticos (O-Ring, Anillos de labio); De contacto (Anillos comerciales, Simmerring); Sello sin contacto (Sello de laberinto)

## **CAPITULO 9. ACOPLAMIENTOS, FRENOS, EMBRAGUES Y RESORTES**

**Objetivo/Competencia:** Distinguir tipos de desalineamiento entre flechas y selección del acoplamiento para su compensación. Frenos y embragues. Identificando en cada caso los métodos de cálculos, selección y comprobación de dichos elementos de máquinas. Conocer los diferentes tipos de resorte

- 9.1. Desalineamiento entre flechas y tipos de acoplamientos
  - 9.1.1. Acoplamientos rígidos
  - 9.1.2. Acoplamientos flexibles
  - 9.1.3. Selección de acoplamientos
- 9.2. Frenos y embragues
  - 9.2.1. Clasificación de frenos y embragues.
  - 9.2.2. Frenos de palanca.
  - 9.2.3. Freno de doble zapata.
  - 9.2.4. Freno actuado.
  - 9.2.5. Frenos de banda.
  - 9.2.6. Frenos de banda diferencial.
  - 9.2.7. Embragues de disco plano.
  - 9.2.8. Embragues de disco cónico.
  - 9.2.9. Principios y descripción de Embragues, hidráulicos y neumáticos.
- 9.3. Resortes
  - 9.3.1. Tipo de resortes y sus comportamientos esfuerzo-deformación
  - 9.3.2. Material y esfuerzo en resortes
  - 9.3.3. Diseño y dimensionamiento de resortes
  - 9.3.4. Resorte de hule y resortes neumáticos
  - 9.3.5. Clasificación de rodamientos, Nomenclatura

## **CAPITULO 10. PROYECTO DE DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS**

**Objetivo/Competencia:** Aplicar los conceptos de todas las materias de área de diseño y manufactura, partiendo del planteamiento de un problema (de ser posible real) donde se definen requerimiento y/o requisitos ingenieriles del diseño lo que le permitirá realizar el desarrollo del diseño conceptual, la evaluación de variantes de diseños conceptuales, finalmente realizando el diseño mecánico, así como los cálculos de resistencia, selección y vida útil de los componentes.

Desarrollo:

Para cumplir con lo anterior el estudiante desarrolla el diseño de una máquina o mecanismo, el cual iniciará al comenzar a conocer los criterios de diseño y su entrega será al final del ciclo escolar y fijada por el profesor del curso. Dicho trabajo deberá presentarse en tres formas que se complementan; escrita, oral y gráfica.

La presentación ESCRITA, será por medio de memoria de cálculo y deberá contener lo siguiente

- 1.- Índice numerado.

- 2.- Introducción.
- 3.- Planteamiento del problema.
  - a) Especificaciones del diseño
  - b) Estructura funcional y tabla morfológica
  - c) Diseños conceptuales
  - d) Evaluación de diseños conceptuales.
- 4.- Análisis cinemático (si es necesario) se expresará de manera analítica la velocidad, aceleración y desplazamiento de los elementos y se comprobará que dichos parámetros son los requeridos.
- 5.- Diseño mecánico de cada una de las partes de la máquina que sean susceptibles de diseñar tales como; el tipo de ajuste, flechas, engranes, cuñas, juntas tornillos de potencia, frenos, embragues, etc. Para lo anterior se deberá iniciar siembre de un diagrama de fuerzas.
- 6.- Selección y dimensionamiento (cálculos) de cada una de las partes que sean susceptibles de seleccionar, tales como; Flechas, Rodamientos, Chumaceras, Transmisión por cadena, banda o engranes, Tipo de lubricación, tratamiento térmico, etc.
- 7.- Comprobación de los cálculos de esfuerzos mediante Análisis Ingenieril con elementos finitos
- 8.- Conclusiones y recomendaciones.
- 9.- Bibliografía.

Utilizando el DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA, la presentación GRAFICA constará de los dibujos de detalle y montaje en los que se tendrá lo siguiente:

- **Modelo solido 3D.** Se utilizarán para comprobar los cálculos hechos con análisis de elemento finito.
- **El dibujo de detalle.** Mostrará las vistas principales de cada una de las piezas que integran la máquina o mecanismo y estará basado en las normas de dibujo mecánico.
- **El dibujo de montaje.** Contendrá las vistas principales de la máquina o mecanismo armado. Así mismo uno o varios cortes con la finalidad de mostrar clara y completamente los elementos y detalles que no se pueden apreciar en las proyecciones, estará basado también en las normas de dibujo mecánico.

La presentación oral se realizará en el salón de clases ante el grupo, y estará basada en la memoria de cálculos y los dibujos correspondientes.

Para el desarrollo de este trabajo, el estudiante debe ser apoyado y asesorado por el profesor del curso.

Finalmente, la evaluación correspondiente debe considerarse como la calificación del último examen parcial.

#### ESTRATEGIA DIDÁCTICA

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

#### ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

X	Participación en clase.
X	Ejercicios y trabajos realizados en el Taller.

X	Trabajos y tareas extra clase.
X	Exposición de temas de investigación en forma grupal e individual.
	Prácticas de laboratorio reportadas por escrito.
	Participaciones.
X	Exámenes parciales.
X	Exámenes departamentales.
x	Proyecto de diseño

PERFIL DEL DOCENTE			
Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Deseable haber realizado estudios de posgrado. Contar con experiencia práctica industrial en el área de diseño mecánico. Contar con experiencia docente Y haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.			
CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
Ciencia de Materiales. Estática. Mecánica de Materiales. Mecánica Clásica. Dibujo Técnico Industrial. Dominio de software CAD de modelado 3D Dominio de modelado de elementos finitos FEM	Haber trabajado en el área Haber impartido clase. Formación pedagógica.	Domino de la asignatura Manejo de grupos Comunicación (transmisión de conocimiento). Capacidad de análisis y síntesis. Manejo de materiales didácticos. Creatividad. Capacidad para realizar analogías y comparaciones en forma simple. Capacidad para motivar al Auto Estudio, el Razonamiento y la investigación	Ética. Honestidad. Compromiso con la docencia. Crítica Fundamentada. Respeto y Tolerancia. Responsabilidad Científica. Liderazgo. Superación personal, docente y profesional. Espíritu cooperativo. Puntualidad. Compromiso social

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Budynas Richard G. Nisbet Keith; (2018). DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA de Shingley; McGrawHill, 10a Edición
2. Norton Robert L. (2011). DISEÑO DE MÁQUINAS; Prentice Hall. 4ta Edición

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Juvinall, Robert C. and Marshek, Kurt M (August, 2019) FUNDAMENTALS OF MACHINE COMPONENT DESIGN, Wiley, 7th Edition
2. Mott Robert L.; (2006) DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, Prentice Hall, 4ta Edición