



UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División Ingeniería
Departamento Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRONICA

Nombre de la Asignatura: DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS II

Clave:	Créditos:	Horas totales:	Horas Teoría:	Horas Práctica:	Horas Semana:
	6	80	1	4	5

Modalidad: Presencial **Eje de formación:** Especializante

Elaborado por: HÉCTOR MARIO RAMÍREZ PONCE DE LEÓN,

Antecedente: Diseño de Elementos de Mecánicas I **Consecuente:**

Carácter: Optativa **Departamento de Servicio:** Ingeniería Industrial

Propósito:

Desarrollar la capacidad para hacer el diseño de elementos de máquinas, asimismo obtener los criterios técnicos del diseño de maquinaria. Asimismo, se establecen las bases para la configuración de un esquema de elementos constituyentes de máquinas de equipo y/o maquinaria para implementación industrial.

I. Contextualización

Introducción:

Es una asignatura que su intención es del proporcionar las competencias habilidades y actitudes necesarias para el diseño de elementos mecánicos requiriendo los conocimientos adquiridos en las materias de la Mecánica Vectorial para Ingenieros I y II, Resistencia de Materiales, así como adicionalmente también son necesarios conocimientos de las asignaturas como: Dibujo Mecánico, Fluidos y Calor además de los cursos de Matemáticas. La materia busca que el alumno logre obtener los criterios del diseño de elementos de máquinas. Asimismo, se establecen las bases para la configuración de un esquema de elementos constituyentes de máquinas de equipo y/o maquinaria para implementación industrial. De igual manera, se establecen las bases para el diseño de elementos de máquinas de equipo y/o maquinaria para implementación industrial.

Otra característica de la asignatura es que tiene como finalidad elaborar parte de las especificaciones mecánicas de equipos y componentes para su correcta implementación en procesos industriales. Algunas actividades conexas son

- ✓ Establecer un proceso de diseño de un elemento de máquina.
- ✓ Dimensionamiento lineal con ajustes y tolerancias.
- ✓ Cálculo de esfuerzos en elementos de máquinas determinación de factores de seguridad.
- ✓ Análisis de rigidez.
- ✓ Cálculos para resistencia a la fatiga.

También está relacionada a estudios de vibración referentes a la velocidad crítica de ejes de transmisión de potencia.

Las unidades didácticas a continuación se enlistan con una descripción de cada una:

En la unidad didáctica I se estudian fuerzas en los engranes; se aborda el proceso de del diseño mecánico de la manera clásica y se hace referencia a las nuevas herramientas con software para analizar las fuerzas entre

engranes, las pérdidas por fricción en los diferentes tipos de engranes tales como engranes rectos, helicoidales, cónicos en sus diferentes presentaciones, tornillos sinfín y trenes de engranes planetarios.

En la unidad didáctica II trata acerca de engranes rectos; en esta unidad se da a conocer las terminologías de engranes rectos, ley fundamental del engrane, interferencia, proporciones de los dientes de engranes normalizados, pasos normalizados, objetivos de diseño, resistencia de los dientes de un engrane, esfuerzos permisibles en el diente, valores del esfuerzo exterior, diseño basado en el engrane más débil, cargas dinámicas en el diente (ecuación de Buckingham), cargas de desgaste en el diente.

En la unidad didáctica III aborda engranes helicoidales; nomenclatura de los engranes helicoidales, Angulo de presión, el número virtual o formativo, el diseño basado en la resistencia, la carga límite de fatiga en flexión, la carga límite de desgaste, la carga dinámica.

En la unidad didáctica IV versa sobre engranes cónicos; tipos de engranes cónicos, el diseño por resistencia, los esfuerzos permisibles, el numero virtual o formativo, la carga límite de desgaste, la carga límite de fatiga, la carga dinámica, las normas de la American Gear Manufactures Association (AGMA), Las normas de la AGMA para desgaste (Durabilidad).

En la unidad didáctica V se estudia engrane con tronillo sin fin, el diseño por resistencia, la carga dinámica, la carga por fatiga, la carga de desgaste, las ecuaciones de la potencia de indicada por la AGMA.

En la unidad didáctica VI se trata acerca de diseño de acoplamientos. En esta unidad se estudian los elementos de unión o de conexión de un eje conductor con otro eje conducido.

En la unidad didáctica VII se analizan transmisión por correas. Las bandas planas y las bandas en V, diseño de una correa, la capacidad de conducir carga, la selección de correas, ángulos de abrazamiento.

En la unidad didáctica VIII es sobre rodamientos. Primeramente, se hace una introducción sobre aspectos generales, luego se presenta el coeficiente de rozamiento, la capacidad de los rodamientos, métodos para evaluar las capacidades de carga de los rodamientos de bolas radiales, la capacidad dinámica de un cojinete, método para evaluar las capacidades, de base dinámicas de rodamientos de bolas radiales, selección de un rodamiento, instalación de los rodamientos.

En la unidad didáctica IX se aborda lubricación y diseño de cojinetes. La lubricación, la viscosidad, soporte de cargas sobre una película de lubricante, el calor generado dentro de un cojinete, la ecuación de Petroff, el número de Sommerfeld., el coeficiente de rozamiento, el espesor mínimo de película, el flujo de aceite, las perdidas laterales, la elevación de temperatura, el colar disipado.

Perfil del(los) instructor(es):

Ingeniero Mecánico, Ingeniero Industrial Mecánico, Ingeniero en Mecatrónica, con experiencia docente y desarrollo profesional comprobado. De preferencia maestría o doctorado en mecatrónica o mecánica en el área de diseño de máquinas.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- CAPACIDAD PARA MODELAR SISTEMAS FÍSICOS Y CREAR PROTOTIPOS QUE LO CONCEPTUALICEN
 - Entender el diseño como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, o un proceso, o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización. Definir una máquina como un aparato formado de unidades interrelacionadas llamadas elementos de máquina, que están dispuestas con el objeto de transformar movimientos y fuerzas.
- HABILIDAD PARA DISEÑAR EQUIPO Y/O MAQUINARIA PARA IMPLEMENTACIÓN INDUSTRIAL.
 - Evaluar el funcionamiento de diseños de componentes y dispositivos mecánicos con software comercial.

Objetivo General:

Diseñar elementos mecánicos aplicados en sistemas mecatrónicos, analizando en circunstancias de trabajo, posibles condiciones de falla de forma estática o dinámica, así como seleccionar y optimizar elementos mecánicos para transmisión. Adoptar decisiones con base a los conocimientos teóricos adquiridos, que permitan optimizar la capacidad de elementos mecánicos.

Objetivos Específicos:

1. Analizar las fuerzas entre engranes, las pérdidas por fricción en los diferentes tipos de engranes con el uso de herramientas de software.
2. Explicar el funcionamiento de engranes rectos.
3. Explicar el funcionamiento de engranes helicoidales.
4. Explicar el funcionamiento de engranes cónicos.
5. Explicar el funcionamiento de engrane tornillo sin fin.
6. Diseñar acoplamientos de piezas mecánicas.
7. Analizar sistemas de transmisión.
8. Explicar los rodamientos mecánicos.
9. Diseñar cojinetes y estudiar la lubricación.

Unidades Didácticas:

En la unidad didáctica I FUERZAS EN LOS ENGRANES

En la unidad didáctica II ENGRANES RECTOS

En la unidad didáctica III ENGRANES HELICOIDALES

En la unidad didáctica IV ENGRANES CÓNICOS

En la unidad didáctica V ENGRANE CON TRONILLO SIN FIN

En la unidad didáctica VI DISEÑO DE ACOPLAMIENTOS.

En la unidad didáctica VII TRASMISIÓN POR CORREAS

En la unidad didáctica VIII RODAMIENTOS

En la unidad didáctica IX LUBRICACIÓN Y DISEÑO DE COJINETES

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I.- Fuerzas en los engranes

Se aborda el proceso de del diseño mecánico de la manera clásica y se hace referencia a las nuevas herramientas con software para analizar las fuerzas entre engranes, las pérdidas por fricción en los diferentes tipos de engranes tales como engranes rectos, helicoidales, cónicos en sus diferentes presentaciones, tornillos sinfín y trenes de engranes planetarios.

- Las fuerzas componentes
- Las pérdidas por rozamiento
- Las fuerzas componentes de un engrane helicoidal
- Las fuerzas componentes en engranes cónicos de dientes rectos
- Las fuerzas componentes en engranes cónicos espirales
- Engranes con tornillo sin fin
- Los trenes de engranes planetarios.

Unidad Didáctica II.- Engranes rectos

En esta unidad se le da a conocer las terminologías de engranes rectos, ley fundamental del engrane, interferencia, proporciones de los dientes de engranes normalizados, pasos normalizados, objetivos de diseño, resistencia de los dientes de un engrane, esfuerzos permisibles en el diente, valores del esfuerzo exterior, diseño basado en el engrane más débil, cargas dinámicas en el diente (ecuación de Buckingham), cargas de desgaste en el diente.

- Los engranes rectos
- Terminología del diente de un engrane
- Definiciones y ecuaciones de engranes
- Ley fundamental de los engranes
- Interferencia
- Proporciones de los dientes de engranes normalizados
- Pasos normalizados
- Objetivos de diseño
- Resistencia de los dientes de un engrane
- Esfuerzos permisibles en el diente
- Valores de esfuerzos exteriores
- Diseño basado en el engrane más débil
- Cargas dinámicas en el diente, ecuación de Buckingham
- Cargas de desgaste en el diente.

Unidad Didáctica III.- Engranes helicoidales

En esta unidad el alumno aprende sobre nomenclatura de los engranes helicoidales, Angulo de presión, el número virtual o formativo, el diseño basado en la resistencia, la carga límite de fatiga en flexión, la carga límite de desgaste, la carga dinámica.

- Terminología de los engranes helicoidales
- El Angulo de presión
- El número virtual o formativo de dientes

- El diseño basado en la resistencia
- La carga límite de fatiga en flexión
- La carga límite de desgaste
- La carga dinámica.

Unidad Didáctica IV.- Engranés cónicos

En esta unidad el alumno aprende sobre los tipos de engranes cónicos, el diseño por resistencia, los esfuerzos permisibles, el número virtual o formativo, la carga límite de desgaste, la carga límite de fatiga, la carga dinámica, las normas de la American Gear Manufacturers Association (AGMA), Las normas de la AGMA para desgaste (Durabilidad).

- Definición de engrane cónico, recomendaciones AGMA (American Manufacturers Association)
- El diseño por resistencia
- Los esfuerzos permisibles
- El número virtual o formativo
- La carga de desgaste límite
- La carga de fatiga límite
- La carga dinámica
- Las normas de la American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- Las normas de la AGMA para desgaste
- Factor del material.

Unidad Didáctica V.- Engrane con tornillo sin fin

En esta unidad el alumno aprende sobre el engrane con tornillo sin fin, el diseño por resistencia, la carga dinámica, la carga por fatiga, la carga de desgaste, las ecuaciones de la potencia de indicada por la AGMA.

- Introducción y definiciones del sistema engrane - tornillo sin fin
- El diseño por resistencia
- La carga dinámica
- La carga de fatiga
- La carga de desgaste
- Las ecuaciones de la potencia indicada recomendadas por la AGMA.

Unidad Didáctica VI. - Diseño de acoplamientos

En esta unidad se estudian los elementos de unión o de conexión de un eje conductor con otro eje conducido.

- Definición de los acoplamientos
- La clasificación
- Resolución de problemas.

Unidad Didáctica VII.- Trasmisión por correas

En esta unidad el alumno aprende sobre las bandas planas y las bandas en V, diseño de una correa, la capacidad de conducir carga, la selección de correas, ángulos de abrazamiento.

- Las correas planas y las bandas en V

- Diseño de una correa o de una banda
- La capacidad de conducir carga
- La selección de correas o bandas
- Ángulos de abrazamiento
- Resolución de problemas.

Unidad Didáctica VIII.- Rodamientos

En esta unidad el alumno aprende sobre, el coeficiente de rozamiento, la capacidad de los rodamientos, métodos para evaluar las capacidades de carga de los rodamientos de bolas radiales, la capacidad dinámica de un cojinete, método para evaluar las capacidades, de base dinámicas de rodamientos de bolas radiales, selección de un rodamiento, instalación de los rodamientos.

- Introducción a los rodamientos
- El coeficiente de rozamiento
- La capacidad estática de los cojinetes
- Método para evaluar las capacidades de carga estática de cojinetes de bolas radiales
- Cálculo de la capacidad de base estática y de la carga estática equivalente
- La capacidad dinámica de un cojinete
- Método para evaluar las capacidades de base dinámicas en cojinetes de bolas radiales
- Cálculo de la capacidad básica de carga, la duración nominal y la carga equivalente
- Método para evaluar las capacidades de carga dinámica en cojinetes de bolas que tienen los radios de la sección transversal de los anillos iguales al 57% del diámetro de las bolas
- Carga equivalente
- La instalación de cojinetes de rodamientos.

Unidad Didáctica IX.- Lubricación y diseño de cojinetes.

En esta unidad el alumno aprende sobre la lubricación, la viscosidad, soporte de cargas sobre una película de lubricante, el calor generado dentro de un cojinete, la ecuación de Petroff, el número de Sommerfeld., el coeficiente de rozamiento, el espesor mínimo de película, el flujo de aceite, las pérdidas laterales, la elevación de temperatura, el calor disipado.

- Introducción a la lubricación
- La viscosidad
- Los cojinetes
- El calor generado
- Aplicaciones prácticas de los cojinetes
- La ecuación de Petroff
- El número de Sommerfeld
- Las curvas de diseño de los laboratorios de investigación de la Westinghouse
- El coeficiente de rozamiento
- El espesor mínimo de película
- El flujo de aceite
- Las pérdidas laterales
- La elevación de temperatura
- El calor disipado
- Resolución de problemas.

Bibliografía	Básica/Complementaria
Richar G. Budynas & J. Keith Nisbett. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: Edit. McGraw-Hill.	Básica
Allen S. Hall & Alfred R. Holowenko & Herman G. Laughlin. (1971). Teoría y Problemas de Diseño de Maquinas. México: Edit. McGraw-Hill.	Básica
Antonio Simon Mata. (2014). Fundamentos de teoría de máquinas. 4ª edición. Edit. Bibiloteca tecnica universitaria.	Básica

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H, A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades I, II y III	Examen escrito	20 %
2	H, A	Utilización de herramientas tecnológicas para la solución de problemas	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes en relación a trabajo en equipo, lectura y análisis de casos, exposición, organización de ideas.	Diseño y presentación de soluciones tecnológicas alternativas	30 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades IV, V y VI	Examen escrito	20 %
4	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades VII, VIII y IX	Examen escrito	20 %
5	H, A	Asistencia, participación en clase y trabajo en equipo	Se evaluarán las habilidades de comunicación, organización y actitudes de trabajo y compromiso del alumno	Participación en clases y asistencia	10 %

				Total	100 %
--	--	--	--	--------------	--------------

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes

Criterios de desempeño:

1. Desarrollo de análisis para resolución de problemas.
2. Vincular los problemas tratados en los libros de resistencia de materiales con los problemas vistos en la materia de mecánica vectorial para ingenieros I.
3. Proponer varios métodos de solución de problemas
 - a. Cálculos tradicionales propuestos en los ejemplos del libro de texto.
 - b. Cálculos realizados a través del desarrollo de aplicaciones o uso de aplicaciones para calculadoras avanzadas como: HP 50G, TI Voyage 200, TI-NSPIRE CX-CAS, HP Prime o la Casio ClassPad 400
 - c. Cálculos usados a través del uso de MATLAB.
 - d. Cálculos realizados a través de aplicaciones de celular o computadora.
4. Participación activa en clase, la asistencia es muy importante, estudiar en equipo.

Experiencias de Enseñanza/procesos y objetos de aprendizaje:

1. Exposición del maestro.
2. Exposición de alumnos.
3. Realización de ejercicios de manera tradicional
4. Realización de ejercicios utilizando diferentes herramientas tecnológicas.

Experiencias de aprendizaje:

1. Lectura previa de los materiales.
2. Investigación de artículos de divulgación científica, búsquedas en internet y visualización de videos previamente seleccionados relacionados con los temas de la asignatura.
3. Realización de ejercicios para la solución de problemas.
4. Exposición de casos y trabajo en equipo.
5. Utilización de herramientas tecnológicas como auxiliares para la realización de cálculos.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del participante y del instructor.
2. Cañón.
3. Pintarrón
4. Conexión a internet.
5. Software SOLID WORKS, AUTOCAD, MATLAB, calculadoras científicas.
6. Relación de contenidos mínimos que debe incluir la asignatura.
7. Prototipos didácticos del laboratorio de ingeniería mecánica.

