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

Nombre de la Asignatura: DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS I					
Clave: 4645	**Créditos:** 7	**Horas totales:** 80	**Horas Teoría:** 2	**Horas Práctica:** 3	**Horas Semana:** 5
Modalidad: Presencial			**Eje de Formación:** Profesionalizante		
Elaborado por: HÉCTOR MARIO RAMÍREZ PONCE DE LEÓN					
Antecedente: Resistencia de Materiales			**Consecuente**: Método de Elementos Finitos		
Carácter: Obligatoria			**Departamento de Servicio:** Ingeniería Industrial		

Propósito:

Es una asignatura que su intención es proporcionar las competencias habilidades y actitudes necesarias para el diseño de elementos mecánicos, en referencia a efectuar un adecuado dimensionamiento lineal con ajustes y tolerancias, también para realizar el cálculo de esfuerzos en máquinas para la determinación de factores de seguridad. Asimismo, hacer evaluaciones de la fatiga; y por último efectuar estudios de vibración y velocidad critica. La asignatura requiriere sobremanera 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 Cálculo diferencial e Integral.

I. Contextualización

Introducción:

La asignatura desarrolla las competencias y habilidades para 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.

La asignatura es importante en la formación profesional del Ingeniero en Mecatrónica, porque corresponde a la parte de las especificaciones mecánicas de equipos y componentes para su correcta implementación en procesos industriales. También es importante en relación a las siguientes funciones de la Ingeniería en Mecatrónica:
a) Establecer un proceso de diseño de un elemento de máquina; b) Realizar un adecuado dimensionamiento lineal con ajustes y tolerancias; c) Efectuar el cálculo de esfuerzos en elementos de máquinas para la determinación de factores de seguridad; d) Obtener un análisis de rigidez; e) Hacer evaluaciones mediante cálculos para resistencia a la fatiga y f) por último efectuar estudios de vibración referentes a la velocidad critica de ejes de transmisión de potencia. Las unidades didácticas a continuación se describen:

En la unidad didáctica I trata sobre introducción al diseño mecánico, se aborda el proceso de del diseño mecánico de la manera clásica y se hace referencia a los nuevos paradigmas de diseño en mecatrónica, también en esta misma unidad se revisan los sistemas de ajustes y tolerancias dimensionales, los conocimientos están muy relacionados a los cursos de Introducción a la Ingeniería en Mecatrónica y Dibujo Mecánico.

En la unidad didáctica II trata sobre fijación de dimensiones, definiciones y normas. El Ingeniero en Mecatrónica debe estar familiarizado con las prácticas normales de fijación de dimensiones para un efectivo control del diseño, del cual es directamente responsable, además, las tolerancias de piezas embonantes y de ensambles o montajes diversos que tienen un efecto significativo en el costo y la confiabilidad del producto terminado. En esta unidad se deben conocer la terminología usual y conocer las normas USASI (United States of America Standars Institute).

En la unidad didáctica III trata sobre análisis de carga y esfuerzo y fallas por carga estática donde se comprueba la estrecha dependencia con la materia de Resistencia de Materiales, porque es necesario usar desde las definiciones simples de esfuerzo vistos en la unidad didáctica I Esfuerzo Simple, como esfuerzos axiales, cortante y de contacto. Se requiere que use las propiedades mecánicas de los materiales como límite de proporcionalidad, de fluencia, de resistencia ultima, módulo de Poisson, entre otros conocimientos vistos en la unidad II Deformación Simple; y de manera equivalente para la torsión, tema de estudio en la unidad III de la asignatura de Resistencia de Materiales. También son muy necesarios los conocimientos en vigas, los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores, cálculos de esfuerzos flectores y la deflexión en vigas. En la presente unidad, por tanto, se deben revisar conocimientos de Resistencia de Materiales. También es necesario y con la finalidad desarrollar un pensamiento creativo y de diseño, revisar el análisis de estructuras, armazones y máquinas con la finalidad de aprender las teorías de falla como las del esfuerzo normal máximo o mínimo, la del esfuerzo cortante máximo y de Von Mises.

En la unidad didáctica IV versa sobre fallas por fatiga resultantes de los esfuerzos variables en el tiempo. Para esta unidad es necesario aplicar los conocimientos, competencias habilidades y actitudes adquiridos en la unidad anterior y utilizarlos para analizar los elementos de máquinas que están sometidos a esfuerzos que cambian a través del tiempo, así como conocer la propiedad de resistencia a fatiga que tiene los materiales y utilizar la teoría de Soderberg para el análisis de la resistencia de las piezas sometidas a tensiones fluctuantes con componentes de tensión media positiva. La teoría se basa en los valores de tensión media y tensión alternante en el punto analizado.

De todas las teorías que analizan este comportamiento, la teoría de Soderberg es la más conservadora. Las ecuaciones que se utilizan para definir esta teoría de falla son las que se estudian aquí. En donde se utiliza el límite de fluencia a la tensión. Las definiciones de tensión alternante o esfuerzo variable, la tensión media o esfuerzo medio. El coeficiente de seguridad se obtiene por medio de la ecuación de Soderberg o la de la gráfica de Soderberg, la teoría se representa por una línea recta en el gráfico de tensión media frente a tensión alternante (llamada línea de Soderberg) que indica la frontera de fallo.

En la unidad didáctica V trata sobre velocidad critica de ejes. Para esta unidad se requiere que el estudiante domine los conocimientos de vigas (diagramas de fuerza cortante, momentos y cálculo de deflexiones en vigas, temas examinados en la materia de Resistencia de Materiales). Aquí se estudia el hecho de que todos los ejes, aun sin la presencia de cargas externas, se deforman durante la rotación. La magnitud de la deformación depende de la rigidez del eje y de sus soportes, de la masa total del eje, y de las piezas que se le añaden. También depende del desequilibrio de la masa con respecto al eje de rotación y del amortiguamiento presente en el sistema. La deformación, considerada como una función de la velocidad de giro del eje, presenta sus valores máximos en las llamadas velocidades críticas. Un sistema de una masa, será un sistema de un grado de libertad, y tendrá una velocidad crítica. Para sistemas de n masas, esto es n grados de libertad, habrá n velocidades críticas. Los métodos a estudiar son: a) Rayleigh-Ritz, b) de Dunkerley y c) la ecuación de frecuencias.

En la unidad didáctica VI trata sobre transmisión de potencia mediante ejes y es con la finalidad de estudiar los problemas básicos de diseño de transmisión, por tanto, es necesario utilizar la mayor parte – si no todas—los principios fundamentales estudiados en las unidades previas de este curso, además de los conocimientos de las materias previas, para hacer posible analizar los ejes de transmisión con algo más de detalle. Se estudian el diseño

por cargas estáticas aplicando las teorías de fallas estudiadas aquí aplicando el código ASME, análisis de flexión alternante y torsión contigua, análisis de rigidez y análisis de velocidad critica.	
Perfil del(los) instructor(es):	Ingeniero Mecánico, Ingeniero Industrial Mecánico o Ingeniero en Mecatrónica, con experiencia docente y desarrollo profesional comprobado. De preferencia doctorado en Mecatrónica o Ingeniería Mecánica.

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 FISICOS Y CREAR PROTOTIPOS QUE LOS CONCEPTUALIZEN
  - Ilustrar sistemas mecánicos que satisfagan especificaciones requeridas como pautas de movimiento o piezas móviles a cierta potencia.
  - Formular análisis y síntesis de los elementos de máquinas en cuanto a su cinemática rotacional o de traslaciones.
- CAPACIDAD PARA ANALIZAR LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS EN EQUIPOS Y SISTEMAS MECATRÓNICOS Y EMITIR DIAGNOSTICOS DE EFICIENCIA DE LOS MISMOS
  - Identificar el tipo de movimiento desarrollado por partículas y cuerpos rígidos, determinando las causas que lo producen a partir de conceptos, principios y leyes.
- CAPACIDAD PARA APLICAR LA MANUFACTURA COMPUTARIZADA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MECANIMOS Y COMPONENTES MECATRÓNICOS.
  - Usar tecnologías de diseño y manufactura asistido por computadora para elaborar y programar el proceso de fabricación

Objetivo General:

Conocer las bases del diseño mecánico referentes a esfuerzos, tolerancias, fatiga, velocidad de componentes, potencia, ejes de transmisión y otros conceptos que se utilizan en los elementos de máquinas, para efectos de emplearlos en forma eficaz al momento de integrar un dispositivo mecánico de buen desempeño y comprender los elementos que se relacionan con el diseño de sistemas mecánicos robustos.

Objetivos Específicos:

1. Conocer las diversas nociones y enfoques fundamentales del diseño, también conocer como las diferencias entre diseño y análisis de esfuerzos.
2. Aplicar un sistema dimensional para establecer los ajustes y tolerancias para un elemento de máquina.
3. Aprender a realizar el análisis de carga para determina los esfuerzos principales, considerando los factores de seguridad.
4. Aprender a considerar la fatiga en los materiales para estimar el tiempo de vida de una pieza mecánica.
5. Comprender como determinar las velocidades en las cuales se produce resonancia en los ejes de transmisión de potencia.
6. Aprender a considerar los diversos factores mecánicos y normas para el diseño de ejes de transmisión de potencia.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – INTRODUCCIÓN AL DISEÑO MECÁNICO.
Unidad Didáctica II – FIJACIÓN DE DIMENSIONES, DEFINICIONES Y NORMAS.
Unidad Didáctica III – ANÁLISIS DE CARGA Y ESFUERZO Y FALLAS POR CARGA ESTÁTICA.
Unidad Didáctica IV – FALLAS POR FATIGA RESULTANTES DE LOS ESFUERZOS VARIABLES EN EL TIEMPO.
Unidad Didáctica V – VELOCIDAD CRÍTICA DE EJES.
Unidad Didáctica VI – TRANSMISIÓN DE POTENCIA MEDIANTE EJES.

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

Unidad didáctica I. Introducción al diseño mecánico

En la unidad didáctica I busca crear consciencia de que diseño mecánico es una tarea compleja que requiere muchas habilidades. Es necesario subdividir grandes relaciones en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se presentan y se revisan. Comienza con la explicación de algunas de las diferencias entre el diseño y el análisis, y presenta diversas nociones y enfoques fundamentales del diseño.

- El diseño.
- El diseño en ingeniería mecánica.
- Fase e interacciones del proceso de diseño.
- Consideraciones de diseño.
- Herramientas y recursos de diseño. (CAD,Software como Aries, AutoCAD, CadKey, I-Deas, Unigraphics, Solid Works y ProEnginee).
- Adquisición de información técnica.
- Responsabilidades profesionales del ingeniero de diseño.
- Normas y códigos, las organizaciones de interés para los ingenieros mecánicos.
- Economía.
- Tamaños estándar
- Dimensiones y tolerancias.

- Unidades.
- Cálculos y cifras significativas.

Unidad didáctica II. Fijación de dimensiones, definiciones y normas
La unidad didáctica II, se abordan aspectos con la idea de que el Ingeniero en Mecatrónica deba estar familiarizado con las prácticas normales de fijación de dimensiones para un efectivo control del diseño, además con las tolerancias de piezas embonantes y de ensambles o montajes diversos, cuyo diseño tienen un efecto significativo en el costo y la confiabilidad del producto terminado. En esta unidad se deben conocer la terminología usual y conocer las normas USASI (United States of America Standars Institute).

- Los Ajustes.
- El sistema de orificio normal básico.
- Discrepancias y tolerancias recomendadas.
- El montaje selectivo.
- Los esfuerzos debidos a los ajustes de interferencia.
- Fuerzas y montajes de torsión.
- El montaje de ajustes de presión.
- Resolución de problemas.

Unidad didáctica III. Análisis de carga y esfuerzo y fallas por carga estática
La unidad didáctica III trata sobre análisis de carga y esfuerzo y fallas por carga estática, Se requiere que se use las propiedades mecánicas de los materiales, como límite de proporcionalidad, de fluencia, de resistencia última, módulo de Poisson, deformación simple; y de manera equivalente para la torsión, esfuerzos flectores y las deflexiones en vigas. Revisar el análisis de estructuras, armazones y máquinas con la finalidad de aprender las teorías de falla como las del esfuerzo normal máximo o mínimo, la del esfuerzo cortante máximo y de Von Mises.

- El diseño de máquinas.
- Los esfuerzos normales máximo y mínimo.
- El esfuerzo cortante máximo.
- Las aplicaciones.
- Resolución de problemas.

Unidad didáctica IV. Fallas por fatiga resultantes de los esfuerzos variables en el tiempo
En la unidad didáctica IV es para analizar los elementos de máquinas que están sometidos a esfuerzos que cambian a través del tiempo, así como conocer la propiedad de resistencia a fatiga que tiene los materiales y utilizar la teoría de Soderberg para el análisis de la resistencia de las piezas sometidas a tensiones fluctuantes con componentes de tensión media positiva. La teoría se basa en los valores de tensión media y tensión alternante en el punto analizado.

- El diseño de elementos de máquinas por su resistencia.
- La resistencia de un elemento de una máquina.
- La concentración de esfuerzo.
- La sensibilidad a la entalla.
- Clasificación de los esfuerzos variables.

- Límite de fatiga.
- El esfuerzo cortante máximo equivalente.
- Resolución de problemas.

Unidad didáctica V. Velocidad critica de ejes

En la unidad didáctica V se aborda la deformación, considerada como una función de la velocidad de giro del eje, que presenta sus valores máximos en las llamadas velocidades críticas. Un sistema de una masa, será un sistema de un grado de libertad, y tendrá una velocidad crítica. Para sistemas de n masas, esto es n grados de libertad, habrá n velocidades críticas. Los métodos a estudiar son: a) Rayleigh-Ritz, b) de Dunkerley y c) la ecuación de frecuencias.

- La velocidad crítica de ejes.
- La primera velocidad crítica.
- La frecuencia natural de un eje.
- Cálculo de la primera velocidad critica por el método de Rayleigh-Ritz.
- Cálculo de la primera velocidad critica por el método de Dunkerley.
- Determinación de las velocidades más altas con la ecuación de frecuencias.
- Solución de casos.

Unidad didáctica VI. Transmisión de potencia mediante ejes

En la unidad didáctica VI trata sobre transmisión de potencia mediante ejes y es con la finalidad de estudiar los problemas básicos de diseño de transmisión, Se estudia el diseño por cargas estáticas aplicando las teorías de fallas estudiadas aquí aplicando el código ASME, análisis de flexión alternante y torsión contigua, análisis de rigidez y análisis de velocidad critica.

- El diseño de ejes.
- El diseño de ejes de materiales dúctiles y la ecuación del código ASME.
- Diseño de ejes por rigidez torsional.
- El diseño de ejes por rigidez lateral.
- Las dimensiones normales de los ejes.
- Los momentos de torsión y de flexión.
- Solución problemas del diseño de ejes.

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.
    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. Calculadoras. como: HP 50G, TI Voyage 200, TI-NSPIRE CX-CAS, HP Prime o la Casio ClassPad 400.
7. Prototipos didácticos de laboratorio de ingeniería mecánica.

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 y II	Examen escrito	20 %
2	H, A	Utilización de herramientas tecnológicas para la solución de problemas	Se evaluará la capacidad en relación a trabajo en equipo y análisis	Diseño y presentación de ejercicios resueltos mediante método alternativo	15 %

3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	H, A	Ejercicios realizados en laboratorio	Se evaluarán los conocimiento, habilidades y actitudes en la realización de prácticas de laboratorio	Reporte de práctica de laboratorio	15 %
5	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades V y VI	Examen escrito	20 %
6	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