

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Vibraciones Mecánicas
Carrera: Ingeniería Mecánica
Clave de la asignatura: MCT - 0542
Horas teoría-horas práctica-créditos 2 – 3 – 7

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Culiacán del 14 al 18 de Junio de 2004	Representantes de las academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí y Veracruz	Academia de Ingeniería Mecánica.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la reunión nacional de evaluación
Instituto Tecnológico de Pachuca del 8 al 12 de noviembre de 2004.	Comité de Consolidación de la carrera de Ingeniería Mecánica.	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica .

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Matemáticas IV	Álgebra Compleja, matrices	Diseño II	Velocidades críticas, Fuerzas dinámicas en cojinetes y volantes.
Matemáticas V	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Series de Fourier. Transformada de Laplace.	Mantenimiento	Monitoreo de maquinaria, instalación y montaje de equipos
Física II	Leyes del movimiento. 1ª, 2ª y 3ª ley de Newton.		
Mecanismos	Análisis de velocidades. Movimiento armónico.		
Mecánica de materiales I	Cálculo de reacciones. Cálculo de esfuerzos.		
Métodos numéricos	Problemas de valor propio. Métodos numéricos. Integración numérica.		

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Diseñar, implantar y mejorar sistemas y métodos de trabajo
- Analizar sistemas dinámicos y maquinaria y establecer elementos para diagnosticar sus fallas.

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Modelará sistemas mecánicos oscilatorios para determinar su comportamiento dinámico y aplicará métodos de medición y análisis de vibraciones para realizar diagnósticos de fallas en las máquinas y aplicará métodos de balanceo dinámico de maquinaria.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Cinemática de la vibración	1.1 Concepto de grados de libertad. 1.2 Movimiento armónico y su representación. 1.3 Uso de fasores para la suma, resta, multiplicación y división de movimiento armónico. 1.4 Serie de Fourier aplicada al movimiento armónico. 1.5 Diagnóstico de fallas en la maquinaria rotatoria a partir del registro de la vibración.
2	Vibración libre de sistemas de un grado de libertad	2.1 Relaciones constitutivas del elemento resorte, inercia y amortiguador. 2.2 Combinación de resortes. 2.3 Método de las fuerzas para el análisis de sistemas. 2.4 Método de la energía para sistemas sin amortiguamiento. 2.5 Masa efectiva. 2.6 Análisis de sistemas con amortiguamiento.
3	Sistemas de un grado de libertad con excitación armónica	3.1 Análisis de un sistema sujeto a fuerza armónica externa. 3.2 Desbalance rotatorio. 3.3 Cabeceo de flechas rotatorias. 3.4 Excitación armónica en la base. 3.5 Aislamiento de vibración y cimentación de maquinaria. 3.6 Instrumentos de medición de vibración.
4	Balanceo de rotores	4.1 Conceptos de desbalance, rotor rígido y rotor flexible. 4.2 Balanceo estático. 4.3 Balanceo dinámico en uno y dos planos por el método de coeficientes de influencia.

		4.4 Tolerancias de desbalance.
5	Sistemas de un grado de libertad con excitación arbitraria	5.1 Análisis de sistemas sometidos a excitación de impulso y a excitación arbitraria. 5.2 Integral de convolución. 5.3 Excitación de la base.
6	Sistemas de varios grados de libertad	6.1 Vibración de modo normal para sistemas de dos grados de libertad. 6.2 Acoplamiento de coordenadas. 6.3 Propiedades ortogonales. 6.4 Matriz modal. 6.5 Vibración forzada. 6.6 Absorbedor de vibración.

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Matemáticas IV: Álgebra compleja, Matrices, operaciones de matrices, inversión, valores característicos.
- Matemáticas V: Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden, de coeficientes constantes, Cálculo de los coeficientes de la serie de Fourier, Uso de la transformada de Laplace para la solución de ecuaciones diferenciales.
- Física I: Cálculo de momentos de inercia y uso del teorema de ejes paralelos.
- Física II: Leyes de Newton del movimiento de cuerpos, Aplicación de la segunda ley de Newton para la determinación de las ecuaciones diferenciales del movimiento.
- Mecanismos: Movimiento armónico, Análisis de velocidades en mecanismos.
- Mecánica de materiales I: Cálculo de reacciones en los apoyos de sistemas estáticamente determinados, Cálculo del esfuerzo de tensión, flexión y torsión.
- Métodos numéricos: Integración numérica.

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Al inicio de la materia aplicar una evaluación diagnóstica
- Fomentar la investigación en diversos medios.
- Propiciar el uso de técnicas grupales.
- Realizar visitas industriales.
- Asignar para cada unidad de aprendizaje, una o más tareas consistentes en problemas a resolver.
- Realizar una práctica de laboratorio que muestre el uso de los espectros de Fourier en el diagnóstico de fallas de maquinaria rotatoria a partir de la señal de vibración en los cojinetes.

- Realizar un programa en computadora para simular las vibraciones de un sistema libre con condiciones iniciales.
- Balancear un rotor, corto o largo, por la técnica de balanceo dinámico en uno o dos planos. Para esto puede evaluarse la unidad con la práctica de laboratorio.
- Utilizar un paquete de software para resolver sistemas de varios grados de libertad, resolviendo el problema de valor propio.

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Realizar un examen escrito de cada unidad.
- Evaluar asignación de ejercicios por cada unidad del programa.
- Revisión de los reportes de laboratorio.
- Reporte de visitas industriales.
- Participación individual y por escrito.
- Revisión de los trabajos de computación, con aplicaciones.

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Cinemática de la vibración

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
El estudiante describirá la cinemática del movimiento oscilatorio y las técnicas de análisis de la vibración.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el concepto de grados de libertad en algún caso práctico. • Representar el movimiento armónico, y emplear los fasores para la suma, resta, multiplicación y división de movimiento armónico en el laboratorio. • Aplicar la serie de Fourier al análisis de la vibración periódica. • Por equipo diagnosticar las fallas en la maquinaria rotatoria a partir del registro de la vibración. 	1, 3, 6 y 7

Unidad 2.- Vibración libre de sistemas de un grado de libertad

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Determinará la ecuación del movimiento de la vibración libre de sistemas con y sin amortiguamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Aplicar las relaciones constitutivas del elemento resorte, inercia y amortiguador tanto en traslación como en rotación.• Aplicar las fórmulas de combinación de resortes.• Aplicar las fórmulas del momento de inercia y del teorema de ejes paralelos.• Aplicar el método de las fuerzas para el análisis de sistemas.• Aplicar el método de la energía para sistemas sin amortiguamiento.• Determinar la masa efectiva de diversos sistemas.• Analizar los sistemas con amortiguamiento y emplear el decremento logarítmico en el cálculo de coeficiente de amortiguamiento.	1,3 y 6

Unidad 3.- Sistemas de un grado de libertad con excitación armónica

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Analizará el comportamiento de los sistemas de un grado de libertad cuando se excitan por fuerzas armónicas o por movimientos armónicos en la base.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar el sistema con la fuerza armónica externa actuando sobre la masa y determinar la condición de resonancia.• Analizar el desbalance rotatorio.• Analizar el cabeceo de flechas rotatorias.• Analizar sistemas con excitación armónica en la base.• Analizar las formas de aislar las vibraciones en la cimentación de maquinaria.• Determinar la masa requerida para absorber la vibración.• Analizar los principios de los instrumentos de medición de vibración.	4,5 y 6

Unidad 4.- Balanceo de rotores

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Se capacitará en las técnicas de balanceo estático y dinámico de rotores en uno y dos planos.	<ul style="list-style-type: none">• Identificar los conceptos de desbalance, par de desbalance, rotores rígidos y rotores flexibles.• Determinar los parámetros del balanceo estático.• Determinar los parámetros del balanceo dinámico en uno y dos planos por el método de coeficientes de influencia.• Aplicar las tolerancias de desbalance.	2 y 8

Unidad 5.- Sistemas de un grado de libertad con excitación arbitraria

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Analizará y aplicará el comportamiento de los sistemas de un grado de libertad cuando se excitan mediante fuerzas arbitrarias.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar los sistemas sometidos a excitación de impulso o delta de Dirac y a excitación arbitraria.• Aplicar la integral de convolución.• Analizar la excitación en la base.	4,5 y 6

Unidad 6.- Sistemas de varios grados de libertad

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Analizará el comportamiento de los sistemas de varios grados de libertad en vibración libre y forzada.	<ul style="list-style-type: none">• Determinar la vibración de modo normal para sistemas de dos grados de libertad.• Analizar el acoplamiento de coordenadas.• Analizar las propiedades ortogonales de los vectores característicos.• Determinar la matriz modal.• Analizar la vibración forzada y el desacoplamiento de coordenadas.• Analizar el absorbedor de vibración.	4,5 y 6

10. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Newland, D.E. *An Introduction to Mechanical Vibration: Analysis and Computatio*. Editorial Wiley.
2. Lalanne & Ferraris. *Rotor Dynamics Prediction in Engineering*. Editorial Wiley.
3. Steidel, R.F. *An Introduction to Mechanical Vibrations*. Editorial Wiley.
4. Weaver, Timoshenko, and Young. *Vibration Problems in Engineering*. Editorial Wiley.
5. Wilson, W. Ker. *Practical Solution of Torsional Vibrational Problems*. Editorial Wiley.
6. Thomson, W.T. *Teoría de Vibraciones con Aplicaciones*. Editorial Prentice-Hall.
7. Vierck, E. *Vibration Analysis*. Editorial Mc Graw-Hill.
8. Den Hartog, J.P. *Mechanical Vibration*. Editorial Mc Graw-Hill.
9. Meirovitch, L. *Elements of Vibration Analysis*. Editorial Mc Graw-Hill.

11. PRÁCTICAS PROPUESTAS.

1. Análisis armónico: Conocer el equipo de medición de las vibraciones mecánicas y efectuar un análisis armónico.
2. Péndulo simple: Demostrar que el período de oscilación de las partículas no depende de la masa sino de la longitud de la cuerda.
3. Péndulo compuesto: Determinar el momento de inercia de un cuerpo por el método del péndulo compuesto.
4. Sistema masa-resorte: Determinar la relación constitutiva de resortes así como su masa efectiva
5. Determinación del momento de inercia: Determinar experimentalmente el momento de inercia por el método del cuerpo en caída.
6. Oscilaciones torsionales de un rotor simple: Analizar las vibraciones torsionales de un sistema no amortiguado.
7. Vibraciones libres amortiguados de un sistema resorte-masa rígida: Determinar el amortiguamiento de un sistema.
8. Vibración forzada de un sistema masa resorte sin amortiguamiento: Observar el fenómeno de la resonancia y determinar su frecuencia para un sistema de amortiguamiento despreciable.
9. Balanceo dinámico en un plano: Reducir la vibración del rotor por debajo del nivel de tolerancia.
10. Balanceo dinámico en dos planos: Aplicar el método de balanceo en dos planos para reducir la vibración por debajo del nivel de tolerancia.
11. Absorbedor no amortiguado de vibraciones: Observar la aplicación de un absorbedor de vibraciones en una viga con apoyos simples.