

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo			
P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA			
Asignatura:	Mecánica Vibratoria		
Profesor Titular:	Dr. Raúl Oscar Curadelli		
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica		
Año: 2023	Semestre: 7	Horas Semestre: 60	Horas Semana: 4

### OBJETIVOS

#### Generales

- Desarrollar la capacidad de interpretar el fenómeno físico que se produce en un sistema vibrante.
- Desarrollar la capacidad para construir un modelo matemático de un sistema vibrante real de varios grados de libertad y llevar a cabo la simulación de su comportamiento.
- Analizar e interpretar los resultados provenientes del modelo matemático de un sistema vibrante.
- Formar un profesional creativo, crítico, capaz de abordar proyectos que involucren la temática de la asignatura.
- Promover habilidades y hábitos de consulta metódica de información en bibliografía original.

#### Específicos de Conocimientos

Al finalizar el curso los alumnos deben conocer:

- Los elementos que componen un sistema dinámico lineal y las propiedades que caracterizan al mismo.
- Las leyes físicas que rigen el comportamiento de un sistema dinámico lineal.
- Diferentes métodos analíticos y numéricos para modelar sistemas dinámicos de uno y varios grados de libertad.
- Las técnicas para determinar la respuesta de un sistema dinámico en vibraciones libres y bajo excitaciones armónicas, periódicas y arbitrarias.
- El método de descomposición modal para determinar la respuesta dinámica de un sistema dinámico lineal de varios grados de libertad bajo cualquier excitación externa.

#### Específicos de Actitudes

Al finalizar el curso los alumnos deben estar en condiciones de:

- Identificar el tipo de problema vibratorio al cual se enfrenta y saber discernir sobre la metodología de resolución.
- Realizar una evaluación crítica del material bibliográfico referente a vibraciones mecánicas.

#### Específicos de Habilidades

Al finalizar el curso los alumnos deben ser capaces de:

- Construir un modelo matemático a partir del sistema físico vibratorio real.
- Determinar e identificar las propiedades de sistemas dinámicos de uno y varios grados de libertad.
- Determinar la respuesta de sistemas dinámicos en vibración libre y bajo excitaciones armónicas, periódicas y arbitrarias.
- Hacer un análisis crítico de los diferentes métodos de cálculo a aplicar para determinar la respuesta de un sistema vibrante.
- Analizar en forma crítica las distintas alternativas de solución a un determinado problema de vibración.

## **CONTENIDOS**

### **1. UNIDAD 1: Introducción a las vibraciones mecánicas**

- 1.1 Vibraciones mecánicas, definición.
- 1.2 Grados de libertad.
- 1.3 Sistemas discretos y continuos.
- 1.4 Clasificación de las vibraciones.

### **2. UNIDAD 2: Sistemas con un grado de libertad**

- 2.1 Componentes de un sistema dinámico básico.
- 2.2 Métodos de formulación: Condiciones de equilibrio dinámico (Principio de D'alembert) , Trabajos virtuales, Principio de Hamilton y Ecuaciones de Lagrange.
- 2.3 Influencia de la fuerza de gravedad.
- 2.4 Influencia de la excitación del soporte.

### **3. UNIDAD 3: Respuesta en vibraciones libres**

- 3.1 Solución de la ecuación de movimiento.
- 3.2 Vibraciones libres no amortiguadas. Ejercicios.
- 3.3 Vibraciones libres amortiguadas: sistemas sub-amortiguado, sobre-amortiguado y con amortiguamiento crítico, Ejercicios.
- 3.4 Decremento logarítmico.
- 3.5 Tipos de amortiguamiento: Histerético y de Coulomb.

### **4. UNIDAD 4: Respuesta a cargas armónicas**

- 4.1 Sistema no amortiguado: solución complementaria, particular y general.
- 4.2 Sistema amortiguado. Respuesta transitoria y permanente. Resonancia. Ejercicios.
- 4.3 Sensores de aceleración y desplazamiento.
- 4.4 Aislamiento de la vibración. Ejercicios.
- 4.5 Evaluación del amortiguamiento en sistemas de un grado de libertad

### **5. UNIDAD 5: Respuesta a cargas periódicas**

- 5.1 Expresión de una carga periódica en serie de Fourier. Uso de software. Ejercicios.
- 5.2 Respuesta de un sistema a la carga expresada por serie de Fourier. Uso de software. Ejercicios.
- 5.3 Respuesta de un sistema amortiguado en el dominio de la frecuencia. Ejercicios

### **6. UNIDAD 6: Respuesta a una carga dinámica general**

- 6.1 Respuesta de un sistema no amortiguado mediante Integral de Duhamel. Ejercicios.
- 6.2 Respuesta de un sistema amortiguado mediante Integral de Duhamel. Ejercicios.
- 6.3 Métodos de integración paso a paso. Uso de software. Ejercicios.

### **7. UNIDAD 7: Sistemas con más de un grado de libertad**

- 7.1 Sistemas con dos grados de libertad.
- 7.2 Sistemas con más de dos grados de libertad.
- 7.3 Formas y frecuencias modales.
- 7.4 Condiciones de ortogonalidad.
- 7.5 Análisis de la respuesta mediante descomposición modal.
- 7.6 Amortiguamiento no proporcional.
- 7.7 Determinación de frecuencias naturales y relación de amortiguamiento viscoso en forma experimental.

**8. UNIDAD 8: Introducción a los sistemas continuos**

- 8.1 Vibración flexional.
- 8.2 Condiciones de ortogonalidad.
- 8.3 Análisis de la respuesta mediante descomposición modal.

**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

La modalidad adoptada para impartir los contenidos es mediante clases teórico práctica. Se considera adecuado el método clásico de tiza y pizarrón para dar la posibilidad a los alumnos de aprehender los conocimientos impartidos en un proceso interactivo bajo una perspectiva de discusión crítica. Se utilizarán los recursos tecnológicos disponibles (transparencias, cañón de proyección, etc.) en algunas clases particulares.

Durante la exposición de los temas teóricos, y para una mejor comprensión de los conceptos, se realiza una constante asociación entre los problemas formulados con ejemplos prácticos. Se dispone especial atención en la correspondencia entre el modelo matemático y el sistema físico real a fin de evaluar limitaciones, diferencias e hipótesis simplificadoras. Se estimula fuertemente la realización de preguntas, inquietudes y el análisis crítico. Luego de cada evaluación parcial, se discute sobre los errores cometidos con mayor asiduidad.

Complementariamente se dispone de material de consulta desarrollado específicamente para cada una de las unidades de la asignatura. Con el fin de mejorar la comprensión de problemas vibratorios prácticos reales y desarrollar la habilidad de simular matemáticamente su comportamiento se dispone de una guía de trabajos prácticos con ejercicios referidos a cada unidad temática a ser resueltos en horarios extra clase. De esta manera se refuerza la capacidad de abstracción y creatividad del alumno en el pasaje del modelo físico real al modelo matemático. Por otro lado, la resolución de ejercicios no sólo es fundamental para la comprensión del problema, sino como medio para la consolidación de conocimientos e ilustración de conceptos. Complementariamente se dispone la bibliografía detallada a continuación.

Para integrar y afianzar los conocimientos adquiridos y desarrollar capacidades y aptitudes interpersonales, se propone la realización, en grupo de 2 o 3 alumnos como máximo, de un proyecto final integrador referido a un problema real de vibraciones el cual debe ser desarrollado y expuesto en forma oral.

En resumen, las clases teóricas del curso con sus respectivos ejercicios modelo más el conjunto de ejercicios prácticos propuestos para resolución individual, las evaluaciones parciales y el trabajo integrador constituyen la base de trabajo para el aprendizaje.

**DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA**

Actividad	Carga horaria por semestre
Teoría y resolución de ejercicios modelo	40
Formación práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	5
Resolución de problemas de ingeniería	15
<b>Total</b>	<b>60</b>

**BIBLIOGRAFÍA****Bibliografía básica**

Autor	Título	Editorial	Año	
-------	--------	-----------	-----	--

Prof. Oscar Curadelli	<i>Apuntes de cada unidad del programa</i>		2021	Distribuido a alumnos
Daniel J. Inman	<i>Engineering Vibration</i>	Pearson	3a edic. 2008.	en biblioteca
Clough, R., W. and Penzien.	<i>Dynamics of Structures.</i>	Mc-Graw-Hill	1975	en biblioteca
THOMSON, Willian	<i>Teoría de las vibraciones con Aplicaciones.</i>	Prentice Hall	2a.edic. 1982.	en biblioteca
B. Balachandran and E. Magrab .	<i>Vibraciones</i>	Thompson	2004	en biblioteca

#### ***Bibliografía complementaria***

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Editorial</b>	<b>Año</b>	
Graham Kelly S.	<i>Mechanical Vibrations. Schaum's outlines</i>	Mc.Graw Hill	1996	en biblioteca
Den Hartog P..	<i>Mecánica de las vibraciones.</i>	Mc-Graw Hill.	1987	en biblioteca

### **EVALUACIONES**

Se proponen dos (2) evaluaciones parciales de tipo teórico-práctico y la evaluación recuperadora de exclusivamente un parcial (no pueden ser recuperados ambos parciales). Como complemento se requiere la presentación oral de un trabajo final integrador que consiste en un análisis de vibraciones sobre un sistema dinámico propuesto. A los efectos de obtener la regularidad, el alumno debe aprobar ambas evaluaciones parciales o bien una evaluación parcial y el correspondiente recuperatorio de la restante con un puntaje de al menos 60% de los contenidos correctos. Solo se podrá recuperar exclusivamente un solo parcial. Adicionalmente debe aprobar la presentación oral del trabajo final integrador. Se deberá cumplir con el 75% de asistencia a clases. En caso que el alumno no cumpla algún requerimiento mencionado, no podrá alcanzar la regularidad.

Para acceder al examen final es condición necesaria haber alcanzado la regularidad.

La aprobación de la materia para alumnos regulares se realizará mediante un examen final teórico-práctico que consta de una parte preliminar escrita (eliminatória) y una segunda instancia oral que consiste en la exposición de al menos dos (2) temas del programa de la asignatura. En ambas instancias debe alcanzar como mínimo un puntaje de 60% de los contenidos correctos.

Aquellos alumnos que tuvieran aprobados los dos parciales en primera instancia (sin recuperación) y el trabajo final integrador, pueden acceder como única vez al examen oral final directamente. De lo contrario, deben aprobar un examen final preliminar escrito (eliminatório) de tipo teórico-práctico antes de la evaluación oral final.

No se admite el estudiante en condición de libre (cualquiera de ellas) para rendir un examen final dispuesto en el Calendario Académico.

**FECHA, FIRMA Y ACLARACIÓN TITULAR DE CÁTEDRA**