

**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**

**VIBRACIONES DE SISTEMAS CONTINUOS**

<b>MÓDULO</b>	<b>MATERIA</b>	<b>CURSO</b>	<b>SEMESTRE</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>TIPO</b>
Sísmica y Dinámica Estructural	Materias Aplicadas	1º	2º	3,6	Optativa
<b>MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:</b>		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
<p>Se recomienda tener cursada la asignatura de Dinámica de Estructuras. Es recomendable tener conocimientos adecuados de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Geometría diferencial de curvas y superficies.</li><li>• Ecuaciones Diferenciales.</li></ul> <p>En la asignatura se introducirán no obstante todos los fundamentos matemáticos necesarios.</p>					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS</b>					
<p>Se presenta un tratamiento analítico (exacto) de las vibraciones en sistemas de masa y elasticidad distribuida, cuyos ejemplos más representativos son, por orden de dificultad creciente, los cables, vigas, membranas, placas y sólidos. Se presentan los métodos clásicos (newtonianos) para formular las ecuaciones diferenciales del movimiento y, a continuación, la metodología unificada o lagrangiana. Se resolverán ejemplos ilustrativos, propios de la ingeniería civil, mediante desarrollo manual y también empleando códigos numéricos y simbólicos basados en Python, C++, Matemática y Matlab.</p>					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
<p><u>Competencias básicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.</li><li>• CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.</li><li>• CB3: Comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las</li></ul>					



sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

- CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

#### Competencias específicas

- CE7: Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga.
- CE8: Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas.
- CE9: Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras.
- CE14: Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero.

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

El alumno conocerá y comprenderá:

- Planteamientos clásico y variacional de los problemas vibratorios en sistemas continuos.
- Método de separación de variables. Ecuaciones diferenciales ordinarias en problemas vibratorios. Concepto de Funcional. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Formulación unificada.
- Resolución numérica aproximada de problemas vibratorios: métodos de Ritz y Galerkin. Cociente de Rayleigh.
- Problemas vibratorios con planteamiento clásico en casos 1D: cuerda vibrante, vibraciones axiales y torsionales en barras. Vibraciones lineales y no lineales. Amortiguamiento y fuentes de amortiguamiento.
- Problemas vibratorios en vigas. Viga de Bernoulli-Euler. Influencia de la masa rotacional y viga de Rayleigh. Viga de Timoshenko con inercia rotacional.
- Problemas vibratorios en membranas, placas y láminas.
- Problemas vibratorios en sólidos. Contraste con soluciones para sistemas continuos 1D, 2D, 3D.
- Programación de problemas de vibraciones en distintos entornos: orientado a objetos (C++, Python), simbólicos (Mathematica), Interpretado (Matlab).

El alumno será capaz de:

- Plantear un problema de vibraciones en un sistema continuo general, independiente del método particular de resolución numérica.



- Obtener numéricamente frecuencias naturales y modos de vibración mediante métodos numéricos o analíticos.
- Plantear e implementar en entorno computacional de cálculo simbólico y numérico (Mathematica, Python, Matlab, Maxima, C++) problemas vibratorios en sistemas continuos.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### PARTE I: FORMULACIÓN CLÁSICA O NEWTONIANA

- Tema 1. Conceptos previos: ecuaciones diferenciales ordinarias; oscilador de 1 GDL; concepto de funcional, ecuaciones de Euler-Lagrange.
- Tema 2. Concepto de sistema continuo.
- Tema 3. Vibraciones transversales en cuerdas.
- Tema 4. Vibraciones longitudinales y torsionales en barras.
- Tema 5. Vibraciones transversales en vigas.
- Tema 6. Vibraciones en membranas.
- Tema 7. Vibraciones en placas.
- Tema 8. Vibraciones en láminas.
- Tema 9. Vibraciones en sólidos.

### PARTE II: FORMULACIÓN VARIACIONAL O LAGRANGIANA

- Tema 1. Modelado geométrico y mecánico 1D de las piezas alargadas.
- Tema 2. Aplicación al estudio de la torsión mixta y de las vibraciones transversales y axiles de la viga recta.
- Modelado geométrico y mecánico 2D de las láminas delgadas.
- Aplicación a la placa recta y a la lámina cilíndrica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Vibrations of Continuous Systems. *A. W. Leissa and M. H. Qatu.*
- Vibration of Solids and Structures under Moving Loads. *L. Fryba.*
- Dynamics of Structures. *J.L. Humar*
- Analytical Methods in Vibrations. *Leonard Meirovitch*
- Vibration of Plates. *Arthur Leissa*
- Formulas for Natural Frequency and Mode Shape. *R.D. Blevins*
- Ingeniería de Puentes. Análisis Estructural. *Salvador Monleón*
- Curso de Puentes. *Salvador Monleón*
- Análisis de vigas, arcos, placas y láminas: una presentación unificada. *Salvador Monleón*
- Vibration Problems in Engineering. *W. Weaver, S.P. Timoshenko, D.H. Young*
- Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. *A.K. Chopra*
- Dynamics of Structures. *R.W. Clough, J. Penzien*



<b>ENLACES RECOMENDADOS</b>
<b>METODOLOGÍA DOCENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lección Magistral / Expositiva. Se expondrán los contenidos teóricos, con ejemplos explicativos. Clase presencial.</li> <li>• Resolución de problemas y estudio de casos prácticos. Se realizará parte en clase, y parte mediante trabajo individual del alumno, con entregas de ejercicios resueltos por parte del alumno. Parte de estos ejercicios tendrá contenido computacional.</li> <li>• Realización de dos trabajos individuales, uno para cada parte de la asignatura.</li> </ul>
<b>EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)</b>
<p>La asignatura se evaluará como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia a clase y resolución de tareas con fecha de entrega prefijada, y la participación del alumno en las clases (30% de la nota final)</li> <li>• Realización de dos trabajos individuales (uno para cada parte de la asignatura) en el que deberán aplicar los conocimientos adquiridos (70% de la nota final).</li> </ul>
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>

