

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA**



**UNIDAD ACADÉMICA:  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA  
UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**DINÁMICA ESTRUCTURAL**

<b>DES:</b>	Ingeniería
<b>Programa académico</b>	Ingeniería Civil.
<b>Tipo de materia (Obli/Opta):</b>	Optativa
<b>Clave de la materia:</b>	OPCV15
<b>Semestre:</b>	Noveno
<b>Área en plan de estudios:</b>	Específica
<b>Total de horas por semana:</b>	4
<i>Teoría: Presencial o Virtual</i>	3
<i>Laboratorio o Taller:</i>	0
<i>Prácticas:</i>	0
<i>Trabajo extra-clase:</i>	1
<b>Créditos Totales:</b>	4
<b>Total de horas semestre (x sem):</b>	64
Fecha de actualización:	Octubre 2024
<i>Prerrequisito (s):</i>	CV702 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO ESTRUCTURAL

**DESCRIPCIÓN:**

El propósito del curso de Dinámica Estructural es proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda y aplicada de los principios teóricos y prácticos relacionados con el análisis de vibraciones y respuesta dinámica en sistemas estructurales. Las vibraciones libres en sistemas de un solo grado de libertad permiten comprender el comportamiento natural de las estructuras ante perturbaciones mínimas, las vibraciones forzadas y la respuesta a cargas impulsivas son fundamentales para evaluar la respuesta de las estructuras a fuerzas externas. Además, se abordará la respuesta a una carga dinámica cualquiera en sistemas de un solo grado de libertad, proporcionando a los estudiantes herramientas para analizar y predecir el comportamiento dinámico de las estructuras en diversas condiciones de carga. Finalmente, se explorarán los sistemas con múltiples grados de libertad, destacando la importancia de considerar la interacción entre diferentes componentes estructurales y su influencia en la respuesta global de la estructura ante excitaciones dinámicas, lo que permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades avanzadas en el análisis y diseño de estructuras sujetas a cargas dinámicas.

**COMPETENCIAS PARA DESARROLLAR:**

**E1. ANÁLISIS Y DISEÑO.** Aplica métodos, procedimientos, técnicas matemáticas, herramientas tecnológicas y normatividad para el análisis del comportamiento de procesos, elementos o infraestructura civil, sometidas a diferentes sollicitaciones, así como para su diseño, considerando aspectos de seguridad y funcionalidad.

**BÁSICAS.**

**B1. EXCELENCIA Y DESARROLLO HUMANO.** Promueve el desarrollo humano integral con resultados tangibles obtenidos en la formación de profesionales con conciencia ética y solidaria, pensamiento crítico y creativo, así como una capacidad innovadora, productiva y emprendedora en el marco de la

innovación y pertinencia social, con matices éticos y de valores, que desde su particularidad cultural le permitan respetar la diversidad, promover la inclusión, valorar la interculturalidad.

**B4. TRANSFORMACIÓN DIGITAL.** Transforma la cultura digital en la sociedad, en las organizaciones e instituciones educativas para aprovechar al máximo el potencial de las tecnologías y herramientas digitales; propiciar su uso responsable y ético que estimule la creatividad, innovación, la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo e interdisciplinar en la solución de problemas de la sociedad digital; promoviendo la privacidad y la seguridad, así como el respeto a los derechos de autor y la propiedad intelectual.

DOMINIOS (Se toman de las competencias )	OBJETOS DE ESTUDIO (Contenidos necesarios para desarrollar cada uno de los dominios)	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Se plantean de los dominios y contenidos)	METODOLOGÍA (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	EVIDENCIAS (Productos tangibles que permiten valorar los resultados de aprendizaje)
<p>E1 D7. Aplica herramientas computacionales para modelar y/o simular problemas complejos de ingeniería civil.</p> <p>E1 D9. Desarrolla análisis dinámicos para estructuras de un grado de libertad sometidas a vibración forzada. Obtiene el periodo natural, las frecuencias naturales y modos de vibración para estructuras con varios grados de libertad.</p> <p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p> <p>B4.9 Se mantiene actualizado en tendencias y</p>	<p><b>1. VIBRACIONES LIBRES EN SISTEMAS DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.</b></p> <p>1.1 Introducción a la dinámica estructural.</p> <p>1.2 Relación de las ecuaciones diferenciales de segundo orden con coeficientes constantes con el análisis de vibraciones.</p> <p>1.3. Vibración libre sin amortiguamiento.</p> <p>1.4. Sobreamortiguamiento.</p> <p>1.5. Amortiguamiento crítico.</p> <p>1.6 Subamortiguamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza e interpreta resultados de los diferentes tipos de movimiento que pueden presentarse en estructuras de un solo grado de libertad sujetas a vibración libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clase magistral.</li> <li>Asistencia a clases prácticas.</li> <li>Aprendizaje por problemas.</li> <li>Tareas individuales</li> <li>Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>Archivos con la programación de ecuaciones vistas en clase.</li> <li>Archivos con el modelado de estructuras en software especializado.</li> <li>Examen Escrito.</li> <li>Maquetas de sistemas masa resorte de un solo grado de libertad sujetos a vibración libre.</li> </ul>

herramientas digitales.				
<p>E1 D7. Aplica herramientas computacionales para modelar y/o simular problemas complejos de ingeniería civil.</p> <p>E1 D9. Desarrolla análisis dinámicos para estructuras de un grado de libertad sometidas a vibración forzada. Obtiene el periodo natural, las frecuencias naturales y modos de vibración para estructuras con varios grados de libertad.</p>	<p><b>2. VIBRACIONES FORZADAS EN SISTEMAS DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.</b></p> <p>2.1 Sistemas de un solo grado de libertad sin amortiguamiento sujetos a carga armónica.</p> <p>2.2 Sistemas de un solo grado de libertad con amortiguamiento sujeto a carga armónica.</p> <p>2.2.1. Término transitorio y término estable.</p> <p>2.3 Resonancia.</p> <p>2.4 Expresión de una carga periódica mediante series de Fourier.</p> <p>2.5 Respuesta de una estructura a una carga periódica expresada mediante las series de Fourier.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza e interpreta resultados de los diferentes tipos de movimiento que pueden presentarse en estructuras de un solo grado de libertad sujetas a vibración forzada.</li> <li>• Identifica las condiciones necesarias para que ocurra el fenómeno de la resonancia en sistemas con un solo grado de libertad.</li> <li>• Expresa cualquier tipo de carga periódica usando la serie continua de Fourier.</li> <li>• Obtiene respuestas de estructuras sujetas a cargas periódicas expresadas mediante las series de Fourier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>• Archivos con la programación de ecuaciones vistas en clase.</li> <li>• Archivos con el modelado de estructuras en software especializado.</li> <li>• Examen Escrito.</li> <li>• Maquetas de sistemas masa resorte de un solo grado de libertad sujetos a vibración forzada.</li> </ul>
<p>E1 D7. Aplica herramientas computacionales para modelar y/o simular problemas complejos de ingeniería civil.</p> <p>E1 D9. Desarrolla</p>	<p><b>3. RESPUESTA A CARGAS IMPULSIVAS EN SISTEMAS CON UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.</b></p> <p>3.1 Carácter general de las cargas impulsivas.</p> <p>3.2 Impulso sinusoidal.</p> <p>3.3 Impulso rectangular.</p> <p>3.4 Impulso triangular.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtiene respuestas en sistemas de un solo grado de libertad sujetas a cargas impulsivas ya sean de corta o de larga duración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> </ul>

<p>análisis dinámicos para estructuras de un grado de libertad sometidas a vibración forzada. Obtiene el periodo natural, las frecuencias naturales y modos de vibración para estructuras con varios grados de libertad.</p>				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Archivos con la programación de ecuaciones vistas en clase.</li> <li>● Archivos con el modelado de estructuras en software especializado.</li> <li>● Examen Escrito.</li> </ul>
<p>E1 D7. Aplica herramientas computacionales para modelar y/o simular problemas complejos de ingeniería civil.</p> <p>E1 D9. Desarrolla análisis dinámicos para estructuras de un grado de libertad sometidas a vibración forzada. Obtiene el periodo natural, las frecuencias naturales y modos de vibración para estructuras con varios grados de libertad.</p>	<p><b>4. RESPUESTA A UNA CARGA DINÁMICA CUALQUIERA EN SISTEMAS DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.</b></p> <p>4.1 Integral de Duhamel para sistemas sin amortiguar.</p> <p>4.2 Evaluación numérica de la integral de Duhamel para sistemas sin amortiguamiento.</p> <p>4.3 Métodos de integración.</p> <p>4.3.1 Método de suma simple.</p> <p>4.3.2 Método del trapecio.</p> <p>4.3.3 Método de Simpson.</p> <p>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obtiene la respuesta de un sistema de un solo grado de libertad usando el método paso a paso de la integral de Duhamel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clase magistral.</li> <li>● Asistencia a clases prácticas.</li> <li>● Aprendizaje por problemas.</li> <li>● Tareas individuales</li> <li>● Ejercicios de Plataforma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>● Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>● Archivos con la programación de ecuaciones vistas en clase.</li> </ul>
<p>E1 D7. Aplica herramientas computacionales para modelar y/o simular problemas complejos de ingeniería civil.</p> <p>E1 D9. Desarrolla análisis dinámicos para estructuras de un grado de libertad sometidas a vibración forzada. Obtiene el periodo natural, las frecuencias</p>	<p><b>5. ESPECTROS DE RESPUESTA Y DE DISEÑO.</b></p> <p>5.1 Acelerogramas.</p> <p>5.2 Tipos de espectros.</p> <p>5.2.1 Espectros de respuesta elástica.</p> <p>5.2.2 Espectros de respuesta inelástica.</p> <p>5.2.3 Espectros de diseño.</p> <p>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conoce e interpreta las gráficas de aceleración/tiempo y los factores que las afectan.</li> <li>● Conoce los distintos tipos de espectro utilizados en la ingeniería sísmica e identifica las características principales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clase magistral.</li> <li>● Asistencia a clases prácticas.</li> <li>● Aprendizaje por problemas.</li> <li>● Tareas individuales.</li> <li>● Ejercicios de Plataforma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>● Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>● Archivos con la programación de ecuaciones vistas en clase.</li> </ul>

naturales y modos de vibración para estructuras con varios grados de libertad.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende el origen y relevancia de los espectros de diseño en el diseño sismorresistente.</li> </ul>		
<p>E1 D7. Aplica herramientas computacionales para modelar y/o simular problemas complejos de ingeniería civil.</p> <p>E1 D9. Desarrolla análisis dinámicos para estructuras de un grado de libertad sometidas a vibración forzada. Obtiene el periodo natural, las frecuencias naturales y modos de vibración para estructuras con varios grados de libertad.</p>	<p><b>6. SISTEMAS CON MÚLTIPLES GRADOS DE LIBERTAD.</b></p> <p>6.1 Formulación de las ecuaciones de movimiento para múltiples grados de libertad.</p> <p>6.2 Vibración libre en sistemas con múltiples grados de libertad.</p> <p>6.3 Cálculo de frecuencias naturales y modos de vibración por medio de vectores y valores propios.</p> <p>6.4 Vibración amortiguada en sistemas de múltiples grados de libertad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtiene las frecuencias naturales y modos de vibración de una estructura con múltiples grados de libertad, aplicando el principio de los auto vectores y auto valores (eigen vectors and eigen values)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clase magistral.</li> <li>Asistencia a clases prácticas.</li> <li>Aprendizaje por problemas.</li> <li>Tareas individuales</li> <li>Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios de identificación de espectros.</li> <li>Ejercicios simples de aplicación de espectros de diseño.</li> </ul>

FUENTES DE INFORMACIÓN (Bibliografía, direcciones electrónicas)	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Criterios, ponderación e instrumentos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Clough and Penzien 1995. <b>Dynamics of structures</b>. 3era edición. USA. Computer and structures, Inc.</li> <li>Anil K Chopra. <b>Dinámica de estructuras</b>. 4a edición. México. Pearson educación.</li> </ul>	<p>3 exámenes parciales escritos donde se evalúa conocimientos, comprensión y aplicación.</p> <p>Primera evaluación parcial: Unidad I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios de aplicación 20%</li> <li>Examen escrito 80%</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wodek K. Gawronski. <b>Advanced structural dynamics and active control of structures</b>. 2004 USA Springer.</li> <li>• Schmitz and Smith. <b>Mechanics vibrations. Modeling and measurement</b>. 2014 USA. Springer.</li> <li>• J. Márquez Balderrama. <b>Apuntes de dinámica estructural</b>. 2017 México. Universidad Autónoma de Chihuahua.</li> </ul>	<p>Segunda evaluación parcial: Unidad II, III y IV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación 20%</li> <li>• Examen escrito 80%</li> </ul> <p>Tercera evaluación parcial: Unidad IV,V y VI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación 20%</li> <li>• Examen escrito 80%</li> </ul> <p>La acreditación del curso se integra: 3 evaluaciones parciales, con un valor del 30%, 30% y 40% respectivamente</p>
---	---

### CRONOGRAMA

Objetos de estudio	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. VIBRACIONES LIBRES EN SISTEMAS DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.	X	X	X													
2. VIBRACIONES FORZADAS EN SISTEMAS DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.				X	X	X										
3. RESPUESTA A CARGAS IMPULSIVAS EN SISTEMAS CON UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.							X	X								
4. RESPUESTA A UNA CARGA DINÁMICA CUALQUIERA EN SISTEMAS DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD.									X	X	X					
5. ESPECTROS DE RESPUESTA Y DE DISEÑO.												X	X			
6. SISTEMAS CON MÚLTIPLES GRADOS DE LIBERTAD.														X	X	X