



# Planificaciones

6419 - Dinámica de las Estructuras II

Docente responsable: BERTERO RAUL DOMINGO

## OBJETIVOS

Dar a los estudiantes y graduados de Ingeniería Civil, Mecánica y Naval los conocimientos necesarios para resolver problemas avanzados de dinámica estructural incluyendo aislación sísmica, interacción suelo-estructura, interacción fluido-estructura y sus aplicaciones al análisis de la respuesta dinámica de estructuras complejas.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

En este curso se presentan tópicos avanzados del análisis dinámico en el dominio del tiempo: excitación diferencial de los apoyos, amortiguamiento no proporcional, aislación de bases y disipadores de energía, los conceptos de contribución modal y truncación modal, edificios de planta no simétrica y espectros de piso. Se incluyen también el análisis de la respuesta en el dominio de la frecuencia, los problemas de propagación de ondas, la interacción suelo-estructura (fundaciones de máquinas) y la interacción fluido-estructura (aeroelasticidad y respuesta sísmicas de recipientes).

### PROGRAMA ANALÍTICO

1. Sistemas de varios grados de libertad: ecuaciones de equilibrio dinámico. Condensación estática. Sistemas simétricos y no-simétricos con excitación de la base. Excitación diferencial de los apoyos. Clasificación de los métodos de resolución de las ecuaciones de equilibrio dinámico.
2. Sistemas de varios grados de libertad: Vibraciones libres. Frecuencias naturales y modos de vibración. Sistemas sin amortiguamiento. Matrices modales y espectrales. Ortogonalidad de los modos. Interpretación. Resolución de las vibraciones libres. Métodos de solución para los problemas de autovalores. Cociente de Rayleigh.
3. Amortiguamiento en estructuras. Datos experimentales y factores de amortiguamiento recomendados. Construcción de la matriz de amortiguamiento. Amortiguamiento clásico. Amortiguamiento no-clásico.
4. Análisis dinámico de sistemas de varios grados de libertad. Sistemas de dos grados de libertad: Absorbedor de vibraciones y amortiguamiento por sintonización de masas. Análisis modal. Contribuciones modales a la respuesta. Procedimientos especiales de análisis: Método de corrección estática. Análisis de sistemas con amortiguamiento no-clásico. Aplicaciones a fundaciones de máquinas.
5. Análisis sísmico de sistemas lineales. Análisis modal. Edificios simétricos y no-simétricos de varios pisos. Respuesta torsional. Análisis de la respuesta ante excitación diferencial de los apoyos. Análisis a partir del espectro de respuesta. Aplicaciones a edificios y puentes.
6. Aislación de bases y disipadores de energía. Teoría lineal de la aislación de bases. Extensión de la teoría a edificios. Métodos de diseño preliminar de disipadores de energía (viscodampers).
7. Sistemas continuos. Barras, vigas y placas. Estructuras complejas. Frecuencias y modos naturales. Análisis modal. Análisis de edificios utilizando la teoría de la viga de corte.
8. Sistemas continuos. Respuesta estructural de barras y de la viga de corte utilizando la teoría de propagación de ondas. Método de las características. Aplicaciones a la evaluación no destructiva de pilotes, a la determinación de la tensión en obenques y a los efectos del suelo sobre la excitación sísmica.
9. Sistemas continuos. Sólidos Tridimensionales. Propagación de ondas. Medios semi-infinitos. Ondas irrotacionales, equivolúmetricas, de Rayleigh y de Love. Interacción suelo-estructura. Aplicaciones a fundaciones de máquinas.
10. Interacción fluido-estructura. Aeroelasticidad. Números de Reynolds y Strouhal. "Lift" y "drag". Fenómeno de "Galloping". Divergencia torsional en puentes y pasarelas. Flameo. Aplicaciones a vibraciones de puentes y cables.
11. Interacción fluido-estructura. Acción sísmica sobre tanques de almacenamiento de líquidos. Oleaje. Frecuencias y modos de vibración. Determinación de las acciones sobre las paredes del recipiente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. "Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice Hall.
2. "Dynamics of Structures" . Ray W. Clough and Joseph Penzien. McGraw-Hill, Inc. Second Edition.
3. "Wind Effects on Structures". Emil Simiu and Robert Scanlan. John Wiley & Sons.
4. "Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-based Engineering" (Yousef Bozorgnia and Vitelmo V. Bertero). CRC Press. 2004.

## **RÉGIMEN DE CURSADA**

### **Metodología de enseñanza**

Las clases serán teórico-prácticas. En cada una de las clases se introducirán los conceptos teóricos, para posteriormente aplicarlos a problemas concretos de ingeniería que se resolverán junto con los estudiantes en la segunda parte de la clase. Los Trabajos Prácticos se realizarán utilizando el programa Mathcad, lo que permite que el alumno se concentre en los aspectos conceptuales, obteniendo del programa en forma directa autovalores y autovectores, transformadas de Fourier, y cálculos matriciales de gran aplicación en los problemas de dinámica de estructuras. También se utilizará la capacidad del programa para la realización de análisis paramétricos, la fácil representación gráfica de las soluciones, y la animación de los problemas de propagación de ondas.

### **Modalidad de Evaluación Parcial**

Se tomará un parcial en la semana 9 y una evaluación integradora al finalizar. La nota estará formada en un 25% por los Trabajos Prácticos, un 25% por la nota del Primer Parcial, y un 50% por la nota de la evaluación integradora.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 11/03 al 16/03	1. Sistemas de varios grados de libertad: ecuaciones de equilibrio dinámico. Condensación estática. Sistemas simétricos y no-simétricos con excitación de la base. Excitación diferencial de los apoyos. Clasificación de los métodos de resolución de las ecuaciones de equilibrio dinámico.	TP N°1- Ecuac. de equilibrio dinámico de Sistemas de N GL				"Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice Hall.
<2> 18/03 al 23/03	2. Sistemas de varios grados de libertad: Vibraciones libres. Frecuencias naturales y modos de vibración. Sistemas sin amortiguamiento. Matrices modales y espectrales. Ortogonalidad de los modos. Interpretación. Resolución de las vibraciones libres. Métodos de solución para los problemas de autovalores. Cociente de Rayleigh.	TP N°2 - Frecuencias y Modos de vibración de sistemas de N GL				"Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice Hall.
<3> 25/03 al 30/03	3. Amortiguamiento en estructuras. Datos experimentales y factores de amortiguamiento recomendados. Construcción de la matriz de amortiguamiento	TP N°3 - Amortiguamiento no-clásico. Fundaciones de máquinas.				"Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice Hall.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	nto. Amortiguamiento clásico. Amortiguamiento no-clásico.					
<4> 01/04 al 06/04	4. Análisis dinámico de sistemas de varios grados de libertad. Sistemas de dos grados de libertad: Absorbedor de vibraciones y amortiguamiento por sintonización de masas. Análisis modal. Contribuciones modales a la respuesta. Procedimientos especiales de análisis: Método de corrección estática. Análisis de sistemas con amortiguamiento no-clásico. Aplicaciones a fundaciones de máquinas.	TP N°3 - Absorbedor dinámico de vibraciones. Amortiguamiento no-clásico. Fundaciones de máquinas.				Apuntes de clase
<5> 08/04 al 13/04	5. Análisis sísmico de sistemas lineales. Análisis modal. Edificios simétricos y no-simétricos de varios pisos. Respuesta torsional. Análisis de la respuesta ante excitación diferencial de los apoyos. Análisis a partir del espectro de respuesta. Aplicaciones a edificios y puentes.	TP N°4 - Análisis Modal de Sistemas de N GL				"Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice Hall.
<6> 15/04 al 20/04	5. Análisis sísmico de sistemas lineales. Análisis modal.	TP N°6 - Respuesta a excitaciones múltiples de los apoyos				"Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	Edificios simétricos y no-simétricos de varios pisos. Respuesta torsional. Análisis de la respuesta ante excitación diferencial de los apoyos. Análisis a partir del espectro de respuesta. Aplicaciones a edificios y puentes.					Hall.
<7> 22/04 al 27/04	6. Aislación de bases y disipadores de energía. Teoría lineal de la aislación de bases. Extensión de la teoría a edificios. Métodos de diseño preliminar de disipadores de energía (viscodampers).	TP N°7- Aislación de Bases	Demostración en laboratorio			"Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering". Anil K. Chopra. Prentice Hall.
<8> 29/04 al 04/05	Primer parcial.					
<9> 06/05 al 11/05	7. Sistemas continuos. Barras, vigas y placas. Estructuras complejas. Frecuencias y modos naturales. Análisis modal. Análisis de edificios utilizando la teoría de la viga de corte.	TP N°8 - Resolución de continuos por Análisis Modal				"Dynamics of Structures". Ray W. Clough and Joseph Penzien. McGraw-Hill, Inc. Second Edition.
<10> 13/05 al 18/05	8. Sistemas continuos. Respuesta estructural de barras y de la viga de corte utilizando la teoría de propagación de ondas. Método de las características. Aplicaciones a la evaluación no	TP N°9 - Propagación de Ondas. Resolución de continuos por el método de las características.				"Dynamics of Structures". Ray W. Clough and Joseph Penzien. McGraw-Hill, Inc. Second Edition.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	destruccion de pilotes, a la determinacion de la tension en obenques y a los efectos del suelo sobre la excitacion sismica.					
<11> 20/05 al 25/05	8. Sistemas continuos. Respuesta estructural de barras y de la viga de corte utilizando la teoria de propagacion de ondas. Metodo de las caracteristicas . Aplicaciones a la evaluacion no destructiva de pilotes, a la determinacion de la tension en obenques y a los efectos del suelo sobre la excitacion sismica.	TP N° 10 - Propagacion de Ondas. Resolucion de Continuos en el dominio de la frecuencia.				"Dynamics of Structures" . Ray W. Clough and Joseph Penzien. McGraw-Hill, Inc. Second Edition.
<12> 27/05 al 01/06	9. Sistemas continuos. Sólidos Tridimensionales. Propagación de ondas. Medios semi-infinitos. Ondas irrotacionales, equívolumétricas, de Rayleigh y de Love. Interacción suelo-estructura. Aplicaciones a fundaciones de máquinas.	TP N° 10 - Propagación de Ondas. Resolucion de Continuos en el dominio de la frecuencia.				"Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-based Engineering" (Yousef Bozorgnia and Vitelmo V. Bertero). CRC Press. 2004.
<13> 03/06 al 08/06	9. Sistemas continuos. Sólidos Tridimensionales. Propagación de ondas. Medios semi-infinitos. Ondas		Demostración en laboratorio			"Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-based Engineering" (Yousef Bozorgnia and Vitelmo V. Bertero). CRC Press. 2004.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	irrotacionales, equivolumétricas, de Rayleigh y de Love. Interacción suelo-estructura. Aplicaciones a fundaciones de máquinas.					
<14> 10/06 al 15/06	10. Interacción fluido-estructura. Aeroelasticidad. Números de Reynolds y Strouhal. "Lift" y "drag". Fenómeno de "Galopping". Divergencia torsional en puentes y pasarelas. Flameo. Aplicaciones a vibraciones de puentes y cables.	TP N°11 - Aeroelasticidad				"Wind Effects on Structures". Emil Simiu and Robert Scanlan. John Wiley & Sons.
<15> 17/06 al 22/06	10. Interacción fluido-estructura. Aeroelasticidad. Números de Reynolds y Strouhal. "Lift" y "drag". Fenómeno de "Galopping". Divergencia torsional en puentes y pasarelas. Flameo. Aplicaciones a vibraciones de puentes y cables.	TP N°11 - Aeroelasticidad				"Wind Effects on Structures". Emil Simiu and Robert Scanlan. John Wiley & Sons.
<16> 24/06 al 29/06	11. Interacción fluido-estructura. Acción sísmica sobre tanques de almacenamiento de líquidos. Oleaje. Frecuencias y modos de vibración. Determinación de las acciones sobre las paredes del recipiente.	TP N°12 - Acción Sísmica sobre Tanques				"Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-based Engineering" (Yousef Bozorgnia and Vitelmo V. Bertero). CRC Press. 2004.



## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	8			
2º	9			
3º	16			
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
Evaluación Parcial incluyendo los Temas 1 a 6.				