



## UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

DIVISION	FISICA Y MATEMATICAS			
DEPARTAMENTO	MECANICA			
ASIGNATURA	MC 5122	MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO		
HORAS / SEMANA	T = 4	P = 0	L = 0	U = 4
VIGENCIA	ENERO 1999 -		APROBACION:	

### OBJETIVOS

Este curso tiene como objetivo central proporcionar los fundamentos del método del elemento finito para su aplicación práctica, mediante el uso del computador, al análisis de la resistencia de componentes mecánicos y estructurales.

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:

- Manejar la terminología propia del método del elemento finito.
- Formular problemas de análisis de esfuerzos en componentes mecánicos y estructurales utilizando los conceptos básicos de la mecánica de sólidos.
- Utilizar estrategias efectivas para modelar problemas de análisis de esfuerzos empleando el método del elemento finito.
- Resolver problemas específicos de análisis de esfuerzos en componentes mecánicos y estructurales de una, dos y tres dimensiones usando un programa comercial de elementos finitos.
- Formular problemas de ingeniería mecánica gobernados por ecuaciones diferenciales empleando los conceptos y principios fundamentales del método del elemento finito.
- Utilizar literatura especializada sobre el método del elemento finito.

### PROGRAMA

#### 1 Conceptos fundamentales

El método del elemento finito. Areas de aplicación. Tipos de problemas que pueden ser resueltos y sus características. Desarrollo histórico. Descripción general del método del elemento finito. Etapas del método del elemento finito: pre-procesamiento, procesamiento y post-procesamiento. Formulación de problemas de análisis de esfuerzos. Fuerzas de volumen y de superficie. Ecuaciones de equilibrio. Relaciones deformación-desplazamiento. Relaciones esfuerzo-deformación: propiedades elásticas y matriz del material. Condiciones de borde esenciales y naturales. Formulación de problemas de análisis de esfuerzos. Esfuerzo de Tresca y esfuerzo de von Mises. Efectos térmicos. Energía potencial total. Principio de la energía potencial total. Método de Rayleigh-Ritz. Principio de Saint Venant. Introducción al uso de un programa comercial para el análisis de esfuerzos por elementos finitos.

#### 2 Problemas unidimensionales

Formulación de problemas de análisis de esfuerzos en una dimensión. Discretización del dominio. Ecuaciones del elemento. Funciones de forma. Matriz de rigidez y vector de carga. Ensamblaje del sistema de ecuaciones. Propiedades de la matriz de rigidez. Expresiones generales para la determinación de la matriz de rigidez y del vector de carga. Aplicación de las condiciones de borde. Solución del sistema de ecuaciones: métodos de eliminación y de penalización. Cálculo de los esfuerzos. Numeración óptima de nodos. Determinación del semiancho de banda. Coordenadas naturales o intrínsecas. Elementos de orden superior. Formulación isoparamétrica. Efectos térmicos. Cálculo de estructuras con miembros sometidos a carga axial. Modelaje de problemas en el computador.

### **3 Análisis estructural**

Estructuras bidimensionales compuestas por vigas y columnas. Formulación para elementos tipo viga. Funciones de interpolación. Condiciones de borde para carga axial, fuerza de corte y momento flector. Estructuras bidimensionales. Transformación de coordenadas para un elemento de orientación arbitraria. Estructuras tridimensionales. Modelaje de problemas en el computador.

### **4 Problemas bidimensionales**

Formulación de problemas de análisis de esfuerzos en dos dimensiones. Esfuerzo plano y deformación plana. Discretización del dominio usando elementos triangulares. Formulación para elementos triangulares de deformación constante. Efectos térmicos. Elementos triangulares en coordenadas naturales. Elementos cuadrangulares de cuatro nodos. Integración numérica. Elementos isoparamétricos de orden superior. Generación automática de mallas. Criterios prácticos para el modelaje de problemas en el computador. Aprovechamiento de simetrías. Análisis de convergencia.

### **5 Problemas tridimensionales**

Formulación de problemas de análisis de esfuerzos en tres dimensiones. Formulación con tetraedros de cuatro nodos y hexaedros de ocho nodos. Elementos isoparamétricos de orden superior. Modelaje de problemas en el computador.

### **6 Métodos de Galerkin**

Métodos de residuos ponderados: colocación por puntos, colocación por subdominios, mínimos cuadrados y método de Galerkin. Problemas en una y en dos dimensiones. Formulación diferencial clásica. Formulación débil, variacional o de Galerkin. El método de Galerkin como una generalización del método de Rayleigh-Ritz. Condiciones de borde esenciales y naturales. Aplicación a problemas unidimensionales de transferencia de calor y mecánica de fluidos. Problemas no-lineales. Problemas dinámicos. Problemas de autovalores y autovectores. Problemas bi-dimensionales.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Chandrupatla, T. y Belegundu, A. *Introduction to Finite Elements in Engineering*, Second Edition, Prentice-Hall, 1997.
- [2] Cook, R. D., Malkus, D. S. y Plesha, M. E., *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, Third Edition, John Wiley & Sons, 1989.
- [3] Bathe, K.-J. *Finite Element Procedures*, Prentice –Hall, 1996.
- [4] Bickford, W. B. *A First Course in the Finite Element Method*, Second Edition, Richard D. Irwin, Inc., 1994.
- [5] Akin, J. E. *Finite Elements for Design and Analysis*, Academic Press, 1995.
- [6] Macneal, R. H. *Finite Elements: Their Design and Performance*, Marcel Deccker, Inc., 1994.
- [7] Burnett, D. *Finite Element Analysis: From Concepts to applications*, Addison-Wesley, 1988.
- [8] Reddy, J.N. *An Introduction to the Finite Element Method*, 2nd. Ed., McGraw Hill, 1993.