



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
Vicerrectorado Académico

DIVISIÓN DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS - DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

Método del Elemento Finito

MC-5122

No. de unidades-crédito: 4 Unidades

No. de horas semanales: 4 Teoría 0 Práctica 0 Laboratorio

Fecha de entrada en vigencia de este programa: 01 de enero de 2014

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo central del curso es proporcionar a los estudiantes 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.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

El estudiante tendrá competencias para:

- 1) Manejar la terminología propia del método del elemento finito.*
- 2) Formular problemas de análisis de esfuerzos en componentes mecánicos y estructurales utilizando los conceptos básicos de la mecánica de sólidos.*
- 3) Utilizar estrategias efectivas para modelar problemas de análisis de esfuerzos empleando el método del elemento finito.*
- 4) 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.*
- 5) Formular problemas de ingeniería mecánica gobernados por ecuaciones diferenciales empleando los conceptos y principios fundamentales del método del elemento finito.*

CONTENIDO:

1 Conceptos fundamentales

Introducción al curso. Formulación de problemas de análisis de esfuerzos. Formulación energética de problemas de análisis de esfuerzos. Método de Rayleigh-Ritz. Descripción general del método del elemento finito.

2 Problemas unidimensionales

Formulación de problemas de análisis de esfuerzos en una dimensión. Elementos tipo barra. Discretización. Elementos paramétricos. Funciones de forma. Matriz de rigidez, matriz de masa y vector de carga. Ensamblaje del sistema de ecuaciones. Aplicación de las condiciones de borde. Solución del sistema de ecuaciones: métodos de eliminación y de penalización. Cálculo de los esfuerzos. Convergencia. Elementos de orden superior. Efectos térmicos. Generalización del elemento barra al plano y al espacio. Cálculo de estructuras con miembros sometidos a carga axial (armaduras y serchas). Modelaje de problemas en el computador. Problemas dinámicos.

CONTENIDO (continuación):

3 Análisis estructural con elementos tipo viga

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 cuadrangulares de cuatro nodos. Integración numérica. Criterios prácticos para el modelaje de problemas en el computador. Aprovechamiento de simetrías. Análisis de convergencia. Elementos axy-simétricos.

5 Análisis estructural con elementos tipo placa y concha

Teoría de placas. Formulación de elementos tipos placas. Funciones de interpolación. Elementos tipo concha (shells). Estructuras tridimensionales modeladas con conchas. Modelaje de problemas en el computador.

6 Problemas tridimensionales

Formulación de problemas de análisis de esfuerzos en tres dimensiones. Formulación de tetraedros de cuatro nodos y hexaedros de ocho nodos. Modelaje de problemas en el computador.

7 Formulación de Galerkin

Métodos de residuos ponderados. 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 y bidimensionales de transferencia de calor y mecánica de fluidos.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS, DIDÁCTICAS O DE DESARROLLO DE LA ASIGNATURA:

El programa del curso será presentado mediante dos sesiones semanales de dos horas académicas cada una. Se utilizarán recursos audiovisuales para la presentación de los tópicos del programa, y se suministrará apuntes del curso como guía para el estudiante. Adicionalmente, se realizarán tres o cuatro sesiones prácticas en la Sala de Computadoras donde el estudiante podrá interactuar con un software comercial de Elemento Finitos (e.g. ANSYS), con el fin de reforzar el uso adecuado de la herramienta computacional y entender sus ventajas y limitaciones.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

El aprendizaje del estudiante será evaluado mediante asignaciones y proyectos, orientados a la aplicación y revisión de la teoría vista con el fin de que el estudiante comprenda a cabalidad los detalles de la formulación y la programación de la misma. Adicionalmente, se realizará uno o dos exámenes donde el estudiante debe aplicar las técnicas de análisis estudiadas a problemas sencillos. Igualmente es posible incorporar en la evaluación la presentación por parte del estudiante de artículos de investigación relacionados como un tópico específico.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

Chandrupatla, T.; Belegundu, A.; Introduction to the Finite Element in Engineering, Preantice Hall, 1999
Liu, G., Quek, S.; The finite element method: A practical course, Elsevier, 2003
Rao, S. The finite element method in engineering, Elsevier, 2004
Segerlind, L., Applied finite element analysis, John Wiley & Sons, 1984
Bathe, K., Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996
Reddy, J.; An Introduction to the Finite Element Method; McGraw Hill, 2006
Zienkiewicz, O.; Taylor, R.; Zhu, J.; The Finite Element Method: Its basis & fundamentals, Elsevier, 2005.
Zienkiewicz, O.; Taylor, R.; The Finite Element Method for Solids and Structural Mechanics, Elsevier, 2005.
Batoz, J-L. Dhatt, G.; Modélisation des structures par éléments finis, volume 1. Solidesélastiques, Hermès, 1990.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: *Será fijado por el profesor al inicio de cada trimestre, atendiendo el contenido programático, así como la evaluación sugerida.*