

Programas de Actividades Curriculares – Plan 94A

Carrera: Ingeniería Mecánica

### **CÁLCULO POR ELEMENTOS FINITOS**

**Área:** Matemática

**Bloque:** Ciencias Básicas

**Nivel:** 4º año **Tipo:** Electiva

**Modalidad:** Anual

**Carga Horaria total:** Hs Reloj: 96 Hs Cátedra: 128

### **FUNDAMENTACIÓN**

La asignatura permite obtener una [solución numérica](#) aproximada sobre un [cuerpo](#), estructura o dominio ([medio continuo](#)) sobre el que están definidas ciertas [ecuaciones diferenciales](#) en [forma débil](#) o integral que caracterizan el comportamiento físico del problema. Su implementación resulta importante y usada debido a su generalidad y a la facilidad de introducir dominios de cálculo complejos (en dos o tres dimensiones). Además el método es fácilmente adaptable a problemas de [transmisión de calor](#), de [mecánica de fluidos](#) es por ello la necesidad de este conocimiento dentro de la carrera de ingeniería mecánica.

### **OBJETIVOS**

Resolver problemas de mecánica computacional por el MEF, y formular y desarrollar, un algoritmo, programa o subrutina ad hoc para el tema en cuestión.

### **CONTENIDOS**

- Contenidos mínimos
  - Diferenciar entre una solución analítica y numérica del problema.
  - Comprender el concepto de Elemento Finito y distinguir los tipos de elementos
  - Escoger del modelo empleado de acuerdo al problema a resolver
- Contenidos analíticos

#### **Unidad Temática I: *SIMULACIÓN Y MODELOS MATEMÁTICOS***

Modelos matemáticos en ingeniería: características y distintos tipos de modelos.

Simulación computacional. Noción de algoritmo. Tiempo de procesamiento.

Introducción a la utilización del software de simulación numérica.

## **Unidad Temática II: REVISIÓN DE ALGUNOS CONCEPTOS DE CÁLCULO NUMÉRICO**

Interpolación polinomial. Método de Lagrange. Integración numérica. Formulas de cuadratura. Fórmulas de Newton-Cotes y de Gauss. Resolución de problemas de valor inicial en forma numérica

Métodos de paso simple y multipaso implícitos y explícitos.

## **Unidad Temática III: MÉTODOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CONTORNO**

Revisión de concepto de problema de contorno. El método de diferencias finitas. Algoritmos y análisis de errores. Aplicación a problemas de mecánica del continuo. Método de Residuos Ponderados. Método de colocación. Método de sub dominios. Método de Galerkin. Método de mínimos cuadrados. Método general, Petrov-Galerkin. Principios variacionales. El método de Rayleigh-Ritz.

## **Unidad Temática IV: EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS APLICADO A PROBLEMAS ESTACIONARIOS**

Método de Elementos finitos unidimensionales en problemas estacionarios (1D) Generalización del método de Galerkin. Elementos isoparamétricos. Ejemplos de aplicación a problemas de estructuras y de transferencia de calor. Simulación por computadora y visualización de las soluciones. Método de Elementos finitos aplicado a problemas bidimensionales y tridimensionales (2D y 3D). Elementos isoparamétricos. Condiciones de convergencia. Aplicación a la resolución de problemas de elasticidad, fluidos y transferencia de calor.

## **Unidad Temática V: EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS APLICADO A PROBLEMAS TRANSITORIOS**

Método de elementos finitos aplicados a problemas transitorios. Reducción de las ecuaciones en derivadas parciales a problemas de valor inicial. Métodos Implícitos-Explícitos de resolución.

Análisis de la estabilidad de los distintos métodos.

## **Unidad Temática VI: EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS APLICADO A PROBLEMAS DE CONFECCIÓN-DIFUSIÓN**

Métodos de elementos finitos aplicados a problemas que involucren términos conectivos y difusivos en sus ecuaciones diferenciales. Formulación de Galerkin. Inestabilidades y oscilaciones numéricas. Método Petrov Galerkin. Método de Galerkin least squares. Problemas estacionarios y transitorios. Aplicación a problemas de fluidos con transferencia de temperatura.

## **Unidad Temática VII: OTROS TÓPICOS DE INTERÉS**

Elementos basados en interpolación de velocidades. Bloqueo. Elementos basados en interpolación de velocidades y presión. Elementos estructurales. Elementos basados en interpolación mixta.

## **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Huebner, K. H. , Dewhirst D.L, Smith D.y Byrom T. G. (1975). The Finite Element Method for Engineers. EE.UU. Editorial: John Wiley and Sons.

Cook, R. C. , Malkus, D. S. y Plesha, M. (1989). Concepts and Applications of Finite Element Analysis. Japan. Third Edition. Editorial: John Wiley and Sons . PDF version available free at Internet.

Hughes , T. J. R. (1987). The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Estados Unidos. Editorial: Prentice Hall International.

Nikishov, G. P. (2004). Introduction to the Finite Element Method. Lecture Notes. University of Aizu 965-8580, Japan. PDF version available free at Internet.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Vázquez, M. y López, E. (2001). El Método de los Elementos Finitos aplicado al análisis estructural. España. Editorial: Noela.

Bathe, K. J. (1996). Finite Element Procedures. EE.UU. Editorial: Prentice Hall.

Akin, J. E. (2004). Rice Finite Element Analysis with Error Estimation University. Department of Mechanical Engineering and Material Science. Houston, TX 77251-1892. Draft 4.3 Copyright © 2004. All rights reserved. (Enlarged PDF copies are available at [www.owlnet.rice.edu/~mech517/Books](http://www.owlnet.rice.edu/~mech517/Books)).

Felippa C. Introduction to Finite Element Methods. Department of Aerospace

Engineering Sciences and Center for Aerospace Structures. University of Colorado.

Boulder, Colorado 80309-0429. PDF version available free at Internet.