

# Contenido

## **PREFACIO**

*xiii*

## **1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

**1**

- 1.1 Introducción 1
- 1.2 Aspectos históricos 1
- 1.3 Esquema de la presentación 2
- 1.4 Esfuerzos y equilibrio 2
- 1.5 Condiciones de frontera 3
- 1.6 Relaciones deformación unitaria-desplazamiento 5
- 1.7 Relaciones esfuerzo-deformación unitaria 5
- 1.8 Efectos por temperatura 8
- 1.9 Energía potencial y equilibrio;  
Método de Rayleigh-Ritz 9
- 1.10 Método de Galerkin 13
- 1.11 Principio de Saint Venant 16
- 1.12 Esfuerzo de Von Mises 17
- 1.13 Programas de computadora 17
- 1.14 Conclusión 18
- Referencias históricas 18

<b>2</b>	<b>ÁLGEBRA DE MATRICES Y ELIMINACIÓN DE GAUSS</b>	<b>21</b>
2.1	Álgebra de matrices	21
2.2	Eliminación de Gauss	28
2.3	Método del gradiente conjugado para resolver ecuaciones	39
<b>3</b>	<b>PROBLEMAS UNIDIMENSIONALES</b>	<b>46</b>
3.1	Introducción	46
3.2	Construcción del modelo del elemento finito	47
3.3	Coordenadas y funciones de forma	49
3.4	El enfoque de la energía potencial	53
3.5	El enfoque de Galerkin	57
3.6	Ensamble de la matriz de rigidez global y del vector carga	59
3.7	Propiedades de $\mathbf{K}$	62
3.8	Ecuaciones del elemento finito; manejo de las condiciones de frontera	63
3.9	Funciones de forma cuadrática	79
3.10	Efectos por cambio de temperatura	85
<b>4</b>	<b>ARMADURAS</b>	<b>100</b>
4.1	Introducción	100
4.2	Armaduras planas	101
4.3	Armaduras tridimensionales	112
4.4	Ensamble de la matriz de rigidez global para soluciones en banda y perfil	114
<b>5</b>	<b>PROBLEMAS BIDIMENSIONALES USANDO TRIÁNGULOS DE DEFORMACIÓN UNITARIA CONSTANTE</b>	<b>132</b>
5.1	Introducción	132
5.2	Cómo construir el modelo del elemento finito	133
5.3	Triángulo de deformación unitaria constante (CST)	135
5.4	Modelado del problema y condiciones de frontera	152
5.5	Materiales ortotrópicos	155

<b>6</b>	<b>SÓLIDOS DE SIMETRÍA AXIAL SOMETIDOS A CARGA AXIAL SIMÉTRICA</b>	<b>175</b>
6.1	Introducción	175
6.2	Formulación de simetría axial	175
6.3	Modelado por elemento finito: elemento triangular	178
6.4	Modelado de problemas y condiciones de frontera	189
<b>7</b>	<b>ELEMENTOS ISOPARAMÉTRICOS BIDIMENSIONALES E INTEGRACIÓN NUMÉRICA</b>	<b>209</b>
7.1	Introducción	209
7.2	El cuadrilátero de cuatro nodos	209
7.3	Integración numérica	215
7.4	Elementos de orden superior	221
<b>8</b>	<b>VIGAS Y MARCOS</b>	<b>238</b>
8.1	Introducción	238
8.2	Formulación del elemento finito	242
8.3	Vector de carga	246
8.4	Consideraciones de frontera	247
8.5	Fuerza cortante y momento flexionante	247
8.6	Vigas sobre soportes elásticos	249
8.7	Marcos planos	251
8.8	Marcos tridimensionales	256
8.9	Algunos comentarios	260
<b>9</b>	<b>PROBLEMAS TRIDIMENSIONALES DE ANÁLISIS DE ESFUERZOS</b>	<b>279</b>
9.1	Introducción	279
9.2	Formulación del elemento finito	280
9.3	Cálculos de los esfuerzos	285
9.4	Preparación de la malla	286
9.5	Elementos hexaédricos y elementos de orden superior	288
9.6	La construcción de modelos para los problemas	290

9.7	Método frontal para matrices del elemento finito	292
<b>10</b>	<b>PROBLEMAS DE CAMPO ESCALAR</b>	<b>310</b>
10.1	Introducción	310
10.2	Transferencia de calor en estado estable	312
10.3	Torsión	342
10.4	Flujo de potencial, infiltración, campos eléctrico y magnético, flujo de fluidos en ductos	349
10.5	Conclusión	356
<b>11</b>	<b>CONSIDERACIONES IMPORTANTES</b>	<b>371</b>
11.1	Introducción	371
11.2	Formulación	371
11.3	Matrices de masa del elemento	375
11.4	Evaluación de valores y vectores propios	381
11.5	Cómo entrar en interfaz con los programas previos del elemento finito, y un programa para determinar las velocidades críticas de las flechas	392
11.6	Reducción de Guyan	393
11.7	Conclusión	396
<b>12</b>	<b>PREPROCESAMIENTO Y POSPROCESAMIENTO</b>	<b>412</b>
12.1	Introducción	412
12.2	Generación de la malla	413
12.3	Posprocesamiento	421
12.4	Conclusión	425
	<b>APÉNDICE</b>	<b>451</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>454</b>
	<b>ÍNDICE</b>	<b>459</b>