

# INDICE DE CONTENIDOS

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Motivaciones .....	1
1.2 Herramientas Numéricas.....	2
1.3 Objetivos y organización de los temas .....	2
<b>2. MODELOS ELÁSTICOS</b>	<b>5</b>
2.1 Deformación .....	5
2.1.1 Interpretación geométrica.....	6
2.1.2 Deformaciones pequeñas .....	7
2.2 Cinemática .....	8
2.3 Tensión .....	9
2.4 Ecuaciones de conservación .....	9
2.5 Relaciones constitutivas .....	10
2.5.1 Modelo Elástico Lineal.....	11
2.5.2 Modelo Elástico (Ley de Hooke Generalizada) .....	11
2.5.3 Modelo Hiperelástico.....	12
2.5.4 Tensiones térmicas .....	12
2.6 Lagrangiano del sistema .....	12
<b>3. RESOLUCIÓN NUMÉRICA</b>	<b>14</b>
3.1 Formulación Variacional .....	14
3.2 Discretización Espacial.....	16
3.3 Discretización de las ecuaciones de movimiento .....	17
3.4 Modelos .....	18
3.4.1 Modelo elástico lineal.....	18
3.4.2 Modelo elástico .....	18
3.4.3 Modelo Hiperelástico .....	19

3.4.4	<i>Tensiones térmicas</i> .....	19
3.5	Lagrangiano del sistema .....	19
3.6	Ejemplos .....	20
<b>4.</b>	<b>MÉTODOS DE INTEGRACIÓN</b> .....	<b>23</b>
4.1	Ecuaciones Dinámicas .....	23
4.2	Integración Directa .....	24
4.2.1	<i>Diferencias Centradas</i> .....	24
4.2.2	<i>Método Houbolt</i> .....	25
4.2.3	<i>Método Newmark</i> .....	25
4.3	Análisis Modal .....	25
4.4	Condición de Courant .....	26
4.5	Integradores Variacionales .....	26
4.6	Comparación de Integradores .....	29
4.6.1	<i>Modelo Elástico Lineal unidimensional</i> .....	29
4.6.2	<i>Conservación de momentos</i> .....	32
4.6.3	<i>Problema disipativo</i> .....	34
<b>5.</b>	<b>INTEGRADORES VARIACIONALES</b> .....	<b>37</b>
5.1	Mecánica Lagrangiana .....	37
5.1.1	<i>Conservación de momentos</i> .....	39
5.1.2	<i>Simplecticidad</i> .....	40
5.2	Mecánica Lagrangiana Discreta .....	41
5.2.1	<i>Conservación de momentos discretos</i> .....	43
5.2.2	<i>Simplecticidad</i> .....	44
5.3	Integradores .....	44
5.3.1	<i>Regla del Punto medio</i> .....	45
5.3.2	<i>Regla del trapecio</i> .....	45
5.3.3	<i>Regla del punto medio simétrica</i> .....	45

5.3.4 Elementos finitos en el tiempo .....	46
5.4 Sistemas Forzados y disipativos.....	46
5.5 Mecánica Hamiltoniana .....	47
5.6 Integradores Variacionales Asincrónicos.....	48
5.6.1 Discretización Espacial .....	49
5.6.2 Discretización Temporal .....	49
5.6.3 Principio de Hamilton .....	51
5.6.4 Sistemas forzados y principio de Lagrange D'alambert discreto .....	52
5.6.5 Implementación.....	52
5.6.6 Ejemplos .....	52
5.6.6.1 Modelo unidimensional con una zona de interés .....	53
5.6.6.2 Modelo unidimensional con rigidez variable (Materiales compuestos) ....	55
5.6.7 Ventajas del método asincrónico .....	57
5.7 Formulación espacio-tiempo de la mecánica lagrangiana .....	58
<b>6. APLICACIONES</b>	<b>61</b>
6.1 Cargas de impacto .....	61
6.2 Tensiones térmicas en un elemento combustible.....	65
6.3 Piezas Rotantes.....	68
6.4 Tensiones térmicas en un RPV.....	71
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>A. IMPLEMENTACIÓN COMPUTACIONAL</b>	<b>76</b>
A.1. Generalidades.....	76
A1.1 Inserción del dominio .....	76
A1.2 Preprocesador .....	77
A.1.3 Procesador.....	78
A.1.4 Post-procesador .....	79

A.2 Integradores variacionales asincrónicos .....	79
<b>B. FORMULACIÓN LAGRANGIANA DE LA MECÁNICA DEL CONTINUO</b>	<b>81</b>
B.1 Formulación Abstracta de la Mecánica Lagrangiana para sistemas continuos.....	81
B.2 Mecánica Lagrangiana aplicada a la mecánica del continuo.....	82
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>83</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>84</b>