

Contenidos

1. Introducción	1
1.1. Problemas Estudiados	1
1.1.1. Resonador de sonoluminiscencia	2
1.1.2. Flujo en arterias con paredes flexibles	3
1.2. BIkFEM : Biblioteca para la resolución de ecuaciones en derivadas parciales no-lineales por elementos finitos y acoplamiento heterogé- neo.	5
2. Elasticidad Lineal Clásica. Elementos Estructurales Delgados	7
2.1. Introducción	7
2.2. Formulación Fuerte	8
2.3. Formulación Variacional	9
2.3.1. Formulación axisimétrica	10
2.4. Modelado de Placas Mediante el uso de Elementos de Alto Orden . .	11
2.5. Modos Normales de Vibración	12
2.5.1. Ejemplo Numéricos	13
2.6. Discretización Temporal	19
2.6.1. El Método de Newmark	19
2.6.2. Ejemplos Numéricos	20
3. Interacción Fluido Estructura en Acústica	24
3.1. Interacción Fluido Estructura en Problemas con Pequeños Desplaza- mientos	24
3.1.1. Descripción del Líquido	25
3.1.2. Descripción del Sólido	27
3.1.3. Problema Completo	27
3.2. Resonador Esférico con Líquido en su Interior	29
3.2.1. Adimensionalización del Problema	30
3.2.2. Resultados	31
3.3. Resonador Esférico y sus Soportes	35
3.4. Pérdidas de energía por radiación	38
3.4.1. Conservación de la energía y pérdidas por radiación	39
3.4.2. Resultados numéricos	44
4. Ecuaciones de Primer Orden en el Tiempo en Dominios Móviles. Formu- lación ALE.	49
4.1. Introducción	49
4.2. Convección Difusión por Elementos Finitos	50
4.3. Formulación ALE	51

4.3.1.	Formulaciones Euleriana y Lagrangiana	51
4.3.2.	Descripción cinemática en ALE	53
4.3.3.	Derivadas en el dominio material, espacial y de referencia	54
4.4.	Problemas de Primer Orden en el Tiempo en Descripción ALE	55
4.5.	Formulaciones Variacionales	56
4.5.1.	Formulación no conservativa	57
4.5.2.	Formulación conservativa	57
4.6.	Condición GCL	57
4.7.	Convección Difusión	58
4.8.	Esquemas Discretos	58
4.8.1.	Velocidad de la malla	58
4.8.2.	Esquema implícito para la formulación conservativa	59
4.8.3.	Esquema implícito para la formulación no conservativa	62
4.9.	Resultados Numéricos	64
5.	Ecuaciones de Navier-Stokes y su Discretización por Elementos Finitos.	72
5.1.	Presentación del Problema y Formulación de Galerkin	72
5.1.1.	Ecuaciones de Navier-Stokes	72
5.1.2.	Discretización temporal	73
5.1.3.	Formulación discreta del problema	74
5.2.	La Condición Inf-Sup	75
5.3.	Formulación estabilizada mediante SPGP	75
5.4.	Ejemplos Numéricos	77
5.4.1.	Flujo de Kovasnay	77
5.4.2.	Flujo vorticioso de Taylor	78
5.4.3.	Flujo de detrás de un cilindro	80
6.	Cómputo de los Esfuerzos Ejercidos por el Fluido Sobre el Borde del Dominio.	84
6.1.	Introducción	84
6.2.	Proyección del Gradiente de Velocidad	84
6.3.	Multiplicadores de Lagrange	85
6.4.	Desacople de los Multiplicadores de Lagrange de las ecuaciones de Navier-Stokes	87
6.5.	Ejemplo Numérico: Flujo en un tubo cilíndrico	88
7.	Esquemas Staggered	93
7.1.	Ecuaciones de Navier-Stokes en dominios móviles	93
7.1.1.	Discretización por elementos finitos y estabilización	94
7.2.	Formulación completa del problema de interacción fluido estructura	96
7.2.1.	Formulación fuerte	97
7.2.2.	Formulación variacional	98
7.3.	Esquemas Staggered	99
7.3.1.	Esquema staggered con subiteraciones internas	101
7.4.	Resultados Numéricos	104
8.	Comentarios Finales y Conclusiones	112

Apéndices	114
A. BlkFEM	115
A.1. Utilización de PETSc como soporte	116
A.2. Estructuración de la Biblioteca.	116
A.2.1. Conceptos básicos en BlkFEM	117
A.3. Esquema General de un Problema en BlkFEM	123
A.4. Términos de superficie. Condiciones de borde naturales.	125
A.5. Tratamiento de sistemas no lineales y condiciones de borde de Dirichlet.	125
A.6. Salidas.	126
A.7. Que problemas pueden ser resueltos con BlkFEM ?.	126
B. Solución analítica de un resonador esférico con líquido en su interior	128
B.1. Modos de vibración de un casquete esférico	128
B.2. Casquete esférico con líquido en su interior	129
Bibliografía	131