

Indice

Resumen	7
Abstract	9
1. Introducción	11
1.1. Problemas de vibraciones en la industria nuclear	11
1.2. Caracterización de las vibraciones inducidas por el flujo	12
1.3. Ideas básicas sobre el método de elementos finitos	13
1.4. Concepto de adaptividad	15
1.5. Clases de refinamiento adaptivo de elementos finitos	15
1.6. Problema objetivo	17
1.7. Estado del arte	17
1.8. Desarrollos y aspectos de implementación	18
1.9. Organización del manuscrito	19
2. Vibraciones de sólidos inmersos en un fluido. Aspectos teóricos	21
2.1. Introducción	21
2.2. Modelos matemáticos de vibraciones de fluido-estructuras sólidas	23
2.2.1. Interacción sólido-fluido perfecto levemente compresible	23
2.2.1.1. Hipótesis	23
2.2.1.2. Ecuación del fluido	24
2.2.1.3. Ecuación de los sólidos	25
2.2.1.4. Condiciones de borde	26
2.2.1.5. Formulación en el campo de las frecuencias	26
2.2.1.6. Formulación variacional del problema	27
2.2.1.7. Discretización del problema	30
2.2.2. Caso de un fluido perfecto incompresible	34
3. Método <i>hp</i> de elementos finitos	39
3.1. Espacio de elementos finitos	39
3.2. Estimador de error <i>a priori</i>	40
3.3. Estimador de error <i>a posteriori</i>	41

3.3.1. Confiabilidad	42
3.3.2. Eficiencia	42
3.4. Estrategia de refinamiento adaptivo	43
4. Aprovechamiento de la simetría	45
4.1. Necesidad de explotar la simetría	45
4.2. Extensión del tratamiento de simetrías del modelo de Laplace al de Helmholtz	46
4.2.1. Ejemplo modelo	46
4.2.2. Formulación variacional del problema simétrico	48
4.2.3. Discretización del problema simétrico	53
5. Ejemplos numéricos	57
5.1. Análisis Dimensional	57
5.2. Ejemplo con solución analítica: Dos tubos cilíndricos concéntricos	60
5.2.1. Solución analítica general	61
5.2.2. Caso particular	65
5.2.2.1. Solución analítica	65
5.2.2.2. Solución de elementos finitos	66
5.2.3. Caso con fluido incompresible	71
5.3. Tubo romboidal dentro de una cavidad rectangular	73
5.3.1. Efecto de la velocidad del sonido en los modos de vibración	78
5.3.2. Orden de convergencia del estimador	81
5.3.3. Comparación entre estrategias de refinamiento h y hp	84
5.4. Cavidad en forma de L con tubos de diferentes formas y propiedades físicas	85
5.5. Cavidad cilíndrica con 28 tubos cilíndricos	94
5.5.1. Comparación con el modelo resuelto con fluido incompresible	110
Conclusiones	111
Desarrollos futuros	113
Referencias bibliográficas	115
A. Problemas abstractos de autovalores	117
Agradecimientos	127