Índice de contenidos

Índice de símbolos v

Índice de contenidos vii

Índice de figuras xi

Índice de tablas xiii

Resumen xv

Abstract xvii

1. Introducción: seguridad nuclear en el reactor CAREM-25 1

1.1. Reactor CAREM-25 1

1.2. Seguridad nuclear 3

1.2.1. Sistemas de seguridad del CAREM-25 4

1.2.2. Descripción de los sistemas de seguridad del reactor CAREM-25 5

1.3. Plan de trabajo 6

2. Barras de control accionadas hidráulicamente en instalaciones nucleares 7

2.1. Mecanismo de movimiento de las barras de control del CAREM-25 . . . 7

2.1.1. Diseños del sistema HDCR 9

2.2. Ventajas de implementar el sistema HDCR 10

2.3. Circuito hidráulico de alimentación al sistema HDCR 10

2.4. Posiciones de equilibrio del sistema HDCR 11

2.5. Operación salto de diente de la barra de control 16

3. Resolución numérica de las ecuaciones de Navier Stokes con sólidos inmersos 19

3.1. Ventajas de usar Fluidodinámica Computacional 19

3.2. Interacción fluido-estructura: modelo matemático 20

3.3. Método ALE 20

3.3.1. Algoritmos Lagrangianos . . . 20
3.3.2. Algoritmos Eulerianos . . . 21
3.3.3. Descripción ALE . . . 21
3.4. Enfoques para sólidos inmersos . . . 22
3.5. Ecuaciones de movimiento . . . 23
3.6. Aproximación por el método de elementos finitos . . . 25
3.7. Algoritmo híbrido Inmerso/adaptado al cuerpo . . . 25
3.8. General Purpose Finite Element Program (GPFEP) . . . 29
3.9. Programación computacional en paralelo . . . 29

4. Verificación de la herramienta numérica 31
4.1. Relación entre la fuerza fluido-estructura y el multiplicador de Lagrange 33
4.2. Problema 1 . . . 34
4.3. Problema 2 . . . 35
4.4. Dificultades y soluciones del problema a resolver . . . 36
4.5. Discretización del dominio . . . 36
4.6. Resultados . . . 37
4.6.1. Problema 1 . . . 37
4.6.2. Problema 2 . . . 38

5. Validación del código: pistón estático 41
5.1. Análisis del caso 3D . . . 44
5.2. Análisis del caso 2D . . . 45
5.3. Simulación del caso 2D . . . 46
5.4. Dificultades del problema a resolver . . . 52
5.5. Soluciones del problema a resolver . . . 52
5.6. Discretización espacial . . . 53
5.6.1. nslst . . . 53
5.6.2. immALE . . . 53
5.7. Resultados . . . 54
5.7.1. Implementación nslst . . . 54
5.7.2. Implementación immALE . . . 58

6. Pistón móvil 65
6.1. Análisis Matemático . . . 65
6.2. Caso 1 . . . 68
6.3. Caso 2 . . . 70
6.4. Resultados . . . 71
6.4.1. Caso 1 . . . 71
6.4.2. Caso 2 . . . 72

7. Conclusiones y trabajos futuros **75**
7.1. Conclusiones 75
7.2. Propuestas Futuras 76

Bibliografía **77**

Agradecimientos **79**