

Índice general

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Motivación del trabajo | 1 |
| 1.2. Descripción de la geometría real | 1 |
| 1.3. Fenómenos físicos presentes en la interfaz de la chimenea | 4 |
| 1.3.1. Problema de Rayleigh-Taylor | 4 |
| 1.3.2. Problema de Kelvin-Helmholtz | 5 |
| 1.4. Modelo de burbuja simplificado | 5 |
| 1.5. Código de cálculo utilizado. | 7 |
| 1.5.1. Generación de mallas - GMESH. | 8 |
| 1.5.2. Código de resolución - PAR-GPFEP | 9 |
| 1.5.3. Visualización de los resultados - ParaView | 10 |
| 1.5.4. Hardware - Cluster de la división MECOM | 10 |
| 1.6. Estructura del trabajo | 11 |
| 2. Ecuaciones gobernantes y parámetros característicos | 13 |
| 2.1. Ecuaciones de Navier-Stokes | 13 |
| 2.1.1. Conservación de la masa | 13 |
| 2.1.2. Conservación de momento | 14 |
| 2.2. Condiciones iniciales y de borde para Navier-Stokes | 15 |
| 2.3. Ecuación de Energía | 16 |
| 2.3.1. Condiciones iniciales y de borde para la ecuación de energía | 17 |
| 2.4. Acoplamiento térmico | 18 |
| 2.4.1. Aproximación de Boussinesq | 18 |
| 2.5. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes | 19 |
| 3. Turbulencia | 23 |
| 3.1. Definición | 23 |
| 3.2. Características principales | 24 |
| 3.3. Escalas de la turbulencia | 25 |
| 3.4. Cascada de energía turbulenta | 26 |
| 3.5. Teoría de Kolmogorov | 27 |
| 3.5.1. Efecto del Número de Reynolds | 28 |
| 3.6. Modelado y simulación de flujo turbulento | 29 |
| 3.7. DNS | 29 |
| 3.8. RANS | 30 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.8.1. | Ecuaciones RANS | 30 |
| 3.8.2. | Esfuerzo de Reynolds | 32 |
| 3.8.3. | Ley de pared para ecuación de Momento | 33 |
| 3.8.4. | Modelo de turbulencia aplicado en la ecuación de Energía. | 36 |
| 3.8.5. | Ley de pared para la ecuación de Energía | 37 |
| 3.9. | LES | 37 |
| 3.9.1. | Consideraciones generales | 38 |
| 3.9.2. | Filtrado a las ecuaciones de Navier-Stokes | 38 |
| 3.9.3. | Modelo de Smagorinsky | 40 |
| 4. | Validación de código PAR-GPFEP y metodología de cálculo | 41 |
| 4.1. | Problema de Bénard. | 41 |
| 4.2. | Convergencia en malla | 43 |
| 4.3. | Simulación con PAR-GPFEP y validación | 46 |
| 5. | Análisis tridimensional del caudal de cierre de la chimenea de un reactor de investigación de flujo ascendente | 47 |
| 5.1. | Geometría utilizada, condiciones de flujo e implementación del cálculo. | 47 |
| 5.1.1. | Geometría utilizada y características del dominio de cálculo. | 47 |
| 5.1.2. | Parámetros característicos en condiciones nominales | 48 |
| 5.1.3. | Condiciones de borde implementadas. | 49 |
| 5.1.4. | Convergencia en malla de los resultados | 51 |
| 5.1.5. | Análisis de la influencia del paso temporal en los resultados | 55 |
| 5.2. | Resultados - Efecto del caudal de cierre. | 59 |
| 5.3. | Discusión de los resultados y conclusiones parciales | 64 |
| 5.4. | Mejoras propuestas | 66 |
| 6. | Conclusiones | 83 |
| 6.1. | Comentarios finales | 83 |
| A. | Apéndice | 85 |
| A.1. | Declaración de actividades de práctica profesional supervisada y actividades de proyecto y diseño | 85 |
| A.1.1. | Actividades de práctica profesional supervisada | 85 |
| A.1.2. | Actividades de proyecto y diseño | 85 |
| | Bibliografía | 87 |
| | Lista de figuras | 89 |
| | Lista de tablas | 93 |