

# Índice de contenidos

|  |           |
|--|-----------|
| Índice de contenidos   | v         |
| Índice de figuras  | vii       |
| Índice de tablas   | xi        |
| Resumen  | xiii      |
| Abstract   | xv        |
| <b>1. Introducción</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Fusión nuclear . . . . .  | 1         |
| 1.1.1. Sección eficaz y tasa de fusión . . . . .                           | 2         |
| 1.2. Física de plasmas . . . . .   | 4         |
| 1.2.1. Parámetros de un plasma . . . . .                                   | 4         |
| 1.3. Métodos de confinamiento . . . . .                                    | 5         |
| 1.3.1. Tokamaks . . . . .  | 6         |
| 1.3.1.1. Superficies magnéticas . . . . .                                  | 6         |
| 1.3.1.2. Potencia de fusión . . . . .                                      | 7         |
| 1.4. Motivación . . . . .  | 9         |
| <b>2. Dinámica de partículas cargadas</b>                                  | <b>11</b> |
| 2.1. Dinámica de partículas cargadas en campos electromagnéticos . . . . . | 11        |
| 2.1.1. Campo eléctrico nulo y campo magnético uniforme . . . . .           | 11        |
| 2.1.2. Campo eléctrico nulo y gradientes de campo magnético . . . . .      | 13        |
| 2.1.3. Tipos de órbitas en tokamaks . . . . .                              | 14        |
| 2.2. Colisiones elásticas . . . . .  | 15        |
| 2.3. Distribución de frenamiento . . . . .                                 | 17        |
| <b>3. Códigos de partículas</b>  | <b>19</b> |
| 3.1. Código OC . . . . .   | 19        |
| 3.1.1. Operador de colisiones elásticas OC . . . . .                       | 21        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2. Código CG . . . . .  | 22        |
| 3.2.1. Operador de colisiones elásticas CG . . . . .  | 25        |
| 3.3. Generador de partículas originadas por fusión . . . . .                                      | 27        |
| 3.3.1. Implementación de la distribución de frenamiento . . . . .                                 | 27        |
| 3.4. Paralelización de los códigos . . . . .  | 28        |
| <b>4. Simulaciones computacionales</b>  | <b>31</b> |
| 4.1. Condiciones de las simulaciones . . . . .  | 31        |
| 4.2. Trayectorias en ausencia de colisiones . . . . .   | 32        |
| 4.2.1. Problema de la separatriz . . . . .  | 34        |
| 4.3. Validación del operador de colisiones elásticas . . . . .                                    | 35        |
| 4.3.1. Código OC . . . . .  | 35        |
| 4.3.2. Código CG . . . . .  | 35        |
| 4.4. Trayectorias en presencia de colisiones . . . . .  | 36        |
| 4.4.1. Distribución energética . . . . .  | 39        |
| 4.4.2. Distribución en pitch . . . . .  | 41        |
| 4.5. Distribución estacionaria de partículas $\alpha$ de fusión . . . . .                         | 42        |
| 4.5.1. Utilizando la distribución de frenamiento como condición inicial                           | 42        |
| 4.5.2. Sin utilizar la distribución de frenamiento como condición inicial                         | 47        |
| 4.6. Trabajo futuro . . . . .   | 49        |
| <b>5. Conclusiones</b>  | <b>51</b> |
| <b>A. Práctica profesional supervisada (PPS) y actividades de proyecto y<br/>diseño (P&amp;D)</b> | <b>53</b> |
| A.1. Práctica profesional supervisada (PPS) . . . . .   | 53        |
| A.2. Actividades de proyecto y diseño (P&D) . . . . .   | 53        |
| <b>Bibliografía</b>   | <b>55</b> |