

# Resumen

El principal objetivo de esta tesis es el desarrollo de un Método Modal para resolver dos ecuaciones: la Ecuación de la Difusión de Neutrones y la de las Ordenadas Discretas del Transporte de Neutrones. Además, este método está basado en el Método de Volúmenes Finitos para discretizar las variables espaciales. La solución de estas ecuaciones proporciona el flujo de neutrones, que está relacionado con la potencia que se produce en los reactores nucleares, por lo que es un factor fundamental para los Análisis de Seguridad Nuclear. Por una parte, la utilización del Método Modal está justificada para realizar análisis de inestabilidades en reactores. Por otra parte, el uso del Método de Volúmenes Finitos está justificado por la utilización de este método para resolver las ecuaciones termohidráulicas, que están fuertemente acopladas con la generación de energía en el combustible nuclear.

En primer lugar, esta tesis incluye la definición de estas ecuaciones y los principales métodos utilizados para resolverlas. Además, se introducen los principales esquemas y características del Método de Volúmenes Finitos. También se describen los principales métodos numéricos para el Método Modal, que incluye tanto la solución de problemas de autovalores como la solución de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias dependientes del tiempo.

A continuación, se desarrollan varios algoritmos del Método de Volúmenes Finitos para el Estado Estacionario de la Ecuación de la Difusión de Neutrones. Se consigue desarrollar una formulación multigrupo, que permite resolver el problema de autovalores para cualquier número de grupos de energía, incluyendo términos de upscattering y de fisión en varios grupos de energía. Además, se desarrollan los algoritmos para realizar la computación en paralelo.

La solución anterior es la condición inicial para resolver la Ecuación de Difusión de Neutrones dependiente del tiempo. En esta tesis se utiliza un Método Modal, que transforma el Sistema de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias en uno de mucho menor tamaño, que se resuelve con el Método de la Matriz Exponencial. Además, se ha desarrollado un método rápido para estimar el flujo adjunto a partir del directo, ya que se necesita en el Método Modal.

Por otra parte, se ha desarrollado un algoritmo que resuelve el problema de autovalores de la Ecuación del Transporte de Neutrones. Este algoritmo es para la formulación de Ordenadas Discretas y el Método de Volúmenes Finitos. En concreto, se han aplicado dos tipos de cuadraturas para las Ordenadas Discretas y dos esquemas de interpolación para el Método de Volúmenes Finitos.

---

Finalmente, se han aplicado estos métodos a diferentes tipos de reactores nucleares, incluyendo reactores comerciales. Se han evaluado los valores de la constante de multiplicación y de la potencia, ya que son las variables fundamentales en los Análisis de Seguridad Nuclear. Además, se ha realizado un análisis de sensibilidad de diferentes parámetros como la malla y métodos numéricos. En conclusión, se obtienen excelentes resultados, tanto en precisión como en coste computacional.