

Resumen

Uno de los objetivos más importantes en el análisis de la seguridad en el campo de la ingeniería nuclear es el cálculo, rápido y preciso, de la evolución de la potencia dentro del núcleo del reactor. La distribución de los neutrones se puede describir a través de la ecuación de transporte de Boltzmann. La solución de esta ecuación no puede obtenerse de manera sencilla para reactores realistas, y es por ello que se tienen que considerar aproximaciones numéricas.

En primer lugar, esta tesis se centra en obtener la solución para varios problemas estáticos asociados con la ecuación de difusión neutrónica: los modos λ , los modos γ y los modos α . Para la discretización espacial se ha utilizado un método de elementos finitos de alto orden. Diversas características de cada problema espectral se analizan y se comparan en diferentes reactores.

Después, se investigan varios métodos de cálculo para problemas de autovalores y estrategias para calcular los problemas algebraicos obtenidos a partir de la discretización espacial. La mayoría de los trabajos destinados a la resolución de la ecuación de difusión neutrónica están diseñados para la aproximación de dos grupos de energía, sin considerar dispersión de neutrones del grupo térmico al grupo rápido. La principal ventaja de la metodología que se propone es que no depende de la geometría del reactor, del tipo de problema de autovalores ni del número de grupos de energía del problema.

Tras esto, se obtiene la solución de las ecuaciones estacionarias de armónicos esféricos. La implementación de estas ecuaciones tiene dos principales diferencias respecto a la ecuación de difusión neutrónica. Primero, la discretización espacial se realiza a nivel de pin. Por tanto, se estudian diferentes tipos de mallas. Segundo, el número de grupos de energía es, generalmente, mayor que dos. De este modo, se desarrollan estrategias a bloques para optimizar el cálculo de los problemas algebraicos asociados.

Finalmente, se implementa un método modal actualizado para integrar la ecuación de difusión neutrónica dependiente del tiempo. Se presentan y comparan los métodos modales basados en desarrollos en función de los diferentes modos espaciales para varios tipos de transitorios. Además, también se desarrolla un control de paso de tiempo adaptativo, que evita la actualización de los modos de una manera fija y adapta el paso de tiempo en función de varias estimaciones del error.