

Resumen

La ecuación de la difusión neutrónica es una aproximación de la ecuación del transporte de neutrones que describe la población de neutrones en el núcleo de un reactor nuclear. En particular, consideraremos reactores de tipo VVER y para simular su comportamiento se utilizará la ecuación de la difusión neutrónica para cuya discretización se hace uso de mallas hexagonales.

La mayoría de los códigos de simulación de reactores nucleares utilizan aproximación multigrupo de energía de la ecuación de la difusión neutrónica para describir la distribución de neutrones en el interior del núcleo del reactor. Para estudiar el estado estacionario del reactor, es posible forzar la criticidad del reactor de forma artificial modificando las secciones eficaces de forma que se obtiene un problema de valores propios diferencial, conocido como el problema de los Modos Lambda, que se resuelve para obtener los valores propios dominantes del reactor y sus correspondientes funciones propias.

Para discretizar este modelo se ha hecho uso de un método de elementos finitos con adaptabilidad h - p . Este método permite el uso de mallas heterogéneas, y de diferentes refinamientos como el uso mallas h -adaptativas, reduciendo el tamaño de los distintos nodos, y el p -refinado, aumentando el grado del polinomio de las funciones básicas utilizado en los desarrollos de la solución en los diferentes nodos. Se ha desarrollado un código basado en un método de elementos finitos de alto orden para resolver el problema de los Modos Lambda en un reactor con geometría hexagonal y se han obtenido los Modos dominantes para distintos problemas de referencia.

Una vez que se ha obtenido la solución para la distribución de neutrones en estado estacionario, ésta se utiliza como condición inicial para la integración de la ecuación de difusión neutrónica dependiente del tiempo. Para simular el comportamiento de un reactor nuclear para un determinado transitorio, es necesario ser capaz de integrar la ecuación de la difusión neutrónica dependiente del tiempo en el interior del núcleo del reactor. La discretización espacial de esta ecuación se hace usando un método de elementos finitos de alto orden que permite refinados de tipo h - p para distintas geometrías.

Los transitorios que implican el movimiento de los bancos de las barras de control tienen el problema conocido como el efecto ‘rod-cusping’. Estudios anteriores, por lo general, han abordado este problema utilizando una malla fija y definiendo propiedades promedio para los materiales correspondientes a las celdas donde se tiene la barra de control parcialmente insertada. En el presente trabajo se propone el uso de un esquema de malla móvil, de forma que en mallado espacial va cambiando con el movimiento de la barra de control, evitando la necesidad de utilizar secciones eficaces equivalentes para las celdas parcialmente insertadas. El funcionamiento de este esquema de malla móvil propuesto se estudia resolviendo distintos problemas tipo.

La precisión obtenida mediante de la teoría de la difusión en los cálculos de reactores es limitada cuando se tienen elementos de combustible complejos o se pretenden realizar cálculos en malla fina. Para mejorar estos resultados, es necesario disponer de un método que incorpore aproximaciones de orden superior de la ecuación del transporte de neutrones. Una posibilidad es hacer uso de las ecuaciones P_N simplificadas (SP_N). En este trabajo se utiliza un método de elementos finitos $h - p$ para obtener los modos dominantes asociados con una configuración dada del núcleo de un reactor nuclear con geometría hexagonal usando la aproximación SP_N . El funcionamiento de las aproximaciones SP_N ($N = 1, 3, 5$) se ha estudiado para distintos problemas de referencia.