

REPRESENTACION DEL NUCLEO DE ATUCHA II PARA SU SIMULACION MEDIANTE MODELOS HOMOGENEOS Y HETEROGENEOS.

C. GRANT (CNEA, Geia de Ingeniería, D. Nac. de C. Nucleares)

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

Para la simulación del comportamiento de un reactor de potencia se hace necesario el uso de modelos de cálculo tridimensionales, para los cuales se debe preparar convenientemente la representación del núcleo para que se puedan llevar a cabo toda clase de cálculos tales como gestión de combustible, ciclos de potencia y cálculos dinámicos cinéticos y espaciales.

A tal efecto se utilizan dos tipos de modelos cuyos resultados se comparan para una distribución de potencia bi- y tridimensional sin barras de control y con núcleo fresco. Un análisis de los resultados con barras de control y/o núcleo quemado o en equilibrio será realizado en un trabajo complementario a éste.

Modelo Heterogéneo

El modelo heterogéneo (Código TRISIC, versión en PL/I) consiste en representar explícitamente cada elemento combustible resolviendo las ecuaciones de difusión en el moderador, imponiendo como condiciones de contorno la nulidad del flujo en el borde extrapolado del reactor y ciertas relaciones entre la corriente neta y el flujo en la superficie de cada canal dadas por los elementos de una matriz de respuesta denominados parámetros heterogéneos. En la dirección axial tanto los parámetros heterogéneos como el flujo se expresan en componentes de Fourier llegando así a una ecuación de criticidad (Ver Referencia 1).

Modelo Homogéneo

El modelo homogéneo (Código PUMA) procede a la homogeneización de cada celda neutrónica caracterizando sus propiedades por medio de secciones eficaces de celda. La geometría utilizada es R - FI - Z, y como la red de ATUCHA -II es hexagonal se procede a adjudicarle a cada celdilla R - FI una fracción de cada celda que la cubre (Ver figura) generando así un esquema de coberturas entre celdillas y celdas neutrónicas. Para el cálculo de estas coberturas se desarrolló un programa utilitario especial que calcula las superficies de intersección entre hexágonos y sectores circulares. Luego, se programó en el código PUMA una rutina especial que produce el reticulado de ATUCHA-II para simetrías VI, III y I.

Para la representación del reflector axial y radial se utiliza en método de matriz de respuesta, en las que las corrientes netas al borde del núcleo se expresan en función de los flujos en la forma:

$$J_g = \sum_{g'} a_{gg'} \phi_{g'}$$

donde los a_{gg} se hallan por medio del programa BORDE, cuya teoría puede verse en la referencia 4.

Se hicieron comparaciones entre la distribución de potencia hallada representando el reflector con la matriz de respuesta o explícitamente con diferencias finitas. Para el reflector radial la diferencia llegó a un 0.8% para canales perisféricos y menos del 0.1% para los demás. Para el reflector axial la diferencia resultó ser totalmente despreciable.

En consecuencia, se decidió utilizar el método de la matriz de respuesta, pues al evitar la representación explícita de reflector en la red de diferencias finitas, se ahorra alrededor de un 35% del tiempo de procesamiento.

Resultados Obtenidos

Tanto las constantes heterogéneas como las secciones eficaces de celda fueron obtenidas de un mismo cálculo de celda del código COCAP (Referencia 3) y se evalúa solamente para un sexto del núcleo.

En primer lugar se hicieron cálculos bidimensionales R-FI, lo que se obtiene tomando un solo armónico en el modelo heterogéneo y un solo trozo axial en el homogéneo. En este caso la comparación de ambos métodos muestran una coincidencia dentro del 0.5% para las potencias en todos los canales excepto los perisféricos, en los cuales el heterogéneo las subestima hasta un 4% respecto del homogéneo.

Aunque no se hizo, a causa de su costo, un análisis más a fondo de la causa de esta diferencia, se sospecha que se debe a que las condiciones de celda no se cumplen en el borde del reflector y por lo tanto se hacen algo dudosas las constantes heterogéneas y/o secciones eficaces de celda calculadas mediante un código de celda.

La buena coincidencia obtenida para los canales no perisféricos nos da la certeza de que el esquema de coberturas hallado es correcto. La reactividad fue calculada por ambos códigos con una diferencia de 30 pcm.

Luego se realizaron cálculos tridimensionales con simetría en el plano medio del reactor, es decir, armónicos pares nulos en el modelo heterogéneo y sólo medio reactor con contorno blanco abajo en el homogéneo, donde la totalidad del canal se dividió en diez trozos. En TRISIC se tomó hasta el armónico 13.

Para la reactividad y las potencias totales por canal se repitió la situación ya expuesta en el caso de los cálculos bidimensionales, pero al comparar las distribuciones axiales, para todos los trozos excepto los extremos las diferencias se conservaron dentro de 1%. En estos últimos se llegó a una sobrestimación del modelo heterogéneo respecto al homogéneo de un 4.6% más o menos constante para todos los canales. Se repitió el cálculo heterogéneo tomando en cuenta hasta el armónico 25 y esta diferencia bajó al 2.6%. Luego se rehicieron estas evaluaciones para el núcleo de ATUCHA-I tomando en cada caso hasta 13, 25 y 51 armónicos y se repitieron los valores de ATUCHA-II en los dos primeros casos, bajando la diferencia a un 1.9% en el último. Se ve que tomando un número inmenso de armónicos esta discrepancia puede re

ducirse aún más, aunque no se llevaron a cabo estas pruebas a causa de su alto costo de computación.

Se observa a través de estas comparaciones de distribuciones espaciales de potencia tridimensionales series falencias del modelo heterogéneo en los bordes inferior y superior del reflector a causa de las discontinuidades de los parámetros en estos lugares, lo que deteriora seriamente la convergencia de los armónicos de Fourier y obliga a tomar un gran número de éstos para lograr una buena aproximación.

Tiempos de procesamiento

De acuerdo a los tiempos de procesamiento obtenidos en estos casos simples fueron extrapolados los necesarios para una gestión de combustible suponiendo que el flujo inicial en el proceso iterativo es tomado del caso anterior en ambos códigos.

Para el heterogéneo con barras de control unos 6 a 8 minutos de CPU para cada cálculo de flujo y K_e para un sexto del reactor.

En el modelo homogéneo 2 a 3 minutos para un sexto del reactor y 8 a 12 minutos para el reactor completo por cada evaluación de la distribución del flujo y K_e .

El reactor completo no puede ser calculado por el modelo heterogéneo con las disponibilidades actuales de computación, pues a los tiempos y memoria necesarios para un sexto del reactor habría que multiplicarlos por un factor 36 lo que resulta excesivamente caro y además por poco colma la capacidad instalada de cualquier instalación existente hoy en día.

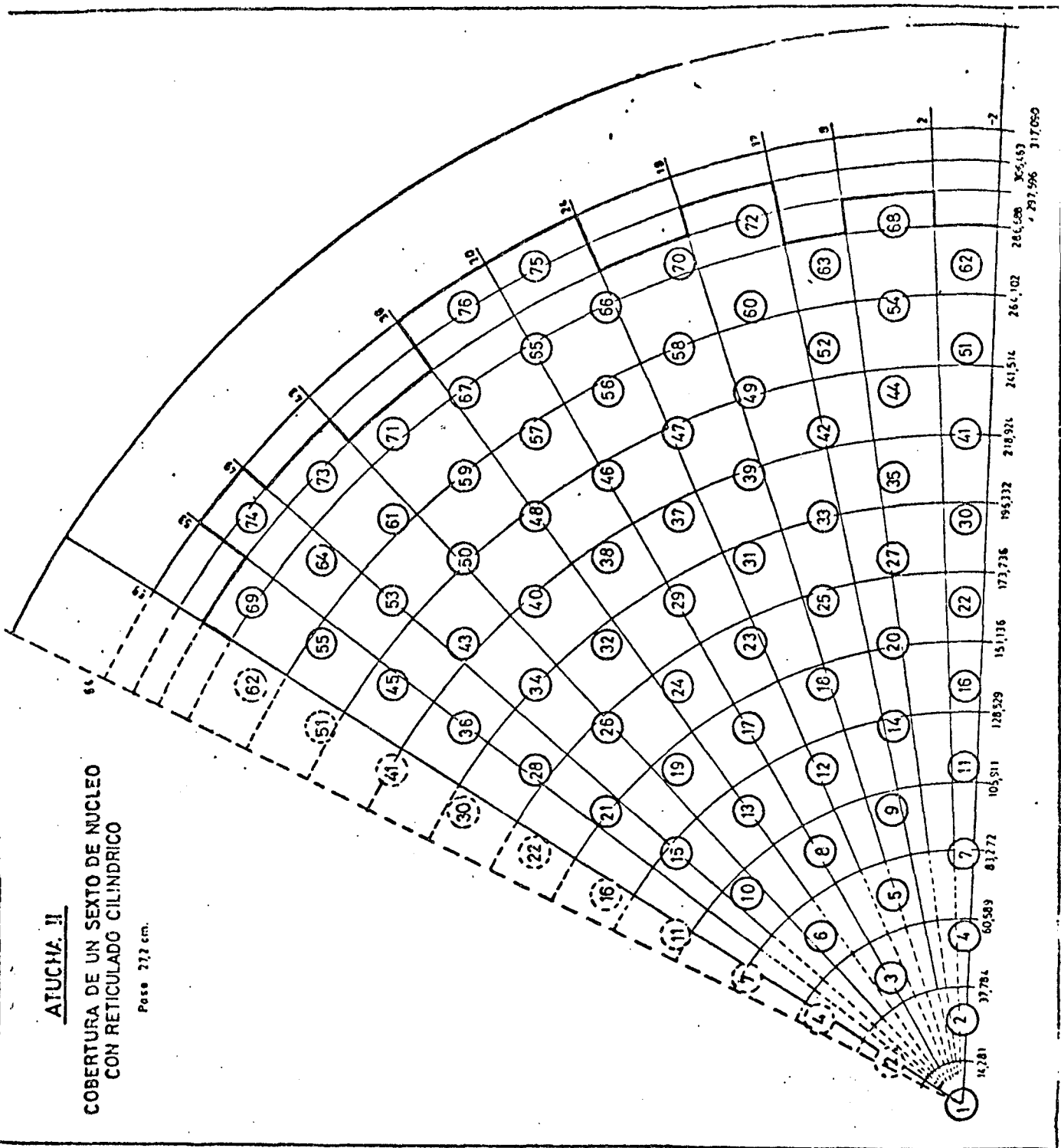
Conclusiones

De los análisis y comparaciones que dieron motivo a la realización de este trabajo se concluye en que, dado el menor costo del modelo homogéneo y la posibilidad de trabajar representando la totalidad del reactor con un costo razonable, es éste el más adecuado para la simulación del comportamiento de núcleo, dejando el modelo heterogéneo para cálculos comparativos y de verificación.

ATUCHA. II

COBERTURA DE UN SEXTO DE NUCLEO
CON RETICULADO CILINDRICO

Pase 272 cm.



Referencias.

- 1- C. GRANT
TRISIC, versión en PL/I
CNEA, Dto. de Reactores, 1981.
- 2- C. GRANT
PUMA, Sistema para la simulación del funcionamiento de
reactores nucleares.
CNEA, Re-163, 1980.
- 3- ROSSEN
COCAP: Código para la optimización de caldas de agua
pesada.
CNEA, 1972.
- 4- C. GRANT
El método de la matriz respuesta para la representación
de las condiciones de contorno en los códigos de difu-
sión tridimensionales.
A.A.T.N, Buenos Aires 1979.

El autor agradece al Ing. Carlos ARTES (ENACE) por el proce-
samiento con TRISIC de los casos tridimensionales y la dis-
cusión de los resultados.