

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1981

IMPLEMENTACION DEL CODIGO PUMA-C PARA LOS CALCULOS DE GESTION
DE COMBUSTIBLE EN LA CENTRAL NUCLEAR EMBALSE.

José M. Fink Central Nuclear Embalse. Comisión Nacional de
Energía Atómica

Carlos R. Grant Depto. de Reactores. Gcia de Desarrollo.
Comisión Nacional de Energía Atómica.

1 - Introducción

La selección de los canales que serán recambiados en un reactor requiere conocer las distribuciones de flujo, potencia y quemado de los manojos que hay en el nucleo. Estos valores son normalmente calculados con programas de difusión tridimensionales que utilizan modelos muy detallados para representar el reactor.

En el caso de la C. N. Embalse, AECL transfirió a CNEA el programa FMDP con ese objetivo. Sin embargo este código está programado para el sistema de computación Control Data y emplea recursos avanzados del mismo. La tarea de conversión para que pueda ser usado en el sistema IBM de la CNEA es bastante complicada y requiere un gran esfuerzo de reprogramación.

En vista de lo anterior se analizó la posibilidad de utilizar el programa PUMA desarrollado en CNEA por C. Grant y de características similares a FMDP. Se llegó a la conclusión que era más sencillo introducir a PUMA algunos cambios menores de manera de aproximar los formalismos de cálculo a los de FMDP, que convertir este último programa. De esa manera se implementó posteriormente el código PUMA-C, es decir la versión de PUMA orientada a los cálculos de gestión de combustible de un reactor tipo Candu.

2 - Implementación de PUMA-C

Se tomaron aquellas partes de PUMA que realizan calculos de

gestión de combustible, más precisamente cálculos de difusión tridimensionales que proveen distribuciones detalladas de flujo, potencia y quemado. Se realizó un análisis en ambos programas de las principales etapas del cálculo, determinándose diferencias en los formalismos e introduciendo las modificaciones correspondientes en PUMA-C.

El trabajo se dividió en dos partes. En la primera se trató de reproducir resultados de FMDP para el caso de núcleo inicial y en la segunda para el caso de núcleo irradiado con recambios de combustible.

La primera parte fue la más laboriosa. Se modificó el esquema de diferencias finitas para resolver las ecuaciones de difusión calculándose los flujos en los centros de las celdillas en lugar de los vértices como se hacía originariamente. Asimismo se pasó a doble precisión la resolución de dichas ecuaciones ya que se encontró que en modelos de reactor muy detallados, con simple precisión hay dificultades en la convergencia. También se hicieron algunas mejoras en el método numérico.

La segunda parte fue más simple. El principal cambio fue usar la irradiación en n/kb como variable independiente de quemado en lugar del quemado en Mwd/tU .

Para verificar los resultados de PUMA-C se recalculó la primera parte (0-120 d.p.p.) de la simulación de la operación de Embalse realizada en Canadá con FMDP y comentada en ref. 1. De gran utilidad resultó tener en cinta magnética resultados detallados de ese estudio, en particular las distribuciones de flujo, potencia y quemado cada 10 d.p.p. Esto permitió comparar por medio de un pequeño programa auxiliar resultados de FMDP y PUMA-C de las distribuciones anteriores y aun hacer mapas del núcleo mostrando las discrepancias entre ambos para cada uno de los 4560 manojos. De esta manera se pudieron detectar y corregir diferencias muy pequeñas en algunos formalismos.

3 - Resultados

El acuerdo entre ambos códigos se resume en la fig. 1. Las discrepancias en k efectivo son menores que 0,01 mk en prácticamente todos los casos. Las discrepancias relativas en las distribuciones de flujo potencia e irradiación de los 4500 manojos del núcleo son en el peor de los casos de 0,23 % y en general bastante menores. Los quemados medios de salida de los 55 canales cambiados en el período analizado muestran discrepancias de a lo sumo 0,28 %.

4 - Conclusiones

Las discrepancias mencionadas anteriormente son mucho menores que los errores que se pueden atribuir a los resultados, los cuales son del orden de 3mk en k efectivo y del orden de 5 % en las distribuciones de flujo, potencia e irradiación y en los quemados de salida. En consecuencia se puede aceptar que FMDP y PUMA-C producen esencialmente los mismos resultados. Además, como los casos de prueba fueron hechos con un modelo muy detallado y similar al que se usará durante la operación se concluye que el código PUMA-C es adecuado para los cálculos de gestión de combustible para la C.N.Embalse.

- (1) Gestión Interna de Combustible en la Central Nuclear Embalse .
J.M.Fink . VIII Reunion Científica de la Asociación Argentina
de Tecnología Nuclear. Buenos Aires, 5 al 9/11/79

DISCREPANCIAS ENTRE PUMA Y FMDP EN LA SIMULACION

DE LA OPERACION DE LA CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

t (dpp)	$k_p - k_f$ (mk)	diferencias entre PUMA y FMDP $\xi = 1000 \times (X_p - X_f) / X_f$					
		flujos		potencias		irradiación	
		ξ_{max}	ξ_{med}	ξ_{max}	ξ_{med}	ξ_{max}	ξ_{med}
0	<0.01	0.48	0.16	0.48	0.16	-	-
10	<0.01	2.34	1.05	2.34	1.05	0.83	0.18
20	<0.01	1.62	0.79	1.62	0.79	1.25	0.50
30	<0.01	2.12	1.01	2.13	1.01	0.73	0.28
40	<0.01	0.53	0.20	0.53	0.20	1.05	0.46
50	<0.01	0.63	0.26	0.63	0.26	0.87	0.38
60	<0.01	0.71	0.30	0.72	0.30	0.70	0.30
70	<0.01	0.52	0.26	0.53	0.26	0.62	0.23
80	<0.01	1.10	0.56	1.10	0.56	0.55	0.18
90	0.47 *	1.88	0.89	1.88	0.89	0.52	0.16
100	<0.01	2.35	1.03	2.36	1.03	0.27	0.10
110	<0.01	1.10	0.48	1.10	0.48	2.05	0.25
120	<0.01	0.90	0.31	0.90	0.31	1.81	0.18

* Esta discrepancia de 47 pcm, aunque pequeña, se aparta de la tendencia general. Se hizo una prolija revisión del caso sin encontrar ninguna razón que pueda explicarla. Se supone que podría deberse a un leve error en el caso correspondiente de FMDP, o en la transcripción de resultados del mismo.