

Optimización del flujo de neutrones en las facilidades de irradiación del reactor nuclear RP-10

Mariano Vela⁽¹⁾ mvela@ipen.gob.pe; Rolando Arrieta⁽¹⁾ rarrieta@ipen.gob.pe; Alberto Salazar⁽¹⁾; Agustín Urcia⁽¹⁾; Dionisio Canaza⁽¹⁾; José Félix⁽¹⁾; Emilio Veramendi⁽¹⁾; Edgar Ovalle⁽¹⁾; Roberto Giol⁽¹⁾; Luis Zapata⁽¹⁾; Fernando Ramos⁽¹⁾; Juvenal Tordocillo⁽¹⁾

(1) IPEN, Dirección de Reactores, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

Se presentan los valores de flujo de neutrones en las facilidades del reactor nuclear RP-10. La medición se realizó para dos diferentes configuraciones de barras de control y seguridad en el núcleo N° 26. Los resultados confirman un incremento en el flujo de neutrones, tanto térmico como epitérmico. Estos resultados tienen consistencia con los reportes semanales de actividad de radioisótopos entregados a la Planta de Producción de Radioisótopos y muestras irradiadas para análisis por activación neutrónica.

1. Introducción

A fin de obtener mayor flujo de neutrones en las diversas facilidades de irradiación para cierta potencia de operación del reactor RP-10, se buscó una configuración conveniente de la posición de las barras de seguridad y control; esa configuración tendrá que ser aquella con el menor efecto absorbente de las barras en las vecindades de la posición de la irradiación.

Como la mayor carga las blancos de ¹³⁰Te y de ⁹⁸Mo se hace en las posiciones de irradiación E5, H4 y B4, se propuso utilizar como barras de control D3 y F3 (configuración N° 1); mientras que para trabajos de análisis por activación neutrónica las posiciones de mayor uso son: C1, G1 A9 y el sistema neumático A1; razón por la cual se propuso utilizar como barras de control D6 y F3 (configuración N° 2).

Antes de poner en práctica las asunciones sobre el efecto de las configuraciones propuestas se determinó experimentalmente los valores de flujo de neutrones en las posiciones de irradiación para confirmar los resultados.

2. Método Experimental

El método para medir flujo de neutrones se basa en la irradiación de monitores de flujo (hojuelas de ¹⁹⁷Au) colocado en las facilidades de irradiación de interés, seguido de la medición de la actividad absoluta en un sistema de espectrometría gamma y aplicando el formalismo de Westcott se determina los valores de flujo de neutrones.

Para determinar el flujo de neutrones térmico y epitérmico se irradió dos hojuelas de oro (¹⁹⁷Au, de 8 mg) en cada posición de interés del núcleo, una hojuela desnuda y otra en un cobertor de cadmio de 1.0 mm de espesor.

Para la medición de la actividad de las hojuelas se usó un detector de GeHP asociado a un sistema de espectrometría gamma con tarjeta multicanal S100 y un software de procesamiento de datos GENIUS 2000. Los datos fueron tratados usando un procesador matemático Mathcad 2000 donde se elaboró el formalismo de Westcott y las ecuaciones de activación neutrónica.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	NT RAB	NG	PI	NG 004	NG 027	NG 012	PI	NG 011		
2	NG 005	NB 001	NN 028	NN 024	NN 020	NN 025	NN 029	NB 002	NG	
3	NG	NB 003	NN 006	NC 0%	NN 001	NC 48%	NN 027	NB 004	NG	CF 00 3
4	NG 007	PI	NN 008	NN 015	NN 009	NN 010	NN 017	PI	NG 009	
5	NG 006	NB 009	NN 011	NN 016	PI	NN 012	NN 021	NB 010	NG 014	
6	NG	NB 005	NN 022	NC 100%	NN 019	NC 100%	NN 026	NB 006	NG	
7	NG	NB 007	NN 023	NN 013	NC 100%	NN 005	NN 030	NB 008	NG	
8	NG	NG 010	NG 008	NG	NG 028	PI	BCF 50%	NG 023	NG	
9	PI	NG	NG		NG	NG	NG	NG	PI	
10								CF 001		

Figura 1. Configuración N° 1 del núcleo N° 26 del RP-10 para producción de radioisótopos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	NT RAB	NG	PI	NG 004	NG 027	NG 012	PI	NG 011		
2	NG 005	NB 001	NN 028	NN 024	NN 020	NN 025	NN 029	NB 002	NG	
3	NG	NB 003	NN 006	NC 100%	NN 001	NC 100%	NN 027	NB 004	NG	CF 003
4	NG 007	PI	NN 008	NN 015	NN 009	NN 010	NN 017	PI	NG 009	
5	NG 006	NB 009	NN 011	NN 016	PI	NN 012	NN 021	NB 010	NG 014	
6	NG	NB 005	NN 022	NC 0%	NN 019	NC 43%	NN 026	NB 006	NG	
7	NG	NB 007	NN 023	NN 013	NC 100%	NN 005	NN 030	NB 008	NG	
8	NG	NG 010	NG 008	NG	NG 028	PI	BCF 50%	NG 023	NG	
9	PI	NG	NG		NG	NG	NG	NG	PI	
10								CF 001		

Figura 2. Configuración N° 2 del núcleo N° 26 del RP-10 para irradiaciones análisis por activación neutrónica.

Leyenda:

NN: elemento combustible normal, NC: elemento combustible de control, PI: posición de irradiación, NG: elemento de grafito, NB: elemento de berilio, NT: tubo neumático, CF: cámara de fisión.

3. Resultados

En las siguientes figuras se muestra la distribución de flujo de neutrones térmico y epitérmicos en las cajas de irradiación C1 y G1 respectivamente, determinado para ambas configuraciones.

Para las cajas de irradiación B4, E5 y H4 la distribución de flujo presenta similar comportamiento mientras que en la posición de irradiación A9, no se observa cambio alguno, esto explica que el efecto absorbente de las barras de control es de acción cercana a ellas.

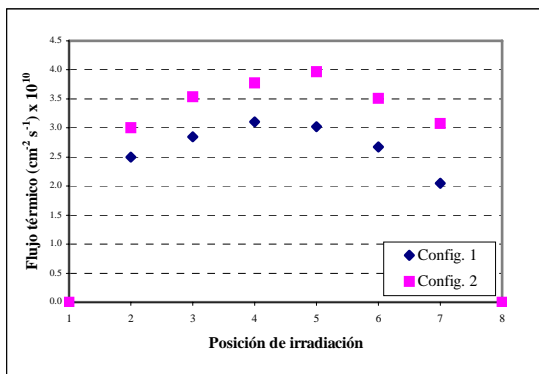


Figura 3. Distribución de flujo térmico en la caja de irradiación C1.

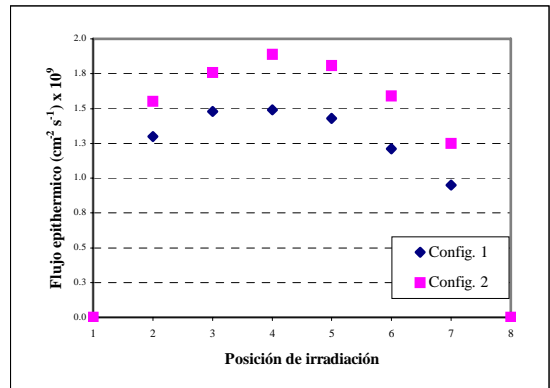


Figura 4. Distribución de flujo epitérmico en la caja de irradiación G1.

4. Discusión

Los resultados confirman un aumento significativo de flujo de neutrones tanto térmico como epitérmico alrededor de 25 % para la configuración N° 1 y 30 % para la configuración N° 2.

Estos resultados son consistentes con los reportes semanales de actividad de los radioisótopos entregados a la planta de producción de radioisótopos y muestras irradiadas para análisis por activación neutrónica.

5. Conclusión

Los resultados nos conllevan a conocer mejor el comportamiento del flujo de neutrones para cierta configuración de las barras de control y seguridad; optimizando de este modo los tiempos de irradiación para una determinada potencia de operación y consecuentemente un ahorro de energía.

Bibliografía

1. Erdtmann, G.; Neutron activation tables. Kernchemie in Einzeldarstellungen, Vol. 6, 1976.
2. IAEA; Handbook on nuclear activation data. Technical Report Series N° 273, Vienna, 1987.
3. Planta de Producción de Radioisótopos del IPEN, Reporte de la Actividad de Lotes de ¹³¹I y ⁹⁹Mo.