

IMPLEMENTACIÓN DE MONITORIZACIÓN DE LA POTENCIA DEL REACTOR RP-10 POR N¹⁶ UTILIZANDO UN DETECTOR DE INa

Lázaro G.⁽¹⁾ glazaro@ipen.gob.pe; Bruna R.⁽¹⁾ rbruna@ipen.gob.pe;
Vela M.⁽¹⁾ mvela@ipen.gob.pe; Parreño F.⁽¹⁾ fparreno@ipen.gob.pe

(1) Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad – IPEN / Lima, Perú

RESUMEN

Se realizan mediciones con un detector de INa a fin de localizar la posición óptima del detector para la medida de la actividad del N¹⁶ y determinar los espectros de energía y de tiempo para la actividad observada. Esto nos permitirá calibrar la cámara de marcha 4 en función de las actividades del N¹⁶.

1. RESULTADOS

La formación del N¹⁶ es debida a la reacción (n,p) sobre el O¹⁶ del agua, que atraviesa el tanque del reactor. Esta reacción posee un limiar elevado (11 Mev) que hace que la formación del N16 dependa únicamente del flujo de los neutrones de fisión localizados en todo el volumen del tanque del reactor, por lo tanto, de la potencia global del reactor.

El N¹⁶ tiene una vida media de 7,37 s y se desintegra emitiendo betas y gammas, siendo el 68 % de los casos gammas de 6,14 Mev.

La actividad del N¹⁶ representa el 99 % de la actividad total del agua que sale del tanque del reactor; la actividad restante es debido a la activación de impurezas de productos de corrosión, productos de fisión, de reacciones menos importantes que dan a la formación de N¹⁷, O¹², A⁴¹, Mg²⁷, Al²⁸ y Na²⁴.

La vida media del N¹⁶ es tal que su actividad desaparecerá completamente cuando el agua retorna al núcleo del reactor después de pasar por el tanque de decaimiento e intercambiador de calor.

La sección eficaz media de activación del N16 sobre el espectro de fisión ($\bar{\sigma} = 18.5 \mu b$).

El principio de monitorización consiste en medir al agua activa después de la salida del tanque del reactor en un punto donde la actividad del N16 pueda medirse.

Un monitor de potencia basado en el N¹⁶, consiste en: un medidor (o registrador) y los circuitos asociados a un detector gamma que

monitorea el agua de refrigeración en una posición determinada a lo largo del circuito de refrigeración. La intensidad de los gamma del N16 provenientes del segmento de agua observado está determinado por:

- 1) La cantidad de activación que recibió el volumen de agua al pasar por el flujo de neutrones en el tanque del reactor.
- 2) El elemento a su vez decae durante la irradiación.
- 3) El tiempo de decaimiento entre el tanque del reactor y el detector.
- 4) La constante de desintegración del N16.
- 5) La forma y volumen del segmento de agua medido.

La lectura del monitor de potencia está determinada por la sensibilidad del monitor mismo y por los cinco factores mencionados arriba. El factor mencionado en 1) es directamente proporcional a la potencia; los ítems 2) y 3) son factores relacionados con el caudal del circuito primario y los ítems 4) y 5) son términos constantes.

En general, la respuesta de la cámara de ionización para el N16 estaría dada por la expresión:

$$A = A(N16) + A(O19) + A(Al28) + A(Mg27) + A(Na24) + \dots$$

El arreglo experimental para la obtención de los espectros de energía y de tiempo para la actividad observada, fue instalado a la salida del tanque de decaimiento del reactor RP-10 en una posición donde se puede asegurar la actividad del N¹⁶.

El equipo consta además de un blindaje de plomo en el que se coloca el detector NaI 2"x2" acoplado a la válvula fotomultiplicadora y preamplificador y su cadena de medición asociada.

Con el blindaje de plomo es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- a) Colocar el detector en la posible ubicación de la cámara de ionización.

- b) Colimar la radiación que viene del tanque del reactor vía tanque de decaimiento, a fin de mejorar la resolución del espectro de rayos gamma.
- c) Limitar las tasas de contaje en el detector mediante la ventana de pulsos, para evitar el apilamiento de pulsos.

Las medidas experimentales fueron realizadas para las condiciones siguientes:

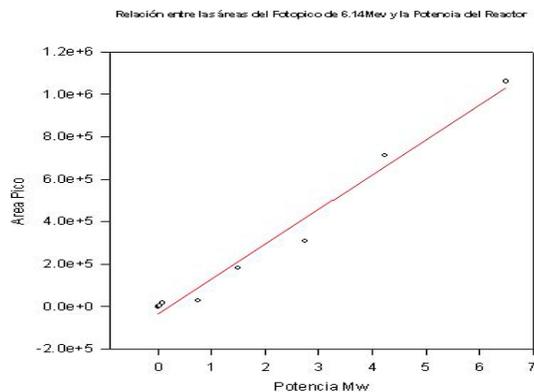
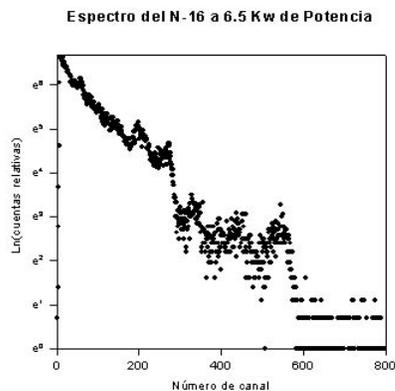
CORR. DE CAMARA	POTENCIA	MODO DE OPER.
2.00E-09	729Watts	6
1.50E-08	6,5Kw	6
5.00E-08	36Kw	6
1.00E-07	72Kw	6
1.00E-06	760Kw	6

2.00E-06	1,5Mw	6
4.00E-06	2,75Mw	6
6.00E-06	4,25Mw	6
9.00E-06	6,5Mw	6
9.00E-06	6,5Mw	5 (tiempo muerto 25%)

Dado que el N16 emite rayos gamma de:

8,87 Mev	(1%)
7,11Mev	(5%)
6,14Mev	(68%)

Es necesario ubicarlos. Los siguientes gráficos de espectros de N16 tomados a 6,5Kw, 1,5Mw y 6,5 Mw que son mostrados nos ayudan en esa tarea:



De los espectros mostrados también se pueden identificar los siguientes picos;

- 6,14 Mev fotopico del N16
- 5,62 Mev fotopico de escape
- 5,12 Mev fotopico de escape doble

En este caso, el proceso predominante de interacción con el cintillador será la producción de pares. Encontramos entonces que en espectro de rayos gamma del N¹⁶ hay un pico de energía 6.14 Mev y otros dos de energías 6.14 - 0.11 ~ 5.63Mev y 6.14 - 1.02 = 5.12 Mev, correspondientes al escape de uno o ambos gamma de 0.511 Mev producidos por la aniquilación del positrón. Los picos correspondientes a las energías de 7.11 y 8.87 Mev puede que no se estén viendo.

Mediante el cálculo del área del pico que estamos seguros que pertenece al N¹⁶ se consigue una relación lineal entre el área del pico de N16 y la Potencia del Reactor.

2. CONCLUSIONES

1. Es posible implementar la técnica de medición por N16 mediante un equipo experimental sencillo.
2. Como limitación tenemos en esta experiencia es el tipo de detector ya que se satura alcanzando los 6 Mwatts de potencia del reactor.
3. Otra limitación sería la consistencia del detector para altas potencias, ya que éste no está fabricado para soportar altas dosis de radiación.

3. REFERENCIAS

- [1]. Matatagui E., Miller M., Thorp S. I., Villanueva J. Medición del Caudal Refrigerante por Correlación de la Actividad del N¹⁶.