

VERIFICACIONES DE SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL REACTOR RA-6

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| C.P.E.A. Biblioteca   |             |
| ARCHIVO PUBLICACIONES |             |
| Nº<br>1               | AÑO<br>1985 |

José V. Lolich

Se presentan las principales actividades realizadas en el Reactor RA-6 del Centro Atómico Bariloche durante su primer trimestre de operación, el cual se inició el 1° de febrero de 1983.

Durante este primer período, se trabajó fundamentalmente en la verificación de los sistemas de seguridad, en la prueba de equipos y/o sistemas y en la determinación de tasas de dosis en lugares de interés, a fin de posibilitar la utilización a pleno de la instalación en docencia, entrenamiento de personal, investigación y prestación de servicios a terceros.

Se describen las modificaciones introducidas en los niveles de disparo de la lógica de seguridad a fin de adecuarlos a las condiciones de operación y el instrumental adicionado a sala de control a fin de poder operar con mayor confiabilidad; se dan los principales inconvenientes de operación en cuanto a fallas de equipos y/o sistemas, y las modificaciones realizadas a fin de solucionarlos.

Es de gran importancia destacar que durante todo este primer trimestre de operación, el reactor RA-6 estuvo en todo momento en condiciones de operar a plena potencia, lo cual da mérito a sus diseñadores y constructores.

## INTRODUCCION

Durante las primeras puestas a crítico del reactor RA-6 del Centro Atómico Bariloche, realizadas en septiembre de 1982, debido entre otros a que el personal interviniente en las operaciones no podía continuar en Bariloche, no se realizó una completa verificación del sistema de seguridad del reactor. Dichas verificaciones, fueron realizadas al iniciar el reactor a partir de febrero de 1983 sus operaciones con personal propio.

## PRIMERAS VERIFICACIONES REALIZADAS

Las primeras verificaciones realizadas al sistema de seguridad fueron las correspondientes a disparo de la señal de "scram" por:

- flujo lineal;
- flujo logarítmico; y
- tasa de crecimiento del flujo,

Si bien la "Licencia de Operación" del reactor, autoriza operar con períodos tales que la tasa de crecimiento del flujo sea hasta 12.5%/seg (8 seg), dado que el RA-6 es un reactor de docencia e investigación, que no requiere en general subidas de potencia en forma rápida, los niveles usuales de operación son:

- inhibición de subir barras (1° nivel): 2%/seg (50 seg); y
- "scram" (2° nivel): 4%/seg (25 seg).

## VERIFICACION DE DISPARO POR SALTO TERMICO

Respecto al salto térmico en el núcleo, la lógica de seguridad, tal como estaba ajustada originalmente, tomaba las siguientes acciones:

- alarma (1° nivel); a 3.1°C, lo cual equivale a una potencia de 536 kw; y
- "scram" (2° nivel); a 3.6°C, lo cual equivale a 622 kw.

Para verificar el disparo de ambos niveles se colocó al reactor a 500 kw con el secundario detenido, con una tasa de crecimiento del flujo del 1%/seg; y con los disparos por flujo para una potencia de 630 kw. Ambos disparos por salto térmico en el núcleo se produjeron a los niveles esperados.

A partir de la experiencia obtenida con la operación del reactor, se modificaron dichos niveles de manera tal que los disparos se produjeran para:

- alarma; a 3°C, lo cual equivale a una potencia de 518 kw; y
- "scram"; a 3.2°C, lo cual equivale a 553 kw (10% más que la autorizada).

A pesar de lo bajo de estos niveles, dada la excelente operabilidad del reactor, el operador dispone en la práctica de suficiente tiempo para introducir barras cuando se dispara el 1° nivel.

## VERIFICACION DE DISPARO POR TEMPERATURA DE SALIDA

Respecto a la temperatura de salida del núcleo del refrigerante del reactor, inicialmente la lógica de seguridad estaba ajustada de manera tal que tomaba las siguientes acciones:

- alarma a 45°C; y
- "scram" a 50°C, valor límite fijado en la "Licencia de Operación" del reactor..

Dado que a partir de la operación rutinaria del reactor, se observó que en general la temperatura de salida no sobrepasaba los 35°C, a fin de poder realizar la verificación del disparo de ambos niveles, los mismos fueron fijados en:

- alarma; a 36°C; y
- "scram"; a 41°C.

Se puso el reactor a plena potencia con el sistema secundario detenido y se verificó el correcto disparo de ambos niveles.

Luego de realizada la verificación, se ajustaron los niveles de disparo para operación rutinaria en:

- alarma; a 39°C; y
- "scram"; a 41°C.

Hasta el presente, en operación normal dichos niveles no han sido superados.

## VERIFICACION DE DISPARO POR ACTIVIDAD EN BOCA DE TANQUE

Si bien el reactor RA-6 cuenta con 21 monitores de área, sólo los tres ubicados en boca de tanque pueden producir el disparo de la señal de "scram" y la simultánea operación del sistema de ventilación en "emergencia", esto es encendiendo recirculación a través de filtros absolutos y de carbón activado.

A fin de verificar el correcto funcionamiento de este disparo, se acercaron fuentes radioactivas a los detectores, verificándose el disparo del sistema de seguridad. Dada la simplicidad de esta verificación, la misma se repite frecuentemente.

Si bien la "Licencia de Operación" del reactor, fija el nivel máximo de disparo en 10 mR/h, a partir de la experiencia obtenida en la operación del reactor, los mismos estuvieron fijados durante los tres primeros meses de operación en 1 mR/h.

## ACTIVIDAD DEL AGUA DE REFRIGERACION

Debido a las dificultades que se presentaron respecto a la provisión de uranio enriquecido, el reactor RA-6 opera provisoriamente con elementos combustibles ya utilizados en el reactor RA-3, los cuales estuvieron más de 10 años en las piletas de depósito de elementos combustibles con que cuenta el Centro Atómico Ezeiza. Si bien se realizó una

perfecta verificación del estado de dichos elementos combustibles antes de ser enviados al centro Atómico Bariloche, es previsible que alguno de ellos presenten escape de material radioactivo al ser sometidos a potencia durante la operación del reactor RA-6, motivo por el cual se lleva un cuidadoso seguimiento en lo que respecta a la actividad del agua del primario.

Independientemente de lo exigido por la Autoridad Licenciante, en cuanto al análisis rutinario del agua del primario, el cual se realiza "off-line" con un detector gamma de Germanio Hiperpuro, se cuenta con:

- Un detector de NaI de 2"x2" colocado sobre el primario a la salida del tanque de decaimiento, el cual monitorea la actividad del agua del primario. A partir de la electrónica asociada al mismo, se obtiene en sala de control la velocidad de conteo para gammas entre 150 keV a 1173 keV; además en forma periódica se analiza el espectro en altura de pulsos de dicho detector;
- Después de cada hora de operación a plena potencia, se toma una muestra de agua del primario y se analiza su actividad gamma en forma integral con un detector de NaI de 3"x3".
- Se ha instalado un detector de BF<sub>3</sub> sobre el primario antes de la entrada al tanque de decaimiento, a fin de determinar neutrones retardados. La velocidad de conteo proveniente de dicho detector es analizada en forma integral. Se encuentra en estudio la determinación de la sensibilidad del citado detector.

#### COMITE DE SEGURIDAD EL REACTOR RA-6

De acuerdo a lo que establece la "Licencia de Operación" del reactor, a principios de febrero de 1983 se constituyó el Comité de Seguridad del Reactor RA-6; el mismo está compuesto por 6 miembros, 3 pertenecientes al plantel del reactor y 3 expertos externos.

Una vez establecido el modo de funcionamiento el Comité analizó, modificó, y finalmente aprobó los siguientes documentos:

- Código de Práctica para el uso de la Columna Térmica Externa; y el
- Código de Práctica para el uso del Sistema Neumático de Irradiación de Muestras.

Además estableció el procedimiento para la solicitud de irradiaciones y otros relacionados con la seguridad radiológica.

#### OTRAS VERIFICACIONES REALIZADAS

- Se verificó el correcto funcionamiento de todo el instrumental de la Consola de Repliegue y de la Consola de Entrenamiento del reactor.

- Se verificó el correcto funcionamiento del Piloto automático, para lo cual entre otros debió previamente realizar un cuidadoso estudio teórico-experimental a fin de utili-

zar una barra gruesa como barra de control fino. Entre otros, se verificó el correcto funcionamiento de dicho piloto automático para:

- la correcta subida de potencia automática del reactor;
- la excelente estabilidad en lo que respecta a mantener una dada potencia solicitada; y
- la reducción automática de potencia cuando se sobre pasan niveles tales que se dispara el primer nivel de la lógica de seguridad del reactor.

- A fin de verificar el correcto funcionamiento de la electrónica asociada al indicador de potencia térmica instalado en la consola de operación, se realizó un "balance termohidráulico" del reactor luego de operar por más de 5 horas a plena potencia. El valor obtenido experimentalmente coincidió con la indicación de pupitre dentro del error experimental.

#### FALLA DEL CANAL DE MARCHA N°2

A principios de marzo de 1983, se comenzaron a detectar fallas en el canal de marcha N° 2, las cuales consistían en que se observaban grandes oscilaciones en la indicación de período y de flujo lineal en dicho canal. Dado que se estimó que la falla era debida a pérdida de aislación dentro del contenedor estanco donde se halla ubicada la cámara de ionización compensada, contenedor que se halla sumergido en la

pileta del reactor, como primera medida se hizo circular dentro del contenedor (el diseño posibilita esta operación), aire seco. No se pudo medir la aislación de la cámara dado que en el RA-6 no se dispone del equipamiento necesario.

Dado que la falla persistiría, se inyectó aire a baja presión tapando el orificio de salida del contenedor, observándose salidas de burbujas en la soldadura del tubo guía del contenedor. Es de destacar que el diseño original del contenedor preveía colocar tubos "sin costuras".

A fin de extraer el contenedor para su preparación se lo ~~hizo~~ hizo de acuerdo a lo establecido enganchándolo desde el soporte de izaje, pero al llegar a nivel de boca de tanque se desoldó la soldadura que une el tubo guía del contenedor, siendo este oportunamente sujeto por uno de los operadores, pues en caso contrario podría haber caído sobre el núcleo del reactor.

Posteriormente se modificó el diseño, colocando dos soportes para izaje, sujetos a los tornillos que fijan la tapa del contenedor, y se cambió el tubo guía por uno sin costura del tipo del especificado en el diseño original.

#### OTROS

- Se colocó un caño en forma de "U" (invertida), en el extremo del tubo del rompe sifón de la tubería de salida del refrigerante sobre boca de tanque, ya que cuando se detenía

la bomba del primario salía por dicho tubo un fuerte chorro de agua el cual salpicaba sobre la plataforma de boca de tanque.

- Se modificaron las puertas del pupitre de comando a fin de que las mismas puedan extraerse con facilidad para realizar tareas de reparación o mantenimiento.

- Se conectó el sistema neumático de irradiación de muestras. Para ello se colocó una habilitación para el uso de esta facilidad en pupitre de comando junto a una indicación luminosa (LED amarillo), que le informa al operador cuando se está irradiando una muestra.

Junto a la terminal de dicho sistema, la cual se colocó dentro de una campana radioquímica, en el edificio auxiliar, se colocó un detector de actividad con dos niveles de disparo:

- alarma (1° nivel);
- retorno automático de la bala irradiada al tanque del reactor (2° nivel).

- Se colocó en forma permanente en sala de control un sistema tal que permite determinar corriente de electroimanes de barras de control. La necesidad de que todo reactor tipo del RA-6 cuente con dicho sistema para ser Licenciado, resultó evidente luego de que el mismo posibilitó determinar que por una falla humana la corriente aplicada a los cuatro electroimanes prolongada en el 10% el tiempo requerido para la extinción del reactor frente a un "scram" y que la misma era tal que la barra de control podría eventualmente arrastrar el elemento combustible a la cual se haya asociada.

- A fin de determinar el tiempo de caída de barras frente a la desenergización de sus electroimanes, se diseñó y construyó en el CAB un equipo electrónico que permite determinar dicho tiempo con una resolución de 1 mseg. El mismo se encuentra colocado en forma permanente en pupitre de comando.

- Se colocó una señal acústica en sala de control a fin de que cuando alguien llame por el sistema de intercomunicación por "cascos", además de la señal luminosa suene dicha alarma. Dicho sistema de intercomunicación ha demostrado ser óptimo.

#### OTRAS FALLAS U OBSERVACIONES

- Hay alarmas que se disparan por ruidos electrónicos.
- La indicación de posición de los detectores de fisión debería ser similar a la de barras, esto es indicar porcentaje de extracción en lugar de indicar solamente los límites.
- Los indicadores de nivel de agua fallan en repetidas oportunidades.
- Debería colocarse un intercomunicador entre boca de tanque y sala de control principal.