

EFECTOS DE REALIMENTACIÓN EN TRANSITORIOS DE EXCURSIONES DE POTENCIA POR INSERCIONES DE REACTIVIDAD EN EL NÚCLEO 23 DEL REACTOR RP-10

Lázaro G. ⁽¹⁾ glazaro@ipen.gob.pe

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

RESUMEN

El presente informe estudia las consecuencias del accidente por inserción de reactividad al introducirse β 1.5 en 300ms. Al momento del accidente se tiene crítico el reactor a baja potencia de 5 Watts y refrigerado por convección natural. Las consideraciones asumidas para este transitorio son las mismas de la Ref.(1), salvo que para este estudio se ha considerado un tiempo de retardo de inicio de caída de barras de 90ms. Asimismo se considera como banco de seguridad solo las 3 barras de seguridad que se encuentran fuera del núcleo. Esta consideración es muy conservadora puesto que las dos barras de control parcialmente insertadas serán las primeras en insertar reactividad negativa al núcleo. Otra suposición es considerar en el inventario de combustible el 100% del disponible para la excursión sin considerar que hay un importante quemado de combustible en la configuración que se estudia. Según el mapeo de potencia se considera tres canales en el input del PARET. El primero considera a 6 elementos combustibles, el intermedio 9 y el canal frío 14 elementos combustibles. En esta representación en tres canales se considera para el canal caliente un factor pico de 2.13 y a los dos restantes 1.5 de factor pico. Los coeficientes de reactividad son los evaluados experimentalmente para esta configuración. Se hace también un estudio de la máxima inserción de reactividad por experimentos.

RESULTADOS

Las variables más importantes para analizar las consecuencias de este accidente están resumidas en dos gráficos de Potencia (Figura 1) y temperaturas (Figura 2) con 110 ms de retardo, adjuntas a este informe. La potencia máxima que se desarrolla es de 351

Mw a los 0.4732s (Figura 1). Sólo se desarrolla un pico de potencia en virtud a que los coeficientes de reactividad actúan deprimiendo el desarrollo del pico de potencia. Al tiempo del pico de potencia se ha liberado 8.1Mw-s que corresponde al 59.7% del total liberado durante el desarrollo de toda la excursión tal como pueden ser observados. La consecuencia de esta abrupta liberación de energía tiene de consecuencia una rápida evolución de temperaturas, de tal manera que al pico de potencia se tiene temperaturas de $T_{agua}=31.1^{\circ}\text{C}$, $T_{clad}=170.5^{\circ}\text{C}$, $T_{fuel}=236.9^{\circ}\text{C}$ (Fig. 2). El régimen de transferencia de calor es de ebullición de transición para el canal caliente y de ebullición nucleada para los dos canales restantes. El pico de temperatura en la vaina, $T_{clad}=269^{\circ}\text{C}$, sucede a los 0.4996s, y el pico de temperatura en el combustible, $T_{fuel}=292.6^{\circ}\text{C}$ sucede a los 0.488 s. Por el balance de reactividades la inestabilidad del flujo neutrónico se da inmediatamente después del pico de potencia. El buen valor de peso de los feedback por temperatura y por vacío induce a un buen control del desarrollo de un segundo pico de potencia tal como el que ocurre en la configuración 21. En este caso aún la potencia y los valores de temperatura son inferiores, pero el régimen de transferencia de calor en estos picos de temperatura es de Transition boiling para los tres canales. Este régimen de transferencia de calor mejora durante la evolución de la excursión de manera que al segundo de iniciada la excursión se tiene un régimen de transferencia de calor de solo con la fase líquida para los tres canales. Se tiene

$T_{agua}=111.1^{\circ}\text{C}$, $T_{clad}=112.8^{\circ}\text{C}$, $T_{fuel}=112.9^{\circ}\text{C}$ a los 1.2s observándose un leve descenso hacia los valores de ebullición nucleada con lo que se garantiza una buena emigración del calor generado.

Por lo tanto el accidente desde este punto de vista de simulación no presenta peligro de fusión de la vaina del combustible.

CONCLUSIONES

- Los efectos de fusión de placa no llegan a darse en este accidente por cuanto la máxima temperatura alcanzada por la vaina es de 306.84°C para el caso 1 y 307.14 para el caso 2. La temperatura de 'softening point' es de 450 °C y la de 'melting point' es de 650 °C[2].
- El escenario del accidente estudiado tiene en cuenta que la condición de refrigeración es por convección natural y que los \$1.5 se insertan en 300ms. Para este caso de convección natural la evolución del accidente es bien controlado por los efectos del feedback y por las barras de seguridad. Se ha observado que para el caso de tener flujo descendente (con las bombas en operación al momento del accidente) este mismo accidente no puede ser controlado (a resultados de la simulación con el PARET) ni por los efectos de realimentación o feedback ni por las barras de seguridad puesto que se tiene regímenes de transferencia de calor muy malos los cuales hacen que la evolución de temperaturas superen los 450 C. Esto sucede por el hecho que la aparición de burbujas tiene un efecto ascendente generando un flujo hacia arriba que se contrapone al flujo dado por las bombas. A la luz de estos resultados las barras de control solo deben ser subidas (poner a crítico el reactor) en convección natural. Posteriormente la subida de potencia con el flujo que den las bombas.

Considerando las consecuencias de este accidente se recomienda como máxima reactividad para experimentos 970 pcm, con un factor de seguridad de 20% con respecto al postulado.

REFERENCIAS

- (1) Análisis de Transitorios por Inserciones de Reactividad en reactores de Investigación. Tesis de grado de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional de Ingeniería. Gerardo Lázaro M. Lima 1995.
- (2) Comunicación por correo electrónico Reed Burn. Universidad de Michigan-USA.

**EXCURSION DE POTENCIA por INSERCIÓN DE REACTIVIDAD
RP10-A24/29(NUCLEO 23)**

\$1.5/300ms, $\tau=110ms$, 1C6E, CNat, Po=5Watts, Scram:12Mw, 1/To=73.98(1/s)

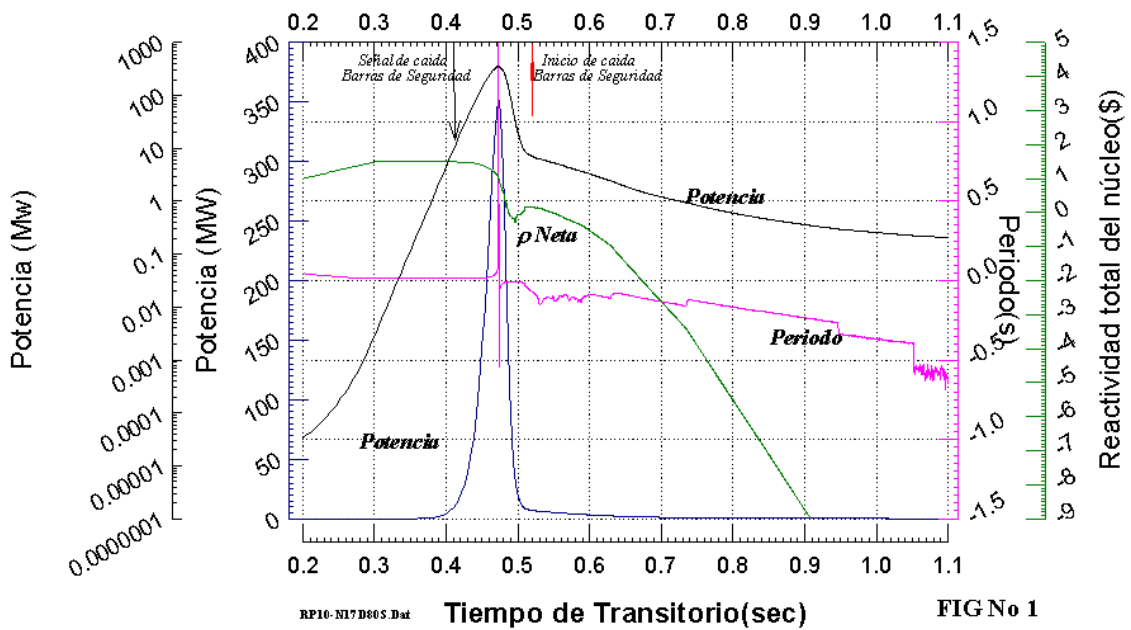


Figura 1.

**ACCIDENTE POR INSERCIÓN DE REACTIVIDAD
RP10-A124/29(NUCLEO 23)**

retardo=110ms, 1º canal C6E, 1/ $\tau=73.98 s$, Po=5Watts, Scram: =12Mw, CNat

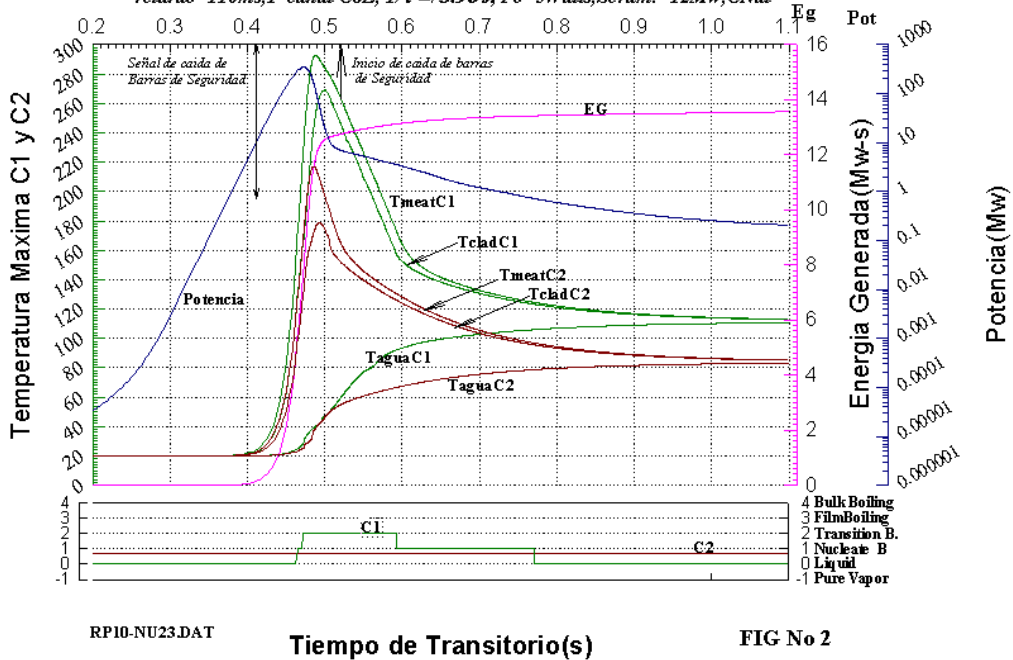


Figura 2.