

APLICACION DE UN MODELO DE SIMULACION AL CALCULO DE TRANSITORIOS DE OPERACION DE LA CNA1

Castaño - Gvirtzman - Martiniau

Se trata de analizar, en el presente informe, el efecto de la apertura de la válvula QM02-S06 de interconexión entre los circuitos primario y moderador de la CNA, cuando la planta se encuentra trabajando al 100% de potencia. El esquema de la instalación se observa en la fig. 1.

Los ramales de conexión vinculan la salida de los intercambiadores de calor del moderador con la succión de las bombas del primario. La experiencia prevee la apertura de una sola válvula de refrigeración posterior. Cuando se abre este by-pass, el circuito hidráulico del modelo se completa conectando simultáneamente el primario con el moderador a través del orificio de igualación de presiones.

Normalmente, la apertura de dicha válvula está prevista cuando se activan las condiciones de refrigeración posterior, provocadas por perturbaciones que conducen a la parada de la planta.

En primer lugar fue necesario definir el caudal que pasará por la rama de interconexión. Para ello, se procesó un modelo de cálculo (1) que simula el circuito hidráulico como un circuito eléctrico. El cálculo es iterativo, haciendo variar todos los caudales de prueba simultáneamente, de forma que el error de presión en cada malla sea mínimo. El esquema del circuito de cálculo se presenta en la fig. 2.

Se obtuvo un caudal de 150 Kg/seg (540 t/h) por el by-pass, que se mezclará con el caudal del primario. Se procesó un caso adjudicando un valor muy grande a la resistencia del by-pass, aislando entonces los circuitos primario y moderador, lo que permite verificar los caudales nominales de ambos circuitos en condiciones estacionarias. Se ajustaron entonces los valores de las resistencias internas de los circuitos a partir de los valores obtenidos experimentalmente en la planta.

La mezcla en el punto B (fig. 1) de agua del moderador con el primario produce la disminución de la temperatura de salida del G.V. (TKAV) y con un dado retardo de tiempo, la de entrada al núcleo. Además, como el caudal del núcleo aumenta, produce la caída de la temperatura de salida del mismo (TKAR). La potencia térmica se calcula mediante la expresión:

$$P_{TH} = (1 - a_3) * P_N + K_2(TKAR - TKAV) + K_3$$

donde:

- a_3 = fracción de la potencia total P_N generada por fisión en el combustible.
- K_2 = constante proporcional al caudal de refrigerante en el canal promedio.
- K_3 = representa la contribución del caudal de mezclado entre el moderador y el primario a través del orificio de igualdad de presiones y del calor transferido del primario al moderador a través de los canales de refrigeración.

Al extraer el caudal de 150 Kg/seg de la salida de un intercambiador del moderador, se reduce el caudal en el tanque del moderador, lo que conduce a un aumento de las temperaturas media y de salida del mismo. El caudal inicial del circuito del moderador se obtiene nuevamente en la tobera de salida del tanque, al recuperarse el caudal de by-pass a través del orificio de igualación de presiones (balance de masas y energía en el punto C, fig. 1).

El aumento, a partir del instante inicial, de la temperatura media del moderador, reduce el valor de la potencia neutrónica P_N (Fig. 5).

Este efecto y la evolución del salto (TKAR - TKAV) (fig. 4), produce la disminución de la potencia térmica

P_{TH}

El regulador de potencia recibe una señal proporcional

a la potencia medida a través de una red de corrección de potencia neutrónica por potencia térmica, cuyo diagrama en bloques se presenta en la fig. 3.

El amplificador lineal (de ganancia 1000) satura en cuanto la señal de entrada supera en valor absoluto el equivalente a una diferencia entre la potencia térmica y la corregida de 0.4% respecto de la potencia nominal.

En la zona de saturación, la respuesta PL del integrador es una rampa ascendente o descendente si el signo de la diferencia entre potencia corregida y potencia térmica es negativo o positivo respectivamente. La corrección se suma a la indicación de potencia neutrónica proporcionando la señal de potencia corregida PWIST. El integrador tiene dos constantes de tiempo, una correspondiente a un régimen de variación de potencia 15%/min. para bajar y 5%/min. para subir. Este circuito de corrección tiene como función principal contrastar contra la potencia térmica las indicaciones de los sensores de flujo neutrónico, cuyas lecturas son sensibles al envejecimiento de los mismos,

El comportamiento dinámico del lazo de corrección es tal que la potencia corregida responde a las rápidas fluctuaciones de la potencia neutrónica y a las variaciones lentas de la potencia térmica.

Dentro de la banda muerta de $\pm 1\%$ del regulador de potencia, los apartamientos de la potencia corregida respecto al valor de referencia de la potencia (PSOLLW) no producen acción de control sobre las barras grises.

El lazo de corrección ve la disminución de P_{TH} produciendo una reducción de la potencia corregida PWIST después de un tiempo determinado por la constante de tiempo del lazo.

Cuando el valor de la potencia corregida atraviesa el límite inferior de la banda muerta del regulador de potencia, emite la orden de subir barras.

Las evoluciones de temperatura de entrada, media y de salida del moderador y las de entrada y salida del refrigerante del tanque se representan en la figura 4.

Se observa también la evolución de la temperatura de entrada del agua de alimentación al generador de vapor, o sea la temperatura de salida del secundario del intercambiador de calor del moderador en el loop perturbado.

En la fig. 6 se representan el caudal total de vapor y la presión de vapor vivo a la salida del G.V. Se puede observar la acción del regulador de potencia que mantiene la misma en los límites de la banda ± 0.3 at.

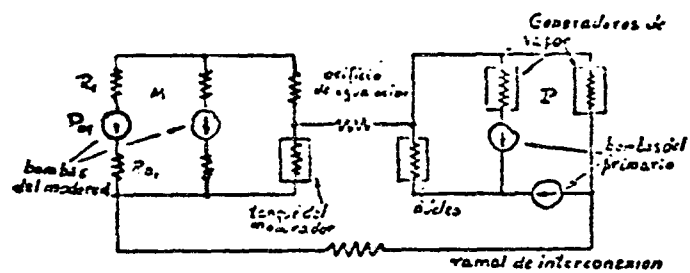
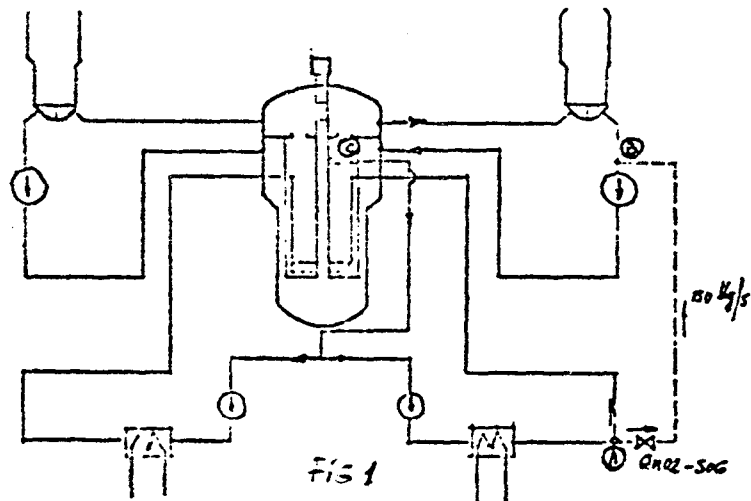
CONCLUSIONES

En el intervalo de tiempo de transitorio analizado, de 5 minutos a partir de la apertura de la válvula, su puede observar:

- Estabilización de la presión de vapor vivo.
- La potencia corregida PWIST cae dentro de la banda de regulación, por lo cual queda fija entonces la posición de barras que define la potencia neutrónica.
- Se observa todavía el crecimiento de la temperatura media y de salida del moderador. Su efecto sobre la potencia será compensado por la posición de barras de control.

REFERENCIAS

- 1.- Comunicación interna: Programa para el cálculo de caudales en un circuito hidráulico.
- 2.- Programa de simulación del comportamiento dinámico de la CIA. J. Castaño - H. Gvirtzman.



$$\Delta P_i = R_{ii} \cdot Q_i^2 + \sum_j (Q_i - Q_j)^2 \cdot R_{ij} \quad \text{Fig 2}$$

