

REACTOR CAREM-25. SISTEMA DE PURIFICACIÓN Y REFRIGERACIÓN DE LA PILETA DE SUPRESIÓN

Autores: Carlevaris, R. (*), Palmerio, D. (**), Patrignani, A. (*), Quiroz, H. (**), Ramilo, L. (**), Vindrola, C. (*).

(*) INVAP S.E., (**) CNEA. CAC. Unidad de Actividad Reactores y Centrales Nucleares.

Resumen

El sistema de Purificación y Refrigeración del Agua de la Pileta de Supresión tiene como funciones principales: purificar y refrigerar el agua de la Pileta de Supresión, refrigerar y enviar agua a las piletas de enfriamiento del Sistema de Extracción de Calor Residual y transferir agua al Canal de Transferencia de Elementos Combustibles. En caso de pérdida de refrigerante del primario (LOCA) suministra agua de la Pileta de Supresión a la red de rociadores de la contención primaria a fin de enfriar y reducir la presión en la misma. El diseño del sistema cumple con los lineamientos dados por las normas ANSI/ANS 52.1 [1], ANSI/ANS 57.2 [2], ANSI/ANS 56.2 [3], ANSI/ANS 59.1 [4], ANSI/ANS 58.3 [5], ANSI/ANS 58.9 [6] y ANSI/ANS 56.5 [7]. El sistema diseñado cubre todas las funciones asignadas.

CAREM-25. SUPPRESSION POOL COOLING AND PURIFICATION SYSTEM

Abstract

The Suppression Pool Cooling and Purification System has the following main functions: purify and cool water from the Suppression Pool, cool and send water to the Residual Heat Extraction System, and transfer water to the Fuel Element Transference Channel. In case of Loss of Coolant Accident (LOCA), the system sends water from the Suppression Pool to the spray network, thus cooling and reducing pressure in the primary containment. The system has been designed in accordance with the requirements of the following standards ANSI/ANS 52.1 [1], ANSI/ANS 57.2 [2], ANSI/ANS 56.2 [3], ANSI/ANS 59.1 [4], ANSI/ANS 58.3 [5], ANSI/ANS 58.9 [6], and ANSI/ANS 56.5 [7]. The design of the system fulfils all the assigned functions.

Objetivos del trabajo

El objetivo del presente trabajo es definir y consolidar el diseño de un sistema de procesos requerido por el reactor Carem-25 que cumpla con las siguientes funciones operativas durante la operación normal de la planta:

- Mantener el agua de la Pileta de Supresión en aproximadamente 40 °C, asegurando la extracción de calor
- Mantener en especificación física, química y radiológica el agua de las Piletas de Supresión y del Sistema de Extracción de Calor Residual.
- Circulación periódica y/o transferencia de agua para mantener la temperatura en las Piletas del Sistema de Extracción de Calor Residual.
- Transferir agua desde la Pileta de Supresión al Canal de Transferencia de Elementos Combustibles y al recinto tapa en la operación de recambio de elementos combustibles.

En situación de accidente, si se cuenta con disponibilidad de energía eléctrica, y se constata la integridad del sistema y su posibilidad de operación, las funciones del sistema deben ser las siguientes:

- Enfriamiento de la Pileta de Supresión
- Reponer el nivel de agua en las Piletas del Sistema de Extracción de Calor Residual.
- Transferir agua al Recipiente de Presión (RPR) a través del tanque de alimentación (TCV) del Sistema de Purificación y Control de Volumen [8]

Estas funciones también deben ser cumplidas luego de superado el período de accionamiento pasivo de los sistemas de seguridad, permitiendo además la descontaminación del agua de la Pileta de Supresión

Luego de un accidente de pérdida de refrigerante del primario (LOCA), el sistema deberá estar capacitado para reducir la presión y temperatura de la contención primaria mediante el rociado (spray) con agua de la Pileta de Supresión a los recintos secos y húmedos de la contención primaria del reactor.

Procedimientos

A fin de cumplir los objetivos propuestos se analizaron diferentes configuraciones posibles del sistema. Se busco encontrar el mejor diseño que considere los siguientes puntos:

- Cobertura de todas las funciones asignadas
- Confiabilidad y flexibilidad operativa
- Cumplimiento de las normativas de referencia (ANSI/ANS 52.1 [1], ANSI/ANS 57.2 [2], ANSI/ANS 56.2 [3], ANSI/ANS 59.1 [4], ANSI/ANS 58.3 [5], ANSI/ANS 58.9 [6], ANSI/ANS 56.5 [7])

Sobre la base de estos criterios se definió un diagrama de procesos del sistema donde se incluían equipos, líneas (cañerías), instrumentos y lógicas de control. A continuación se predimensionaron los equipos más relevantes: bombas, intercambiadores de calor, filtros y tanques. Finalizado el diseño se verificó nuevamente que el sistema propuesto cumpla con las funciones operativas requeridas y que el mismo se encuadre dentro de las normativas de referencia.

Resultados

Se define y consolida el diseño del Sistema de Purificación y Refrigeración de la Pileta de Supresión. Se describe el sistema de acuerdo al diagrama expuesto en la Figura I y en el Detalle de la misma.

Este sistema está integrado por dos subsistemas (redundancias), dimensionados cada uno de ellos con la capacidad operativa total requerida para cumplir con la función impuesta. Cada uno de estos subsistemas está compuesto por una bomba de recirculación, un intercambiador de calor y una red de rociadores (spray) de aproximadamente 100 picos. La bomba especificada es una bomba centrífuga con sello mecánico, de 200 m³/h y 50 m.c.a. de altura de descarga. El intercambiador es de placas de acero inoxidable, de 32 m² de área de transferencia y juntas de vitón.

La función de purificación se lleva a cabo con un único tren de purificación que puede operar con cualquiera de los dos subsistemas. Dicho tren cuenta con una bomba y un lecho de resinas con sus filtros correspondientes como equipos principales.

Las bombas (AB-0480-001/ I/II) de los subsistemas se encuentran conectadas a la Pileta de Supresión a través de líneas independientes. El caudal bombeado se envía hacia el intercambiador de calor (BI-0480-001/I ó II) del subsistema que se encuentre operativo, el cual se halla permanentemente refrigerado por agua del Sistema de Refrigeración de Componentes. Una línea de by-pass controla el caudal a través del intercambiador a fin de que el calor transferido al Sistema de Refrigeración de Componentes no afecte a otros sistemas por el refrigerados, por ejemplo la Pileta de Elementos Combustibles, cuya temperatura no debe superar en ningún caso los 60 °C. Según sea la condición operativa del reactor existen dos vías de retorno del caudal a la Pileta de Supresión:

- En operación normal se recicla directamente a la Pileta de Supresión.
- En situación de LOCA se envía al sistema de picos spray que rocían todos los volúmenes de la contención primaria a fin de reducir la temperatura y la presión en la misma. El agua retorna a la Pileta de Supresión .

Otra conexión dispuesta aguas abajo del intercambiador de calor permite transferir, si se lo requiere en condición de LOCA o Post-LOCA, agua de la Pileta de Supresión al tanque de alimentación (TCV) del Sistema de Purificación y Control de Volumen [8], que a su vez la ingresa al RPR a través de las bombas de carga de dicho sistema. Conexiones extras permiten transferir agua desde la Pileta de Supresión al Canal de Transferencia de Elementos Combustibles y al recinto tapa, o a la Pileta del Sistema de Extracción de Calor Residual, según sea requerido.

El tren de purificación puede operar en forma continua o por demanda debido a apartamientos de la especificación físico-química del agua. La bomba AB-0480-002 del mismo envía el agua hacia el lecho de resinas destinado a la purificación, con un caudal de

10 m³/h, que permite la renovación total del agua de la Pileta de Supresión en un tiempo de 70 horas.

Para determinar la clase de seguridad de los componentes del sistema y el cambio de clases se siguieron los lineamientos de la norma ANSI/ANS 52.1 [1] y ANSI/ANS 56.5 [7]. De acuerdo a estas normas se considera a la envuelta de presión y soportes pertenecientes al circuito de refrigeración, y la red de picos rociadores, como clase de seguridad nuclear 2. Los componentes del circuito de purificación, al no cumplir con una función de seguridad nuclear, se considerarán como clase 4, no nuclear.

Todos los componentes de este sistema se especifican en acero inoxidable austenítico.

Conclusiones

El sistema se diseñó de acuerdo a las normas de referencia y es factible cumplir con las funciones específicas del mismo con el diagrama de procesos propuesto.

La capacidad del sistema es suficiente para manejar las cargas térmicas previstas, tanto en condiciones normales como en post-accidente

Dos circuitos de refrigeración independientes y redundantes, uno en operación y otro en stand-by, aseguran el 100 % de la refrigeración requerida aún ante falla simple de alguno de sus componentes.

Dos circuitos spray, abastecidos cada uno por uno de los circuitos de refrigeración, permiten enfriar y despresurizar la contención primaria luego de un accidente de LOCA.

El diagrama de procesos propuesto permite transferir los caudales y volúmenes requeridos a las piletas del Sistema de Extracción de Calor Residual, al recipiente de presión del reactor a través del Sistema de Purificación y Control de Volumen, y al Canal de Transferencia de Elementos Combustibles.

El tren de purificación propuesto permite mantener en especificaciones físicas, químicas y radiológicas el agua de la Pileta de Supresión.

Referencias

1. Nuclear safety criteria for the design of stationary boiling water reactor plants. ANSI/ANS 52.1
2. Design Requirements for light water reactor spent fuel storage facilities at nuclear power plants. ANSI/ANS 57.2.
3. Containment isolation provisions for fluid systems after LOCA. ANSI/ANS 56.2
4. Nuclear safety related cooling water system for light water reactor. ANSI/ANS 59.1
5. Physical protection for nuclear safety-related systems and components. ANSI/ANS 58.3
6. Single failure criteria for light water reactor safety –related fluid systems. ANSI/ANS 58.9

7. PWR and BWR containment spray system design criteria ANSI/ANS 56.5
8. CAREM. Sistema 1400. Circuito de purificación y control de volumen. Memoria Descriptiva. Documento N° 0758-1400-1VAKP-061-1O

Figura I

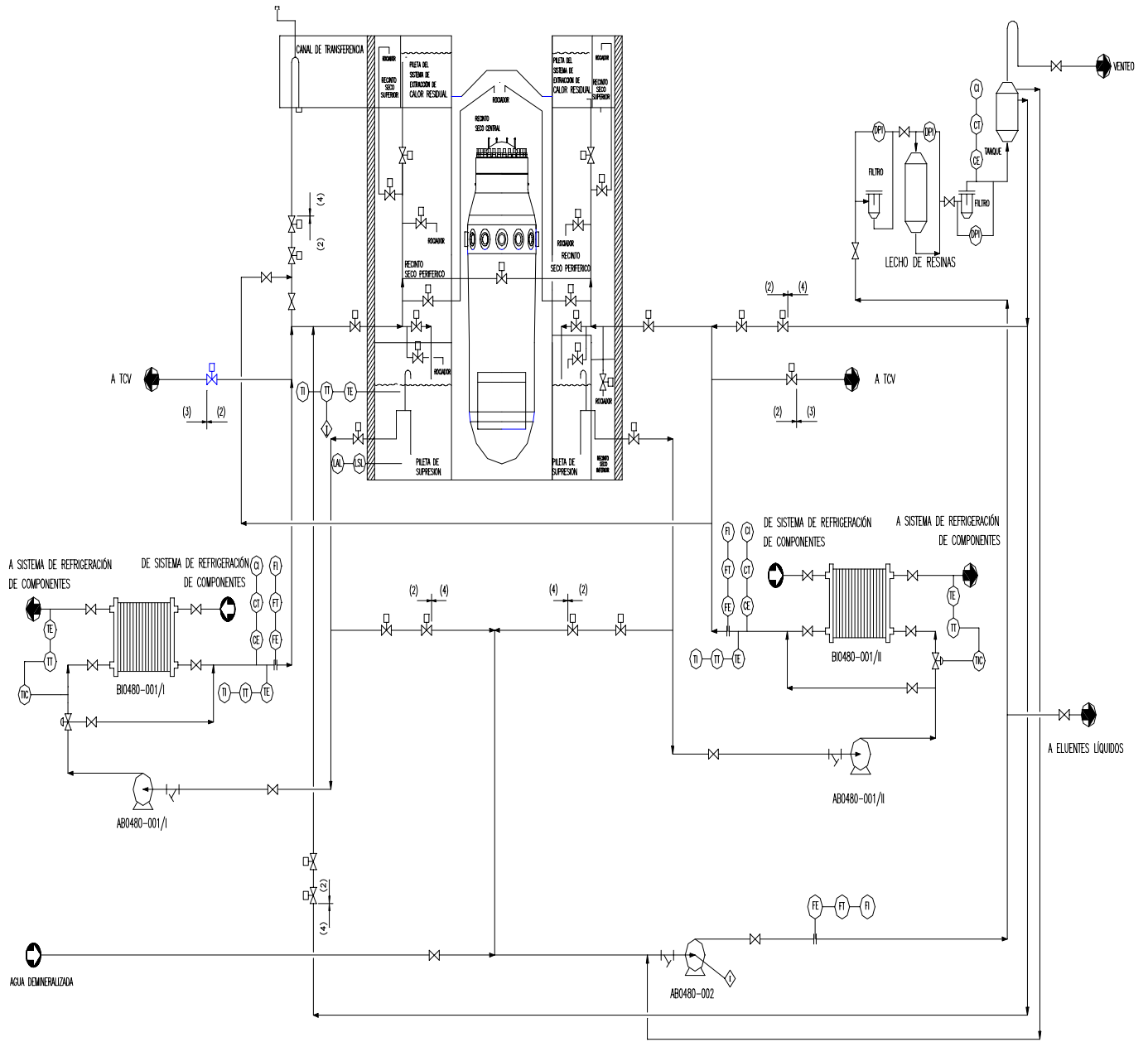


Figura I. Detalle

