

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Dependiente de la Presidencia de la Nación
CENTRAL NUCLEAR EN EMBALSE

TM-68500 - SISTEMA DE REFRIGERACION DE EMERGENCIA DEL
NUCLEO - REVISION 1

NIVEL 4

Ing. Eduardo A. NAJERA

Buenos Aires
1983

MANUAL DE CAPACITACION DE UNA CENTRAL NUCLEAR

DE 600 MWe

68500 - Refrigeración de Emergencia del Núcleo

INDICE

- 1.0. INTRODUCCION Y OBJETO
- 2.0. DESCRIPCION DEL SISTEMA
 - 2.1. Descripción del Proceso
 - 2.1.1 Etapa de Alta Presión
 - 2.1.2 Etapa de Media Presión
 - 2.1.3 Etapa de Baja Presión
 - 2.2. Funcionamiento y Disposición del Sistema
 - 2.3. Ubicación de los Equipos
- 3.0. CUESTIONARIO DE REPASO
- 4.0. ABREVIATURAS

E.A. NAJERA

Agosto 4, 1983

MANUAL DE CAPACITACION DE UNA CENTRAL NUCLEAR

DE 600 MWe

68500 - Refrigeración de Emergencia del Núcleo

1. INTRODUCCION Y OBJETO

El sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo es uno de los sistemas de seguridad especiales del Grupo 1 descrito en TM-68100.

Su propósito es prevenir fallas de combustible después de un accidente de pérdida de refrigerante (LOCA).

En general, un LOCA es el resultado de la rotura, muy poco probable, de una tubería en el sistema de Transporte de Calor ocasionando una pérdida continua de refrigerante del sistema quitando parte o todo el flujo sobre el combustible. En estas condiciones el reactor se disparará por uno o ambos sistemas de parada (SP N°1 o SP N°2).

Sin embargo, el calor de decaimiento es aún producido por el combustible y de esta forma un LOCA podría conducir a los siguientes eventos que deben evitarse:

- a) Sobrecalentamiento del combustible que causa fallas en la vaina y libera productos de fisión dentro del sistema de Transporte de Calor (TC).
- b) Liberación de esos productos de fisión dentro de la atmósfera del Edificio del Reactor, a través de la ruptura en el sistema de TC.

El Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo previene la ocurrencia de tales eventos al proveer la refrigeración de emergencia al combustible.

../

2.0. DESCRIPCION DEL SISTEMA

2.1. Descripción del Proceso

En principio, despues de un LOCA, el sistema ECC inyecta agua liviana dentro del sistema de TC para compensar el refrigerante de agua pesada que se pierde a traves de la ruptura de la tubería.

La inyección se realiza en 3 etapas a medida que la presión del SPTC disminuye, debido a la pérdida del refrigerante a traves de la rotura.

2.1.1 Etapas de Alta Presión

El agua es suministrada por los tanques de agua de Alta Presión ((4) Fig.1). El tanque de gas ((3) Fig.1) se encuentra presurizado a 4,14 MPa y cuando aparece la señal de LOCA se abren las válvulas PV81 y PV82 ((1) Fig.1) para inyectar el agua liviana hacia los colectores del SPTC del circuito que posee la eventual rotura.

El flujo de agua liviana desde los tanques de agua de Alta Presión entra al Edificio del Reactor por una línea común y luego se divide en dos líneas paralelas por confiabilidad. En estas líneas paralelas existen dos válvulas motorizadas de Inyección de Alta Presión ((7) Fig. 1) que están normalmente cerradas y que abren ante una señal de LOCA, tambien hay dos válvulas motorizadas de Ensayo de Alta Presión ((8) Fig.1) que se encuentran normalmente abiertas y que se usan de a una por vez cuando se requiere realizar la prueba de la válvula de inyección correspondiente. Por último, existen dos válvulas de retención (V96-V97) para evitar el retorno del agua.

Posteriormente, las dos líneas se unen para formar un colector común de inyección con la cañería proveniente de las otras dos etapas de inyección y luego se bifurca en dos líneas de inyección cada una de las cuales posee un disco de ruptura (RD1-RD2). Estos discos de ruptura proveen la aislación entre el agua liviana y el agua pesada y en el caso de inyección rompen

por diferencia de presión. Cada una de estas dos últimas líneas se dividen en otras dos, o sea cuatro en total con su correspondiente válvula de retención (PV33 - PV34 - PV47 y PV48).

Cada una de estas 4 últimas líneas, alimenta a dos colectores del SPTC, uno de entrada y otro de salida al reactor a través de un par de válvulas en paralelo para asegurar la inyección en caso de falla de una de ellas. Estas válvulas 16 en total son las válvulas de aislación de agua pesada ((11) Fig.1) están normalmente cerradas y abren en caso de señal de LOCA.

2.1.2 Etapas de Media Presión

Una vez finalizada la inyección de Alta Presión, es decir se han vaciado los tanques de agua de Alta Presión, y a su vez la presión se ha reducido lo suficiente, se inicia la segunda etapa de media presión, utilizando las bombas de recuperación ((14) Fig.1) que extraen el agua del tanque de rociado que se encuentra en el domo del Edificio del Reactor ((6) Fig.1) abriendo la válvula neumática PV10 o PV11 según la bomba que funcione. El flujo de agua, luego de pasar por el Intercambiador de calor ((15) Fig.1) se dirige por una línea común y luego de reingresar al Edificio del Reactor se bifurcan en dos líneas paralelas por confiabilidad.

En estas líneas paralelas existen dos válvulas neumáticas de Ensayo de Media Presión ((9) Fig.1) que están normalmente abiertas y que se usan de una por vez cuando se requiere realizar la prueba de la válvula de inyección correspondiente. A continuación, hay dos válvulas motorizadas de Inyección de Media Presión ((10) Fig.1) que están normalmente cerradas y que abren ante una señal de LOCA. Por último, existen dos válvulas de retención (V76-V77) para evitar el retorno del agua.

Posteriormente, las dos líneas se unen para ingresar en el colector común de inyección a partir del cual ya está habilitado por la etapa anterior de Alta Presión.

2.1.3 Etapas de Baja Presión

Antes que el tanque de rociado se vacíe, el operador debe abrir las válvulas neumáticas PV1-PV2 y de esta manera las bombas de recuperación ((14) Fig.1) podrán tomar la mezcla de D2O y H2O que se encuentra en el sumidero del subsuelo del Edificio del

Reactor y que se ha descargado a través de la rotura del SPTC. Esta mezcla de agua podrá ser inyectada a través de la misma línea de media presión que ya fue habilitada en la etapa anterior.

Se supone que el agua descargada posee cierta temperatura, por lo que el operador deberá habilitar las válvulas de Agua de Procesos ((16) Fig.1) que permiten refrigerar el intercambiador de calor de REN ((15) Fig.1).

2.2. Funcionamiento y Disposición del Sistema

La pérdida de refrigerante vendrá acompañada por una disminución de presión en el circuito de TC afectado. La instrumentación detectará esta condición y mandará realizar las siguientes acciones automáticas:

- Disparo del Reactor
- Aislación de los circuitos (loops) del SPTC
- Accionamiento del sistema de REN que consiste en lo siguiente:
 - Apertura simultánea de todas las válvulas de inyección y aislamiento del sistema REN.
 - Estallan los discos de ruptura por diferencia de presión.
 - Con un retardo de 30 segundos se abren las válvulas de seguridad del vapor principal para enfriar rápidamente los generadores de vapor.
 - Se arrancan los diesel de clase III.
 - Se arranca una bomba de recuperación del Sistema de REN.

De esta manera el sistema quedará en condiciones de funcionar de acuerdo a como se explicó en el punto 2.1

Las válvulas de inyección tanto de Alta como de Media Presión, como así también las válvulas de aislamiento de D2O están duplicadas para proveer confiabilidad a través de la redundancia. Las válvulas de inyección de Alta y Media Presión poseen una válvula en serie que permite las pruebas de las válvulas de inyección, para lo cual deben cerrarse una por vez para evitar deshabilitar la línea de inyección.

La instrumentación que mide los parámetros que producirán el disparo de este sistema, se encuentra triplicada a fin de proveer redundancia. Los canales triplicados correspondientes al sistema de REN se denominan K, L, M y para que el sistema actúe, deben dispararse 2 cualesquiera de los 3 canales, esto es, por un lado para

evitar la actuación del sistema en el caso de un disparo de un canal que está en prueba o un disparo espureo y por otro lado que el sistema actúe aun en el caso de falla de un canal (ver sección 3.2 del TM-68100 Nivel 4).

El tanque de rociado (tanque de agua de emergencia) es en realidad parte del sistema de contención (ver TM-68400). Después de un LOCA el sistema de REN y el de contención usan agua de este tanque. Sin embargo, las conexiones del sistema de contención están dispuestas de manera tal que los últimos 500 m³ del agua del tanque (sobre un total de 2.600 m³) pueden ser usados por el sistema de REN solamente.

En el caso de quedar inhabilitados los sistemas de suministro de agua de las 3 etapas, se cuenta como alternativa la utilización del Sistema de Suministro de Agua de Emergencia, el cual utiliza agua del lago con bombas comandadas con motores Diesel. Este sistema está calificado sísmicamente.

2.3. Ubicación de los Equipos

Las tuberías de inyección y las válvulas motorizadas están ubicadas en el Edificio del Reactor (R-501) y son inaccesibles cuando el reactor está funcionando.

Las bombas de recuperación están ubicadas en los niveles inferiores del Edificio de Servicio (S-001) y el intercambiador de calor está ubicado en el recinto S-137 del Edificio de Servicio y son accesibles en todo momento.

Los tanques de agua para la etapa de Alta Presión, el tanque de gas, el compresor y los circuitos auxiliares asociados están colocados en un edificio separado del Sistema de REN de Alta Presión, a un costado del Edificio del Reactor.

3.0. CUESTIONARIO DE REPASO

- 1) ¿Cuál es el propósito del Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (REN)?.
- 2) ¿Qué eventos tienen posibilidades de ocurrir después de un LOCA y cómo previene que sucedan el sistema REN?.
- 3) En forma simple, describa ¿qué hace el sistema REN después de un LOCA?.

4) ¿Cuáles son las fuentes de agua para el sistema REN después de un LOCA?

a - Para la etapa de Alta Presión.

b - Para la etapa de Media Presión.

c - Para la etapa de Baja Presión.

¿Cuál es la fuente de agua alternativa en caso de estar inhabilitados los sistemas anteriores?.

5) ¿Cómo se realiza la aislación de agua pesada con el agua liviana?.

6) Describir un LOCA típico.

4.0. ABREVIATURAS

LOCA - Lost of Coolant Accident (Accidente por Pérdida de Refrigerante).

SP N°1 - Sistema de Parada N° 1

SP N°2 - Sistema de Parada N° 2

TC - Transporte de Calor

EEN o REN - Refrigeración de Emergencia del Núcleo.

SES,

REFERENCIA

- 1) Válvulas de Aislación de Gas.
- 2) Suministro de Agua de Emergencia.
- 3) Tanque de Gas de R.N.
- 4) Tanques de Agua de Alta Presión.
- 5) Límite de Contención L/R.
- 6) Desde el Tanque de Rociado.
- 7) Válvulas de Inyección de Alta Presión.
- 8) Válvulas de Ensayo de Alta Presión.
- 9) Válvulas de Ensayo le Media Presión.
- 10) Válvulas de Inyección de Media Presión.
- 11) Válvulas de Aislación de D2O.
- 12) Colector de Salida del SPTC.
- 13) Colector de Entrada del SPTC.
- 14) Bombas de Recuperación de REN.
- 15) Intercambiador de Calor de REN.
- 16) Válvulas Reguladoras de Temperatura del Sistema de Agua de Servicio.

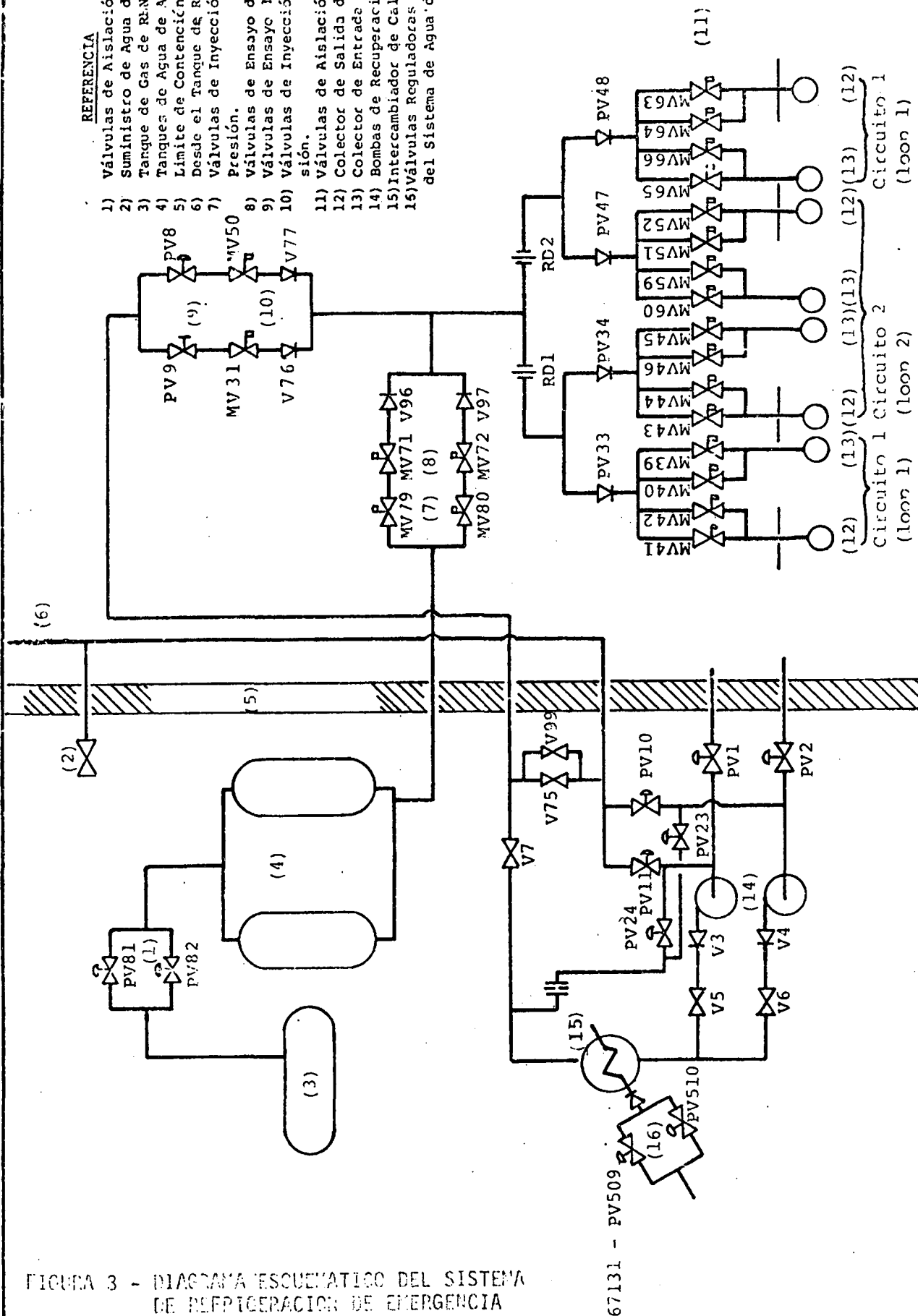


FIGURA 3 - DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION DE EMERGENCIA DEL NUCLEO.