

CNEA/AC - 15/81

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

MANUAL DE CAPACITACION PARA
CENTRALES NUCLEARES DE
600 Mwe

Preparado por AECL para el entrenamiento del personal
de la Central Nuclear en Embalse

Nivel 2

TM 35260 - Sistema de Suministro de D₂O para la máquina de Recambio de Combustible.

Córdoba - Argentina

1980

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWe

NIVEL 2

35260 Sistema de Suministro de D₂O para la Máquina de Recambio de Combustible

INDICE

- 1.0 INTRODUCCION
- 2.0 OBJETO
 - 2.1 Otras Consideraciones
- 3.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA
 - 3.1 Descripción del Proceso
 - 3.1.1 Subsistema de Suministro
 - 3.1.2 Subsistema de Retorno
 - 3.1.3 Subsistema de Recolección de Drenaje y Fugas de D₂O
 - 3.2 Equipos Principales
 - 3.2.1 Bombas de Suministro
 - 3.2.2 Amortiguadores de Pulsación
 - 3.2.3 Enfriadores de Retorno y Fuga de D₂O
 - 3.2.4 Filtros
 - 3.2.5 Columnas de Intercambio Iónico
 - 3.2.6 Tanques de Recolección
 - 3.3 Ubicación
 - 3.4 Instrumentación y Control
 - 3.4.1 Presión Diferencial en Filtros
 - 3.4.2 Temperatura
 - 3.4.3 Temperaturas de Enfriador de Retorno y de Purga
 - 3.4.4 Control del Motor de la Bomba de Suministro
 - 3.4.5 Control de Presión
 - 3.4.5.1 Transmisores de Presión
 - 3.4.5.2 Controladores de Presión Automáticos
 - 3.4.5.3 Controladores Manuales de las Válvulas
 - 3.4.5.4 Subpaneles de Control, Lados 'A' y 'C'
 - 3.4.5.5 Subpanel de Control Común

INDICE (continuación)

3.4.6 Control del Nivel del Tanque de Recolección

4.0	PRINCIPIOS OPERATIVOS DE FUNCIONAMIENTO
5.0	CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2
6.0	REFERENCIAS

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWeNIVEL 235260 Sistema de Suministro de D₂O para la Máquina de Recambio de Combustible1.0 INTRODUCCION

El sistema de Suministro de D₂O para la Máquina de Recambio de Combustible (M/R) proporciona agua pesada a las estaciones de válvulas de D₂O de la M/R, con el objeto de enfriar los cabezales de la M/R y cualquier combustible agotado contenido en ellos, a las diversas presiones y temperaturas requeridas como asimismo para el funcionamiento de los circuitos hidráulicos correspondientes a los actuadores de los cabezales de la M/R.

Con el fin de compatibilizar el agua pesada suministrada con la del Sistema de Transporte de Calor (SPTC), se toma D₂O del Tanque de Almacenamiento del SPTC (3333-TK1) se devuelve al mismo.

2.0 OBJETO

Los objetos del sistema son:

- (a) Proporcionar D₂O limpio al Sistema de Control del Cabezal de la M/R (TM35230) a los diversos flujos, presión y temperaturas requeridos.
- (b) Dirigir lo recolectado del sistema y de los componentes del cabezal de la M/R al Sistema Recolector de D₂O del SPTC.

2.1 Otras consideraciones

2.1.1 Con el propósito de reducir la corrosión al mínimo, en lo posible se ha utilizado acero inoxidable austenítico.

2.1.2 Como en el caso de una activación involuntaria del Sistema de Rociado, la Sala R-012 podría anegarse hasta una altura de 2.40 m, se han adoptado precauciones especiales para mantener un flujo de D₂O hacia los Cabezales de la M/R hasta 2 horas después de producirse la anegación.

- 2 -

3.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

3.1 Descripción del Proceso

El Sistema de Suministro de D₂O a la M/R puede dividirse en tres circuitos:

- Circuito de Suministro
- Circuito de Retorno
- Circuito de Recolección de Drenaje y Fugas

3.1.1 Circuito de Suministro

El circuito de Suministro proporciona D₂O filtrado y a presión, regulada independientemente, a las 2 estaciones de válvulas de D₂O procedente del Tanque de Almacenamiento del SPTC (3333-TK1) y/o el Circuito de Retorno de D₂O de la M/R.

El D₂O es presurizado en uno de dos circuitos idénticos, en que el Lado 'A' contiene la bomba P1, y el Lado 'C' la bomba P2. Como una sola de las bombas bastaría para cubrir la totalidad de las exigencias del sistema, el estado normal de las bombas es el de reserva (standby) para una de ellas, mientras la otra está en función. En el circuito operativo, el agua pesada normalmente pasa por una válvula de aislamiento manual (V1 ó V10), pasando por un detector de temperatura por resistencia (DTR) y un amortiguador de pulsaciones (3526-TK1 ó TK3). Posteriormente el agua presurizada se descarga de la bomba, y pasa por un segundo amortiguador de pulsación y un filtro.

Los amortiguadores de pulsación deben amortiguar los picos debidos a la acción de la bomba de pistón. Del lado de la entrada, el amortiguador evita la cavitación de la bomba y las consiguientes deficiencias en el flujo, mientras que el amortiguador de la salida alivia los picos de presión.

Una válvula de alivio de la presión reconecta hacia el lado de la aspiración de la bomba y proporciona una protección contra la sobrepresión.

Aguas abajo del filtro, el agua pasa por una válvula de retención (NV2 ó NV3) y por otra válvula de aislamiento manual (V43 ó V42), antes de unirse al otro circuito de presurización por intermedio de un colector común, que contiene la toma para la válvula de purga común (PCV11).

La válvula de purga común se ha provisto para disponer de una presión de colector constante de 180 kg/cm^2 , con el objeto de eliminar cualquier interacción entre los dos sistemas de D_2O de la M/R, o sea el lado 'A' y el lado 'C'. De tal manera, las perturbaciones importantes que pudieran producirse en uno de los lados no se propagarán al otro lado. La válvula de purga común PCV11 no desempeña un papel esencial en el control de la presión, sino que meramente aumenta la calidad de ese control.

Después de la válvula de purga común PCV11, el D_2O es enfriado por un enfriador en desviación (by-pass) HX1, que recibe en su lado secundario agua de servicio de baja presión (71310). El flujo de purga enfriado se devuelve después a la aspiración de las bombas de suministro que se encuentran antes de los amortiguadores de pulsación.

Después de la conexión del colector común, las válvulas de serie PCV#11 (A ó C) y la derivación de carga PCV11#2 (A ó C) proporciona la función reguladora de presión definitiva para el suministro de D_2O a los Cabezales de la M/R. Hay dos variables que deben ser controladas: el caudal y la presión, que no tienen correlación alguna entre los lados 'A' y 'C'. En lo que respecta a los diversos requerimientos de caudal y presión, véase la sección 5.0, Principios de Funcionamiento. La no-linealidad entre el caudal y la presión ($Q=Lc_v \Delta P$) dificulta el control de estas dos variables, y en consecuencia se han provisto válvulas de derivación de carga, además de las de serie. Las válvulas serie podrían, por si solas, controlar una de las variables, pero no ambas.

La válvula serie PCV11#1 (A ó C) actúa como válvula reguladora, dejando pasar algo más de flujo que el absorbido por la máquina de recambio al valor de presión deseado que se fijó, es decir, que opera de acuerdo con un modo pre-elegido en lo que respecta al avance de la alimentación.

- 4 -

La válvula de derivación de carga PCV11#2 (A ó C) actúa como válvula de purga para drenar aquella parte del flujo que no es requerido por la máquina de recambio, y para asegurar que la presión de salida no fluctúe en exceso cuando el flujo de carga tiene fluctuaciones de rutina.

De tal manera, cada válvula desempeña su rol primario, pero a los efectos de conservar la máxima flexibilidad de flujo, el sistema de control regula las válvulas serie para que ayuden a la válvula de derivación de carga, es decir, que se sobre impone a la válvula serie cierta función reguladora mediante la válvula de derivación.

En la Figura 6 se aprecia un diagrama de flujo simplificado correspondiente al circuito de suministro de D₂O.

3.1.2 Circuito de Retorno

El circuito de retorno recibe el D₂O descargado de los Cabezales de la M/R por intermedio de los bancos de válvulas de la M/R, enfriando y purificando el agua pesada antes de devolverla al Circuito de Suministro. El flujo de retorno proveniente de las máquinas de recambio varía, dependiendo del estado de la operación de recambio. Cuando el flujo de retorno se halla abierto hacia el Sistema Primario de Transporte de Calor (retirado el tapón de cierre del canal), el mismo resulta aminorado cuando la mayor parte (el flujo de suministro al tambor de la M/R) entra en el canal de combustible. En este caso el flujo de reposición es tomado del Tanque de Almacenamiento del Sistema de D₂O de Transporte de Calor 3333-TK1 a través del filtro 3526-FR3. Retiradas las máquinas de recambio del reactor, el sistema de suministro de D₂O forma un circuito cerrado, haciendo recircular la misma cantidad de D₂O suministrado, mientras enfría el combustible agotado que pueda haber quedado en cualquiera de las máquinas de recambio. Las operaciones de Transferencia de Combustible a los Puertos de Combustible Nuevo y de Combustible Agotado comprenden una circulación de flujo total, reducida al ser interrumpido el flujo de suministro al tambor de la M/R en ese modo de operación.

Los retornos de los Lados 'A' y 'C' se combinan, antes de entrar en el enfriador de retorno 3526-HX2. Aguas arriba del enfriador hay una válvula de alivio, para proteger contra sobrepresión, ajustada a 10 kg/cm²(g).

- 5 -

El D₂O que retorna es enfriado desde unos 90°C bajando a 30°C por 3526-IX2, antes de ser filtrado por FR5 y de ser purificado, sea por la columna IX1 o IX2. Las válvulas de aislación manual las columnas de intercambio permiten que se efectúe el servicio y ciclaje obligatorio de las columnas.

Un tercer filtro, el de reserva (standby) FR4, normalmente se encuentra aislado del resto del sistema por medio de cuatro válvulas de aislamiento 35260-MV45, -MV46, -MV47 y -MV48. Si se restringe el flujo que pasa por el filtro FR3 de la aspiración de la bomba, o el filtro del sistema (FR5), lo que resulta indicado por una elevada presión diferencial en el filtro, se pueden abrir con acción remota las dos válvulas de aislamiento correspondientes, para conectar el filtro de reserva en paralelo con el filtro defectuoso. Se desconecta nuevamente el filtro de reserva FR4, una vez completado el cambio de filtro. Las válvulas de aislamiento motorizadas permiten la puesta en paralelo en forma remota con cualquiera de los filtros FR3 o FR5, pero no con ambos simultáneamente

Cuando no se conecta al sistema el filtro de reserva, debe dejarse abierta, normalmente, una de las cuatro válvulas, para evitar una incrementación de la presión en FR4.

Las válvulas de alivio RV20 y RV21 ofrecen protección a los filtros y las columnas de intercambio iónico por encima de 1.4 kg/cm²(d). En la Figura 7 se puede apreciar un diagrama de flujo simplificado correspondiente al circuito de retorno.

3.1.3 Circuito de Recolección de Drenaje y Fugas

Este circuito recolecta el D₂O de todo el drenaje, fugas y puntos de venteo del Sistema de Suministro de D₂O a la M/R, como puede verse por el Diagrama de Flujo 18-35260-1-1-OF-E. Los dos tanques provistos pueden vaciarse remotamente al Sistema de Recolección de D₂O (33810), conservando así el D₂O.

- 6 -

Las líneas individuales de recolección que van a cada tanque, se reúnen en un múltiple común antes de arribar a cada tanque. Cada múltiple recolector puede aislarse de su tanque mediante una válvula operada neumáticamente (MV101 ó MV 102). Los tanques se vacían remotamente desde la consola de control, o automáticamente a niveles prefijados mediante la computadora. Para que el tanque sea vaciado, se cierra la correspondiente válvula de aislamiento del múltiple, y después de un lapso predeterminado la entrada de aire instrumental al tanque, forzando con ello el D₂O hacia el Sistema de Recolección de D₂O. Cuando el nivel del agua llega al nivel inferior prefijado, se desenergiza la válvula solenoide para aislar el suministro de aire y ventear el tanque hacia el sistema de Recuperación de Vapor (38310). Después de un lapso prefijado, se abre la válvula de aislamiento del múltiple.

3.2 Equipos Principales

3.2.1 Bombas de Suministro de D₂O, 3526-P1 y -P2 (ver figuras 1 y 2)

El sistema tiene dos bombas de suministro de alta presión que son idénticas, las P1 y P2.

Las bombas son de diseño vertical, pistón triplex, de desplazamiento fijo, con un flujo mínimo de 270 l/min a 180 kg/cm². El sistema de lubricación de la bomba es del tipo de carter húmedo (wet sump), en el que la presión se suministra por medio de una bomba accionada desde el cigueñal.

Cada bomba de suministro de D₂O es accionada por un motor de inducción de 112 kW, 1500 rpm, totalmente hermético, alimentado con corriente trifásica Clase III (380 V). El motor es enfriado por ventilador, accionado separadamente por otro motor de inducción de 2.25 kW.

- 7 -

Nota: El conjunto bomba-motor es capaz de trabajar a plena carga durante 2 horas sumergido en agua a 66°C y 2.4 m de profundidad. Se ha provisto esta característica para asegurar un adecuado enfriamiento de los cabezales de la M/R después de funcionar el sistema de rociado o de producirse una pérdida de refrigerante.

3.2.2 Amortiguadores de Pulsación 3526-TK1, -TK2, -TK3, -TK4

Cada bomba ha sido provista con dos amortiguadores de pulsación. Tanto el amortiguador de aspiración como el de descarga son iguales, excepto que el de descarga se diseñó para una presión mayor. Se trata de acumuladores hidroneumáticos con diafragma flexible que separa el gas del agua, y están precargados a aproximadamente la mitad de la presión normal de operación.

Los amortiguadores reducen los picos en las líneas de aspiración y de descarga lo suficiente para permitir un funcionamiento satisfactorio de la bomba, las válvulas y otros equipos de aguas abajo.

3.2.3 Enfriadores de Retorno y de Purga de D₂O (3526-HX1 y -HX2)

Los enfriadores son idénticos. Son del diseño de serpentina Heliflow (ver la Figura 4). Se usa este diseño para hacer frente a los estados de presión y temperatura transitorios previstos.

3.2.4 Filtros (3526-FR1 hasta FR5)

Hay cinco unidades filtrantes de 10 micrones provistos en el sistema (ver la Figura 3): dos unidades de alta presión FR1 y FR2 (189.0 kg/cm²), instalados en la descarga de las bombas P1 y P2, respectivamente, además de tres filtros de baja presión (10.5 kg/cm²) instalados en la línea de retorno común de los cabezales de la M/R y en la línea de aspiración común de las bombas.

- 8 -

Fuera de los espesores de la carcasa de los recipientes de los filtros de alta y baja presión, todas las unidades son de diseño idéntico.

Los filtros consisten en una carcasa externa con una brida en la parte superior y picos soldados en el costado y el fondo para los flujos de entrada y de salida, respectivamente. En la brida se han provisto dos picos de poco diámetro, siendo uno para el venteo del recipiente y el otro para detectar y escurrir cualquier fuga que se produzca entre los dos aros 'O' de sello de la brida.

El elemento filtrante está encerrado dentro de un canasto conectado mediante un perno de desacople rápido a un bloque de blindaje lleno de plomo, montado entre la brida y el elemento filtrante.

Se han provisto recipientes blindados para el reemplazo de los filtros. Para retirar un filtro, se le aísla del resto del sistema cerrando las correspondientes válvulas de corte, y de descarga el D_2O hacia uno de los tanques de recolección de drenaje o fuga de D_2O . Después se desmonta la brida, se coloca el recipiente en posición encima del filtro y el elemento del filtro, junto con el bloque de protección, y es izado al interior del recipiente.

Los filtros están ubicados, junto con las columnas de intercambio iónico en una zona blindada. El piso de blindaje que se encuentra encima de los filtros está provisto con tapones desmontables, para tener acceso para servicio de los filtros. Un aparejo monoriel facilita el manipuleo de los recipientes y otros componentes.

3.2.5 Columnas de Intercambio Iónico (3526-IX1 y -IX2)

Hay dos columnas de intercambio iónico que son idénticas (ver Figura 5) instaladas en la línea de retorno común de los cabezales de la M/R, inmediatamente después de HX2. El diseño consiste en un recipiente normal cilíndrico con forma de tolva con mallas (screens) Johnson-Wedge instaladas del lado interno en las bocas principales del flujo de entrada y salida. Cada columna tiene una capacidad de resina de 0.255 m^3 .

3.2.6 Tanques de Recolección de Drenaje y Fuga de D₂O (3526-TK5 y TK6)

Se han provisto dos tanques, cada uno de los cuales tiene una capacidad de aproximadamente 50 litros. Estos tanques sirven como recipientes de retención intermedios, previo a la descarga del drenaje y fugas del sistema hacia el Sistema de Recolección de D₂O.

Ambos tanques se vacían cerrando una válvula de cierre operada neumáticamente, que está en la entrada del tanque, y presurizando el tanque, a los efectos de descargar el D₂O al sistema de recolección de D₂O. El suministro de aire instrumental para presurizar el tanque se regula con una válvula reductora de presión y se controla por medio de una válvula solenoide. Estando desenergizada la válvula solenoide, se ventea el tanque hacia la atmósfera a través de la válvula.

3.3 Ubicación

La mayor parte del equipo del sistema está ubicado en la Sala R-012, extendiéndose algunos componentes y cañerías a través de la Sala R-002, hacia las Salas R-013 y R-014 de Auxiliares de la M/R. Los filtros y las columnas de intercambio iónico están ubicadas en un anexo blindado. Fuera de la Sala R-012.

3.4 Instrumentación y Control

3.4.1 Presión Diferencial en Filtros

La presión diferencial en cada sistema de filtro (FR1 hasta FR5), se mide con los circuitos de presión P-4, P-5, P-6, P-7 y P-3 respectivamente. Cada circuito proporciona una indicación a 0.70 kg/cm²(d) a la consola de la M/R (luz indicadora) y a la CDY.

3.4.2 Temperatura (63526-T-8, T-9 y T-10)

Los circuitos de temperatura T-8, T-9 y T-10 miden las temperaturas del D₂O en las aspiraciones de las bombas, como así también después del HX2. Cada circuito tiene una entrada de alarma a 60°C a la CDY, como también una luz indicadora a la consola de la M/R.

3.4.3 Temperaturas de los Enfriadores de Purga y Retorno (63526-T-1 y T-2)

Los circuitos de control de temperatura T-1 y T-2, son iguales.

La temperatura de salida de cada intercambiador de calor se controla automáticamente regulando el flujo de descarga del agua de servicio de baja presión del lado secundario.

En la consola de la M/R se dispone de controladores manuales de temperatura.

En caso de anegarse la Sala R-012, estos circuitos de control seguirán en condiciones de funcionar, porque los elementos clave de cada circuito están ubicados por encima del nivel de anegación.

3.4.4 Control del Motor de la Bomba de Suministro

Las bombas de suministro, normalmente se controla a mano, si bien es posible el control automático por la CDY después de elegir las correspondientes posiciones de los interruptores manuales (MARCHA/PARAR y MANUAL/AUTO) que se encuentran en la consola de la M/R.

Seguidamente se expone una secuencia típica de puesta en marcha de una bomba. Después de elegir los contactos instantáneos de "MARCHA" de la bomba, póngase en marcha el ventilador que enfría la bomba e inyéctese una señal de 'arrancar bomba' en el control de presión automático (ver la Sección 3.4.5). Instantáneamente se inicia asimismo un retardo de 3 segundos para dar tiempo a los controles de presión para que muevan las válvulas de control de presión a la posición deseada para arranque del sistema, antes de energizar el arrancador del motor de la bomba.

El circuito de control del motor de la bomba (CCM) se encuentra enclavado con el motor del ventilador, para evitar un arranque de la bomba sin que esté funcionando el ventilador de la misma. Este enclavamiento se puentea, una vez que arrancó la bomba, con el objeto de mantener la bomba funcionando aún después de detenerse el ventilador.

- 11 -

Con el objeto de asegurar un traspaso suave durante el cambio de trabajo de la bomba, el CCM de la bomba que se va a parar se conserva energizado durante 3 segundos después de elegida la "PARADA" con el interruptor manual, a los efectos de permitir que el control de la presión mueva sus válvulas a las posiciones deseadas.

Las salidas de los CCM van hacia la consola de la M/R (luces indicadoras y controles de presión) y la CDY. También se anuncia una condición de baja presión del aceite lubricante en la Consola de la M/R y la CDY a $0.70 \text{ kg/cm}^2(\text{d})$. En la señal de presión de aceite baja se ha incorporado un retardo de 20 segundos al arrancar la bomba, para permitir que la bomba tome velocidad.

3.4.5 Control de la Presión

Como se ve en la Figura 6, el sistema de control de presión consiste en dos controles manuales y dos automáticos, tres subpaneles de consola de control, tres transmisores de presión y cinco válvulas de control de presión.

Los controles son computadoras analógicas para fines especiales montadas en 'racks' de terminación, un control de presión automático y un control manual de las válvulas para cada sistema de suministro (A y C). La interfaz del operador al sistema se facilita con indicadores y controles existentes en tres subpaneles de control en la consola de control de manipuleo de combustible, el Sistema de Control de Presión de Suministro de D_2O de (A) de la M/R, el Sistema de Control de Presión de Suministro de D_2O de (C) de la M/R y el Sistema de Control de la Presión de Suministro de D_2O común de la M/R.

3.4.5.1 Transmisores de Presión

La presión del sistema se mide con tres transmisores de presión. Los transmisores 63526-PT-11 (A y -PT-11 (C miden la presión que está siendo suministrada a los sistemas de D_2O (A) y (C) de la M/R, respectivamente, y proveen señales de retroalimentación primaria en la regularización de las dos presiones de salida. El transmisor 63526-PT-11 monitorea la presión en el cabezal común que une los sistemas de suministro A y C y proporciona la señal de retroalimentación primaria en la regulación de la presión en ese colector.

3.4.5.2 Controles de Presión Automáticos

Para cada uno de los sistemas de suministro se ha provisto un control de presión automático: -OC-11#1(A para el Sistema (A) y -PC11#1(C para el Sistema (C). Cada control funciona independientemente manteniendo la presión de salida de su sistema relacionado, según lo medido por -PT-11(A ó -PT-11(C, en el punto de ajuste recibido del subpanel de consola de control relacionada. Los puntos de ajuste para cada control se fijan en forma independiente, sea manualmente en el subpanel de la consola de control, o automáticamente por la computadora de control del sistema de manipuleo de combustible.

El régimen de cambio de la presión durante arranques o paradas del sistema, o por cambios del punto de ajuste, etc. tanto positivos como negativos, se conservan dentro de la máxima prefijada.

El control de la presión se logra ajustando simultáneamente las válvulas de serie y de derivación, de manera de producir una cadena de división de presiones algo semejante a un potenciómetro en un circuito eléctrico. (Otra forma de describir el desenvolvimiento de la acción de control es la siguiente: la válvula de serie actúa como válvula reguladora, dejando pasar algo más de flujo que el absorbido por la carga (sistema de D₂O de la M/R) y reduciendo la presión en la cantidad correspondiente. La válvula de derivación actúa como una válvula de purga drenando la cantidad de flujo que la carga no requiere, y asegura que la presión de salida no fluctúe con exceso durante las fluctuaciones de rutina de flujo de carga).

También se ha provisto una regulación de la presión del colector común mediante -PT11. La válvula de purga común es controlada para mantener constante la presión del colector común al valor prefijado nominal de 180 kg/cm²(g). Esto sirve como mecanismo desacoplante entre los suministros de salidas de (A) y (C), de modo que una perturbación importante en uno de los sistemas no afecte seriamente al otro y de manera que el control de la estabilidad no resulte seriamente perjudicado por las mutuas interacciones entre ambos sistemas. También sirve para atenuar las perturbaciones impuestas al sistema cuando la segunda bomba del sistema se hace arrancar o parar.

- 13 -

(Aunque , normalmente, sólo una de las bombas estará funcionando, ambas pueden trabajar simultáneamente por ejemplo durante la transferencia de servicio de una bomba a la otra, durante operaciones que involucren flujos anormalmente elevados, etc.) Ambos controles (A) y (C) incluyen providencias completas para el control de la presión común. Sin embargo, solamente uno de los controles tendrá realmente el control, estableciéndose la elección conectando el cable-puente 63526-JP473 a 63526-JS473(A, como lo enseña la Figura 6, o al 63526-JS473(C.

3.4.5.3 Controles Manuales de las Válvulas

A cada uno de los dos sistemas de suministro de D₂O se le ha provisto de un control manual de válvula -PC-11#2(A para el sistema (A) y -PC11#2(C para el sistema (C). Estos están hermanados con los controles de presión automáticos descritos arriba, e incluyen los circuitos de conmutación mediante los cuales se manda la señal de salida que corresponde desde -PC11#1(A o desde -PC-11#1(C a una válvula de control determinada. La elección del control manual o del automático es independiente para cada válvula. Véanse los párrafos 3.8.5.4 y 3.4.5.5. Esto permite usar diversos grados de control manual comparado con el automático, con lo cual se dispone de gran flexibilidad para enfrentarse a situaciones poco usuales. Hasta donde la practicidad lo permite, -PC-11#2(A está física y eléctricamente separado de -PC11#2(C permitiendo de tal manera que se haga el mantenimiento de una de las unidades sin interferir con el funcionamiento de la otra.

3.4.5.4 Subpaneles del Sistema de Control de la Presión de Suministro de D₂O de la M/R (A) / (C) (-PL24AE y - PL26AE)

Para cada uno de los subsistemas (A) y (C) de suministro de D₂O se ha provisto un subpanel consola de control. Ellos proporcionan las interfaces operativas para permitir que el operador de la consola de control o de la computadora de control del sistema de manipuleo de combustible disponga de un control supervivo sobre todo el manejo del sistema. El subpanel -PL26AE es, en esencia, idéntico al -PL24AE, de manera que solamente describiremos uno de ellos.

La parte media superior del panel (valor de referencia del Control de Presión) es la interfaz con el control de presión automático -PC-11#1 mientras el resto constituye la interfaz para esa parte del control de la válvula -PC-11#2 relacionada con las válvulas serie y de derivación de carga. La interfaz relacionada con la válvula de purga común está contenida en un subpanel separado, que se describe en el párrafo 3.4.5.5., más adelante.

Unicamente los dispositivos montados bajo la denominación VALOR DE REFERENCIA DE CONTROL DE PRESION (PRESSURE CONTROL SETPOINT) están asociados directamente con -PC-11#1. Estos comprenden un interruptor de SELECCION MANUAL (MAN SELECT) el interruptor de ACTIVACION DE SELECCION MANUAL (ACTIVATE MANUAL SELECTION) y las luces indicadoras de AUTODEMANDA (AUTO DEMAND) y VALOR DE REFERENCIA ACTIVO (ACTIVE SETPOINT).

Se ha provisto la posibilidad de elegir uno de cuatro valores de referencia de presión, o sea BAJA, MEDIA, ALTA y RESERVA. Estos valores de referencia se pueden fijar dentro de -PC-11#1 del modo siguiente:

- BAJA, ajustable desde 10.2 a 112.2 kg/cm²(g) y ajustada nominalmente para 35 kg/cm²(g).
- MEDIA, ajustable desde 6.1 a 163.2 kg/cm²(g) y nominalmente ajustada para 80 kg/cm²(g).
- ALTA, ajustable desde 112.2. a 214.1 kg/cm²(g) y nominalmente ajustada para 170 kg/cm²(g).
- RESERVA, ajustable desde 0 a 224.3 kg/cm²(g) y nominalmente ajustada para 170 kg/cm²(g).

La luz AUTODEMANDA dice cual valor de referencia está siendo pedido por la computadora de control de la máquina de recambio. El VALOR DE REFERENCIA ACTIVO dice cuál punto de ajuste está conectado en -PC-11#1. El interruptor de SELECCION MANUAL permite elegir manualmente un valor de referencia para imponerse sobre (override) la AUTODEMANDA. Con este interruptor en NO (OFF), la AUTODEMANDA es enviada directamente a -PC-11#1 pero si el interruptor está en cualquier otra posición, a todas las AUTODEMANDAS se les interrumpen los circuitos, y el pedido manual elegido queda disponible para ser enviado a -PC-11#1 accionando el interruptor ACTIVACION DE SELECCION MANUAL de retorno a resorte. Una memoria en -PC-11#1 elimina la necesidad de tener una señal de ajuste constante suministrada a -PC-11#1.

- 15 -

El resto de los dispositivos de la consola se relacionan en forma exclusiva con las válvulas de control. Las que se refieren a la válvula de derivación de carga son similares a las de la válvula de serie, de manera que solamente describiremos esta última.

Los controles manuales y automáticos, -PC-11#1 y -PC-11#2, generan cada uno una señal de salida independiente destinada para usarla en el posicionamiento de la válvula de serie de control -PCV-11#1. Las mediciones de estas señales son dadas por los medidores de PEDIDO DE POSICION DE VALVULA DE SERIE (SERIES VALVE POSITION DEMAND) marcada AUTO y MAN. Los medidores están dispuestos uno al lado del otro, de manera que los dos pedidos pueden compararse simultáneamente. Una luz indicadora que está encima de cada medidor, muestra cual de las dos señales ha sido elegida para el control real de la válvula, efectuándose la elección mediante el interruptor selector VALVULA DE SERIE - AUTO/MAN. Cuando se pasa de AUTO a MAN, o viceversa, las dos señales de pedido de posición tienen que ser equiparadas con precisión si se quiere lograr una buena transferencia sin golpes. Para mejor ayuda, se han provisto luces indicadoras especiales que complementan los medidores de pedido de posición. Si la señal manual se encontrara 0.5% más elevada que la señal de auto, se enciende la luz MAS ALTA (HIGHER); si fuera inferior en un monto similar, se enciende la luz más baja (LOWER); si los pedidos se igualan dentro de $\pm 5\%$, ambas luces permanecen apagadas. (Estas luces eliminan la necesidad de una calibración precisa de ambos medidores). El pedido de posición manual se fija mediante el control de VALOR DE REFERENCIA DE PEDIDO MANUAL DE LA POSICION DE LA VALVULA DE SERIE (SERIES VALVE POSITION MANUAL DEMAND SETPOINT) que comprende, sencillamente, un potenciómetro con VALOR DE REFERENCIA de una sola vuelta. El controlador manual de la válvula, es decir -PC-11#2, responde a este valor de referencia mandando el pedido de posición de salida hacia el valor de referencia a poca velocidad, limitada a $\pm 0.5\%$ de carrera total por segundo; por tal motivo, el valor de referencia elegido puede ser cambiado en cualquier cantidad y a cualquier régimen sin provocar ninguna perturbación repentina y severa en la presión controlada. Cuando se desean cambios rápidos en cualquier cantidad y a cualquier régimen sin provocar ninguna perturbación repentina y severa en la presión controlada. Cuando se desean cambios rápidos en el pedido de posición de válvula, se los puede lograr mediante el interruptor de retorno a resorte de ACCION RAPIDA (FAST DRIVE). Este interruptor dará origen a carreras de válvula de nominalmente $\pm 5\%$ de carrera total por segundo en las posiciones fuera de centro.

- 16 -

Cuando se emplea el interruptor de ACCION RAPIDA, por ejemplo, para alinear la posición MAN de la válvula con la de pedido AUTO (como sería el caso al transferir de control AUTO a MANUAL), deberá reajustarse también inmediatamente el VALOR DE REFERENCIA para que concuerde con la nueva demanda de posición. Las luces indicadoras de VALOR DE REFERENCIA VS REAL, simplifican la operación. Si el VALOR DE REFERENCIA se encuentra demasiado alto en más de 0.5% se enciende la luz de MAS ALTO; si el VALOR DE REFERENCIA está más bajo en 0.5% de la escala total, se enciende la luz MAS BAJO; y si el valor de referencia está adentro de $\pm 5\%$ de la escala total de la posición balanceada, ambas luces quedan apagadas. De tal modo, el valor de referencia se puede reajustar en la dirección que corresponda hasta que las dos luces se apagan. (Aunque el medidor de pedido de posición MAN es una buena indicación del equilibrio aproximado de la posición para el control de VALOR DE REFERENCIA, los errores de calibración entre la escala del medidor y la escala del VALOR DE REFERENCIA permiten deducir el equilibrio rápido y exacto que se puede lograr recurriendo a las luces indicadoras).

Como se dijo precedentemente, los componentes de la consola correspondientes a la válvula de derivación son similares, y están ubicados en el mismo panel que las de la válvula de serie.

3.4.5.5 Subpanel del Sistema de Control de la Presión del Suministro de D₂O Común de la M/R (-PL25AD)

El subpanel de consola de control, -PL25AD, se ha provisto para los componentes que son comunes a los sistemas (A) y (C). Este panel tiene un registrador de tres plumas para los tres transmisores de presión del sistema. Un interruptor de tres posiciones adyacente al registrador, permite que el mismo sea puesto en NO (OFF) en MAN (en la cual funciona constantemente) ó en AUTO, que es cuando se encuentra bajo control de la computadora de control de manejo de combustible. También tiene los componentes asociados con la VALVULA DE PURGA COMUN (COMMON BLEED VALVE), similares a los descritos precedentemente para la VALVULA DE SERIE. Finalmente, tiene también un juego de luces indicadoras, marcadas CONECTADO AL CONTROLADOR (A) - - (C). Aunque los dos controladores (A) y (C) incluyen medios para regular la presión de colector común mediante el control de la válvula de purga común, solamente uno puede hacer el control en determinado momento. La elección se realiza conectando el enchufe del cable de puente 63526-JP473 sea a 63526-JS473 (A o a 63526-JS473(C); las luces indicadoras relacionadas del panel de consola señalan la elección hecha.

3.4.6 Control del Nivel del Tanque de Recolección de Drenaje y Fugas

Los circuitos de nivel 63526-L-101 y L-102 regulan la descarga o el vaciado de los tanques 3526-TK5 y -TK6 que se han provisto para recolectar el D₂O que pueda fugarse o resultar drenado del sistema de suministro de D₂O. Cada tanque está provisto con un detector de nivel, una válvula de corte operada neumáticamente y una válvula solenoide, como se dijo en la Sección 3.2.6.

Cada detector de nivel contiene tres sondas de nivel de líquido activadas por conductancia para control de nivel bajo, de nivel alto y para alarma de nivel alto. Las sondas están conectadas a transmisores de nivel, que a su vez controlan el funcionamiento de la válvula solenoide, la válvula de corte operada neumáticamente y la señal de alarma.

4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Se requiere que el sistema de D₂O provea caudal y presión en forma independiente para cada máquina de recambio de combustible, con los siguientes valores:

<u>CAUDAL</u> l/min.	a	<u>PRESION</u> Kg/cm ²
10		
90		35
		BAJA
10		
90		80
160		MEDIA
10		
90		170
160		ALTA

- 18 -

Normalmente, solo está funcionando una de las dos bombas P1 y P2, aunque la válvula de purga PCV-11 está dimensionada para abarcar el flujo combinado de ambas bombas, es decir, durante una transferencia de servicio de una bomba a la otra, o durante operaciones que involucren un flujo anormalmente elevado.

Las bombas son totalmente herméticas y los motores de ellas son herméticos al agua, para asegurar que sigan funcionando por lo menos 2 horas si se los sumerge en agua, como podría ocurrir en caso de una anegación debido al funcionamiento del sistema de rociado o por accidente de pérdida de refrigerante. De tal manera se mantendrá un adecuado suministro de D₂O para llevar las máquinas de recambio de combustible a un estado de seguridad y mantener el enfriamiento del combustible agotado que pueda encontrarse dentro de la máquina en ese momento.

Véanse las Secciones 3.4.5.4 y 3.4.5.5, donde figura una descripción detallada de los aspectos funcionales del sistema.

5.0 CUESTIONARIO DE REVISION

- 5.1 ¿Cuáles son los requerimientos del Sistema de Suministro de D₂O ?
- 5.2 ¿De dónde se obtiene el D₂O ?
- 5.3 ¿Cuáles son las características de las Bombas de Suministro de D₂O ?
- 5.4 ¿Porqué los amortiguadores de pulsación se encuentran antes y después de las bombas de suministro ?
- 5.5 ¿Cuáles son las funciones de los enfriadores HX1 y HX2 ?
- 5.6 ¿Qué les sucedería a las bombas de suministro si se anegara la sala ?
- 5.7 ¿Cómo funcionan los tanques TK5 y TK6 ?
- 5.8 ¿En qué parte del sistema se toma la temperatura ?

- 5.9 ¿ Porqué la señal de arranque del motor tiene una demora ?
- 5.10 ¿ Cuántos valores de referencia tiene el sistema de control de presión ?
- 5.11 ¿ Porqué hay un control en la válvula de purga del sistema ?

6.0 REFERENCIAS

Manuales

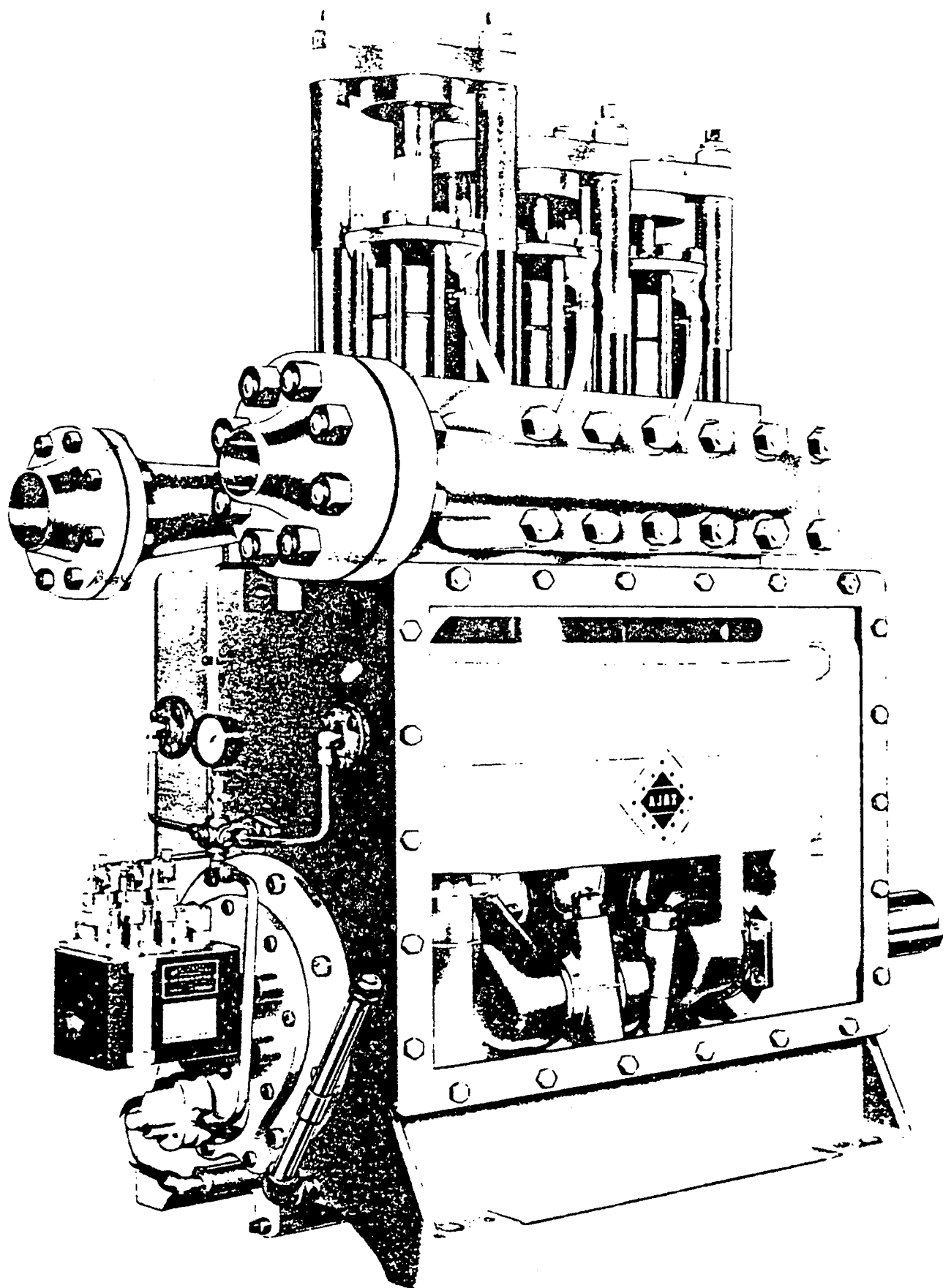
- | | |
|------------------|--|
| DS-18-35260-22-1 | Especificación de Diseño, Córdoba - Sistema de Suministro de D ₂ O a la Máquina de Recambio de Combustible, Requerimientos de Diseño. |
| DS-XX-35260-23-1 | Especificación de Diseño, 600 MWe - Sistema de Suministro de D ₂ O de la M/R |
| DS-XX-63526-23-1 | Especificación de Diseño, 600 MWe - Sistema de Suministro de D ₂ O a la M/R, Instrumentación y Control. |

Planos

- | | |
|-------------------|--|
| 18-35260-1-1-FS-E | Sistema de Suministro de D ₂ O a la M/R |
| 18-35260-1-2-FS-E | |
| 18-35260-1-1-DF-E | Suministro de D ₂ O a la M/R |

A B R E V I A T U R A S

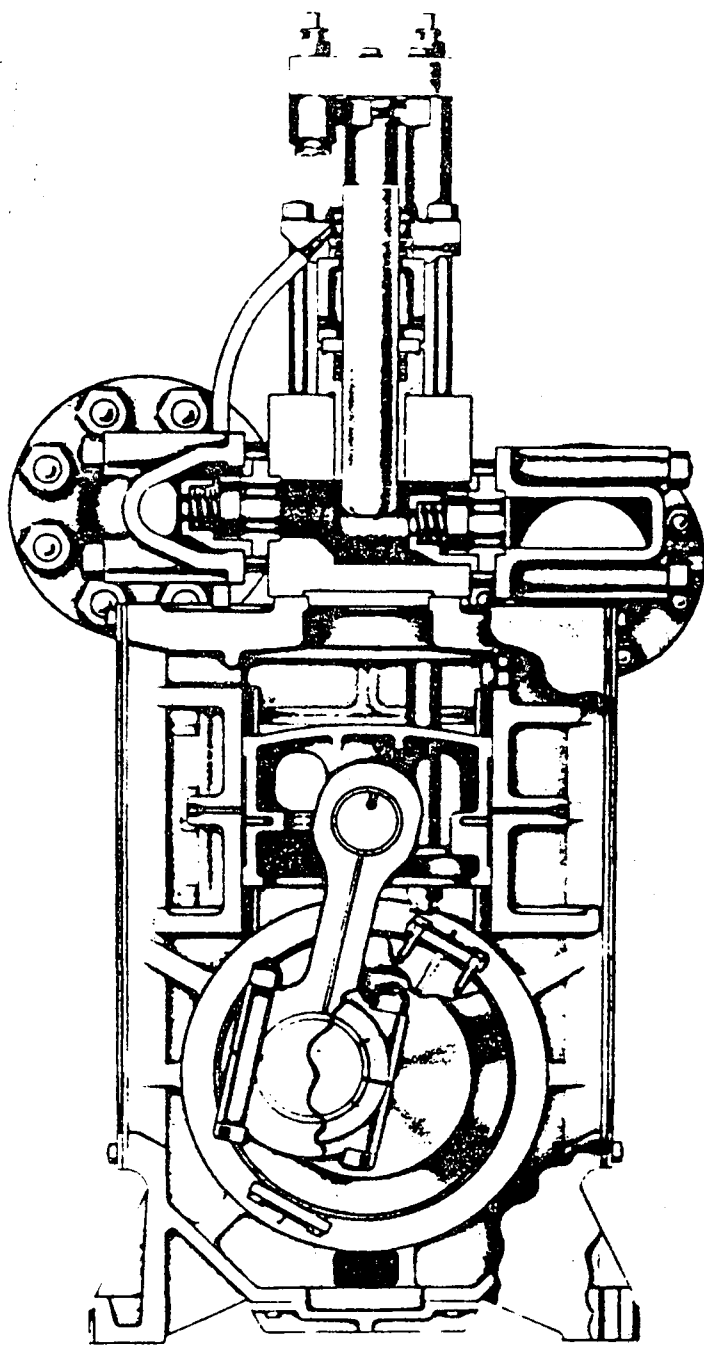
- | | |
|------|---|
| CCM | - Centro de Control de Motores |
| CDY | - Computadora Digital "Y" |
| DTR | - Detector de Temperatura por Resistencia |
| M/R | - Máquina de Recambio |
| SPTC | - Sistema Primario de Transporte de Calor |



BOMBA TRIPLEX

TM 35260

FIGURA 1

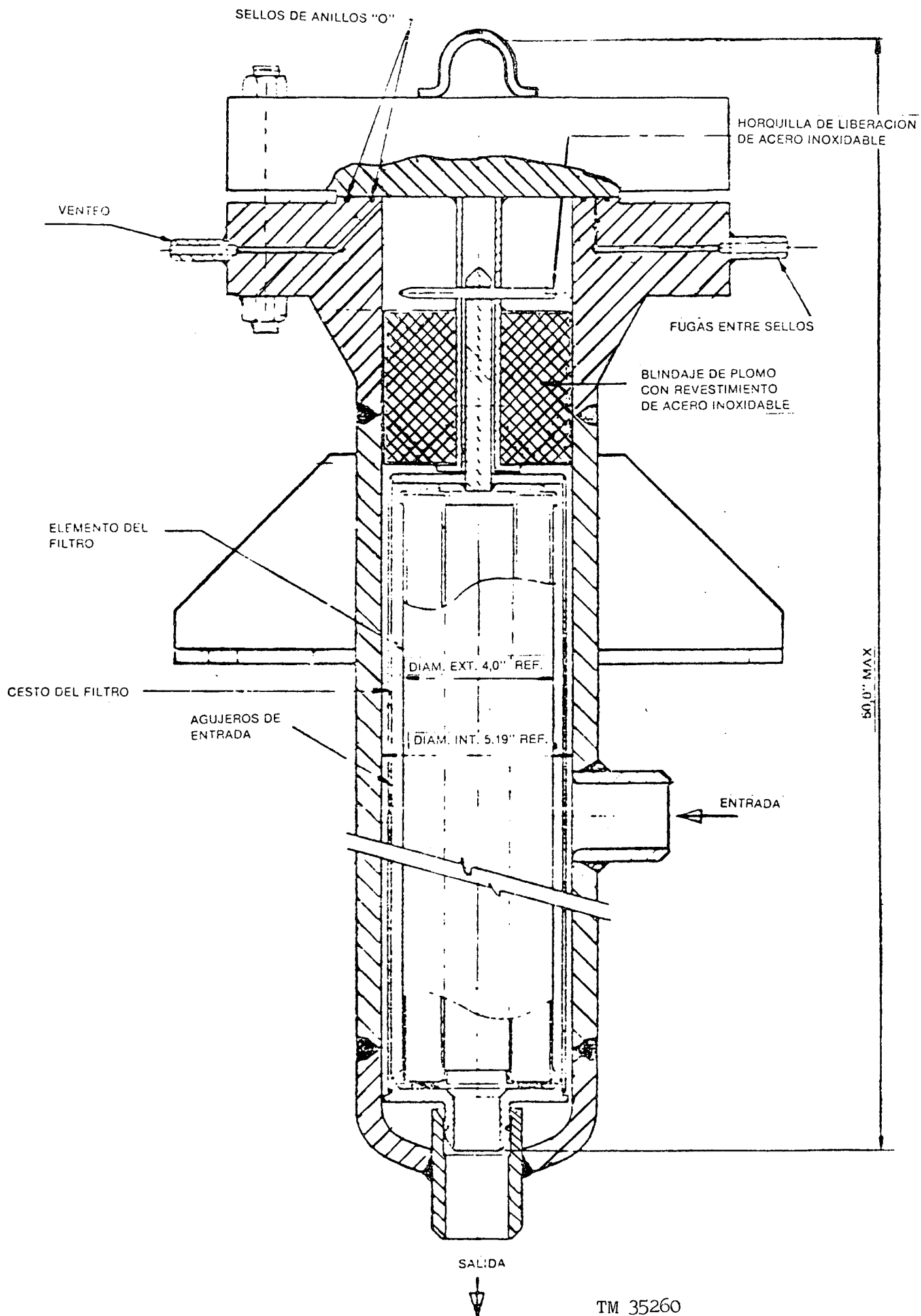


BOMBA TRIPLEX

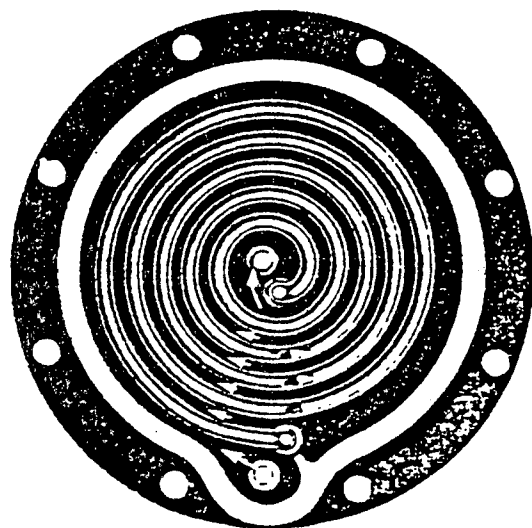
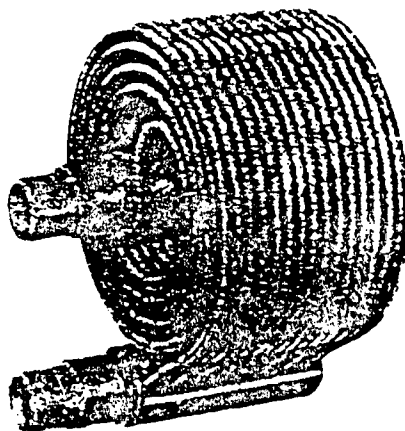
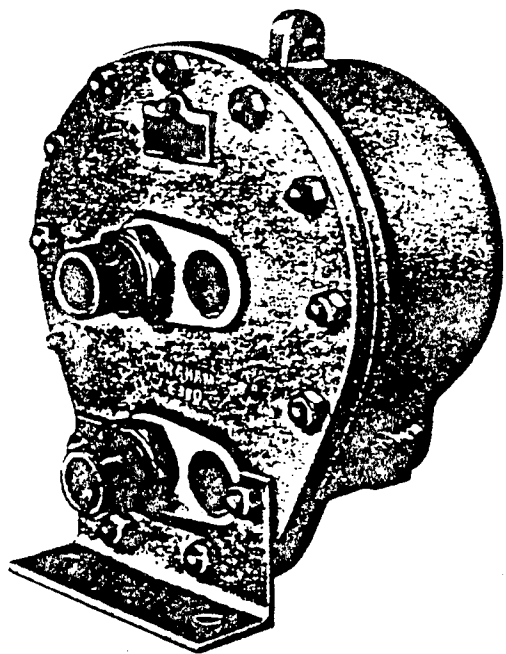
VISTA DE EXTREMO EN CORTE

TM 35260

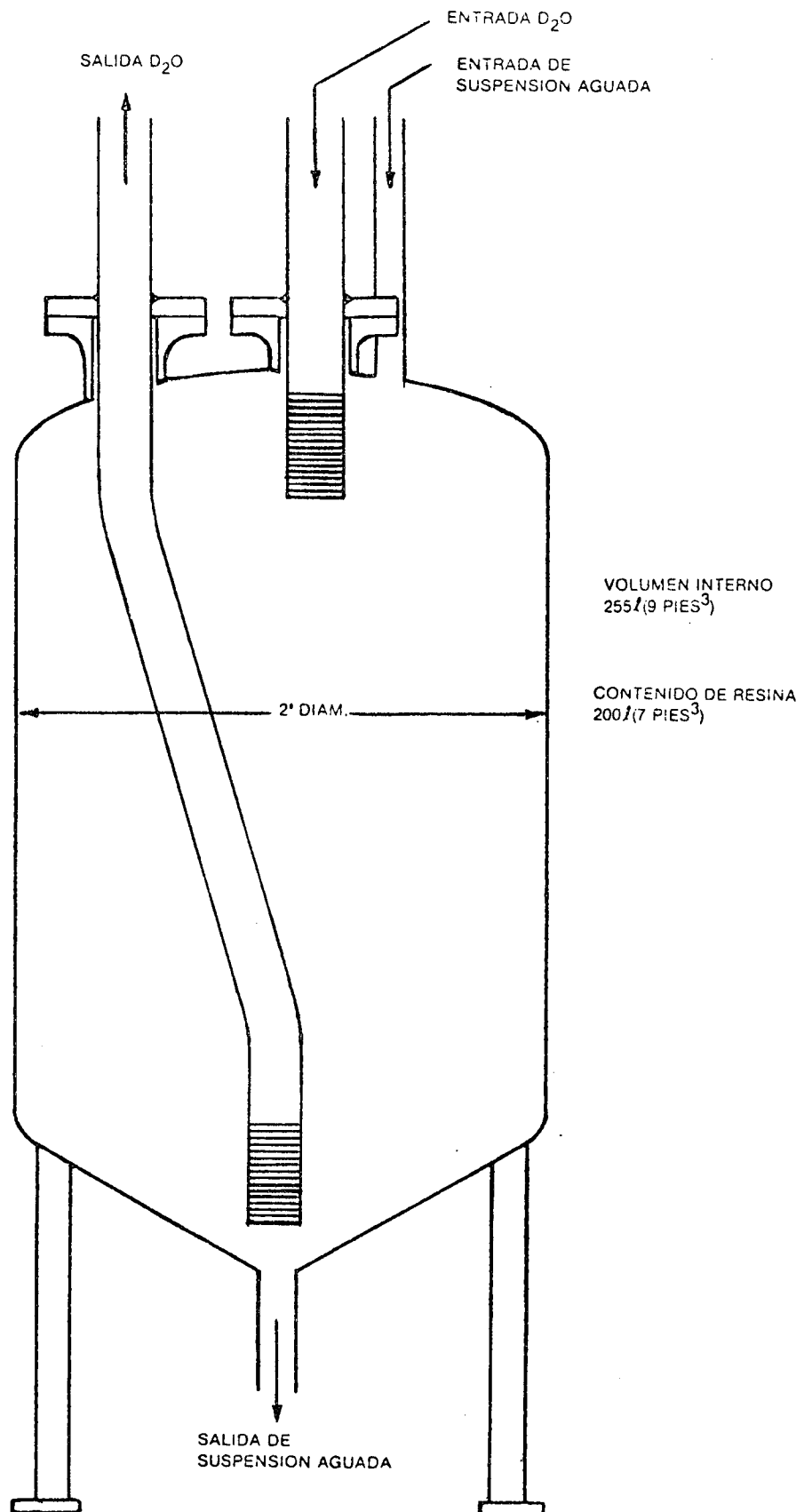
FIGURA 2



TM 35260
FIGURA 3 FILTRO

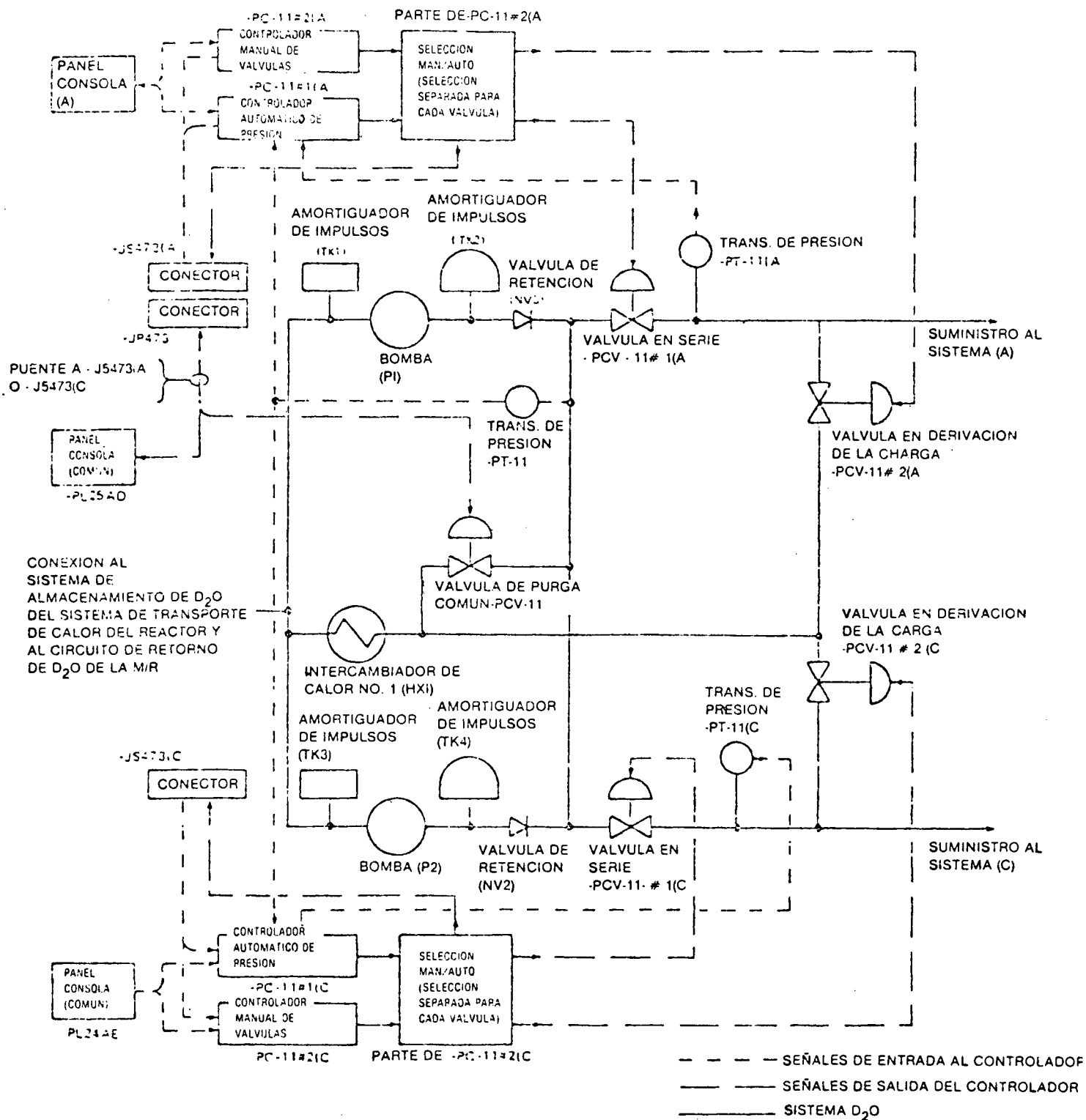


ENFRIADOR

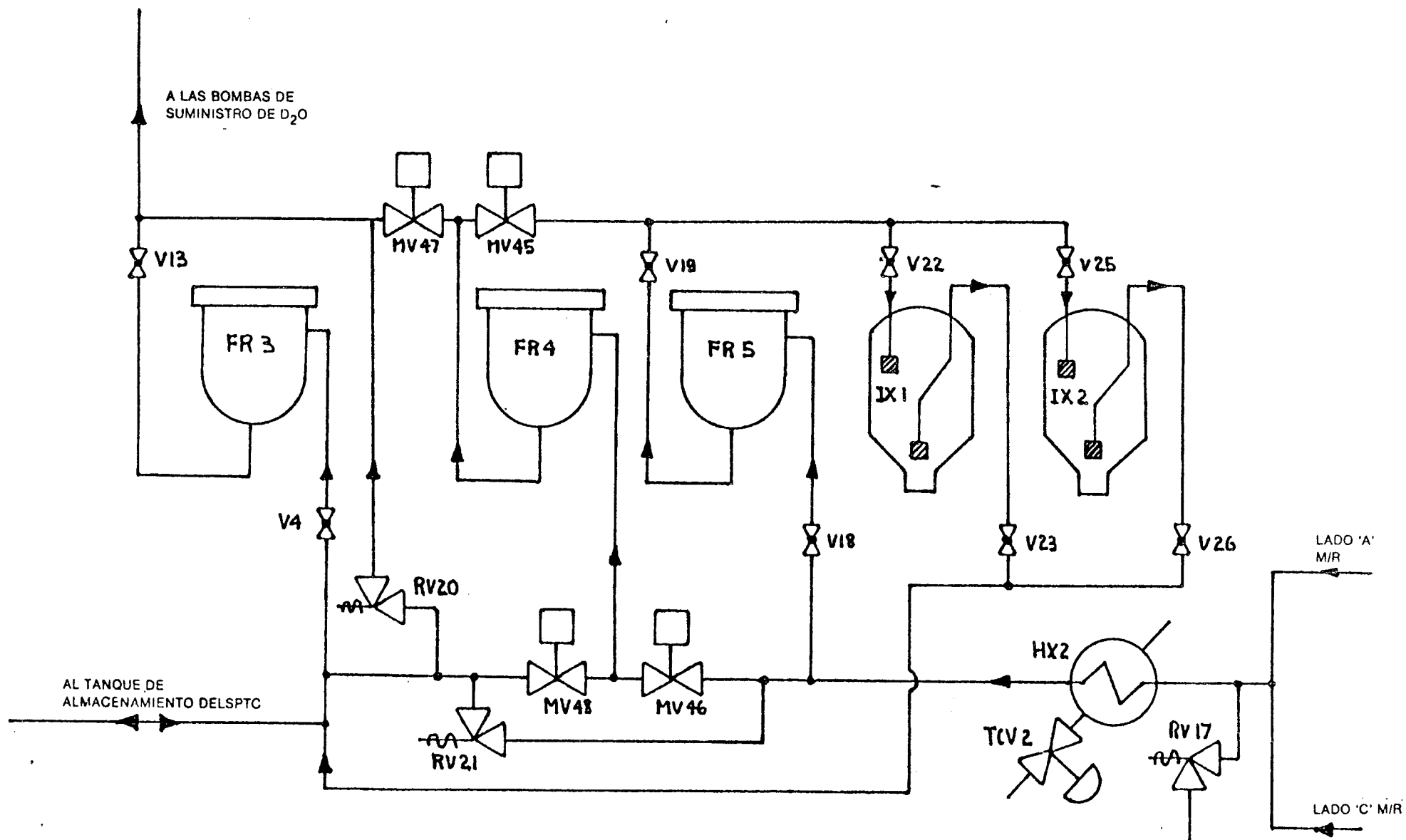


TM 35260

FIGURA 5 COLUMNA DE INTERCAMBIO DE IONES



CONTROL DE PRESION DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE D₂O DE LA M/R



TM 35260

FIGURA 7 CIRCUITO DE RETORNO DE D₂O