

6
2ij



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON

**MODELADO DE LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA
DEL ROCIO DEL NUCLEO A ALTA Y BAJA PRESION
DEL REACTOR DE LAGUNA VERDE**

T E S I S

VICTOR E. DOMINGUEZ FLORES

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

1 9 8 6



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS HPCS Y LPCS	3
1.1 Sistema rocío del núcleo a alta presión	3
1.2 Sistema rocío del núcleo a baja presión	21
CAPITULO 2 SIMPLIFICACIONES Y SUPOSICIONES	36
2.1 Simplificaciones del sistema HPCS	36
2.2 Suposiciones del sistema HPCS	39
2.3 Simplificaciones del sistema LPCS	40
2.4 Suposiciones del sistema LPCS	42
CAPITULO 3 FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO	43
3.1 Causalidad	43
3.1.1 Causalidad del modelo HPCS	44
3.1.2 Causalidad del modelo LPCS	46
3.2 Ecuaciones	48
3.2.1 Ecuaciones del modelo HPCS	48
3.2.2 Ecuaciones del modelo LPCS	59
3.3 Parámetros	63
3.3.1 Parámetros del modelo HPCS	63
3.3.2 Parámetros del modulo LPCS	72
CAPITULO 4 PROGRAMACION	79
4.1 Programación del modelo HPCS	79
4.2 Programación del modelo LPCS	110
CAPITULO 5 VALIDACION	129
5.1 Validación del modelo HPCS	131
5.2 Validación del modelo LPCS	150

CONCLUSIONES	163
BIBLIOGRAFIA	165
APENDICES	
Apéndice 1 Claves de variables utilizadas en la interacción de los diagramas de causalidad.	166
Apéndice 2 Nomenclatura para la formulación de los modelos HPCS y LPCS.	167
Apéndice 3 Variables fortran de los modelos HPCS y LPCS.	169
Apéndice 4 Simbología.	184

INTRODUCCION

En el presente trabajo se desarrollan los modelos de los sistemas rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión de una planta nucleoelectrónica BWR(*).

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo de los sistemas rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión para ser integrados al simulador para entrenamiento de operadores de la planta nucleoelectrónica Laguna Verde, que se está construyendo en el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

En forma general puede decirse que una planta BWR es una fuente generadora de energía eléctrica formada por un reactor que utiliza uranio enriquecido como combustible y agua ligera como moderador y enfriador. La principal característica de este tipo de reactor es que en la vasija se genera el vapor para accionar el turbogenerador. Este sigue un circuito cerrado, ya que al pasar por la turbina es recuperado en el condensador, donde se condensa para poderse retornar nuevamente como agua de alimentación a la vasija del reactor.

Una planta nucleoelectrónica como su nombre lo dice, emplea combustible nuclear, el cual es un elemento delicado en su manejo, por lo que son construidas con sistemas de seguridad para protección de la comunidad y de la planta misma, en caso de suceder un accidente. La planta cuenta con los sistemas contención primaria y contención secundaria que son envolventes construidas de concreto armado, con el propósito de evitar liberaciones radioactivas al exterior, además de proteger a los sistemas que la componen de agentes externos.

Para protección e irregularidad del funcionamiento del reactor nuclear, la planta cuenta con sistemas de emergencia para enfriamiento del núcleo, estos son: rocío del núcleo a alta presión (HPCS), rocío del núcleo a baja presión (LPCS), inyección de refrigerante a baja presión (LPCI) y el de depresurización automática (ADS). La función del HPCS y LPCS es depresurizar la vasija inyectando agua a alta presión y a baja presión respectivamente, en forma de rocío en la parte superior del combustible para controlar la reacción nuclear, la del LPCI es inyectar agua al interior del núcleo para inundarlo y el ADS desalojar vapor de la vasija del reactor en caso de que el HPCS no depresurice la vasija, permitiendo a los sistemas LPCS ó LPCI que operan a baja presión, puedan inyectar agua al reactor.

* Abreviatura por sus siglas en idioma inglés

El desarrollo del modelo de los sistemas de rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión está formado por los siguientes capítulos: Descripción de los Sistemas, Simplificaciones y Suposiciones, Formulación del Modelo Matemático, Programación de los Modelos y último Validación. Enseguida se presentan las conclusiones obtenidas en el desarrollo del trabajo.

El trabajo contiene cuatro apéndices, los dos primeros presentan la clave y nomenclatura de las variables utilizadas para la formulación de los modelos matemáticos, el tercero la nomenclatura de las variables utilizadas en la programación de los mismos y el cuarto la simbología de los componentes de los diagramas que representan a los sistemas.

Antecedentes

La necesidad de entrenar operadores para un eficiente manejo de plantas generadores de energía, ha hecho que el hombre busque formas de solucionarlo. Una de las soluciones para este problema ha sido la aplicación de computadoras, herramienta útil en la actualidad para las diferentes áreas de desarrollo tecnológico.

Anteriormente era difícil aceptar el desarrollo de un simulador que permitiera con eficiencia incorporarse en la capacitación de personal, ya que no se contaba con computadoras con capacidad y tipo de memoria, como sucede hoy en día.

El primer simulador para adiestramiento de operadores de una central eléctrica, fué desarrollado por la empresa Mitsubishi al construir la central termoeléctrica "Yosuka", en Japón. En 1968, General Electric construye un simulador para la central nucleoelectrica "Dresden II" del tipo BWR. Hasta entonces en diferentes países del mundo se han seguido construyendo simuladores.

En el año de 1983 se instala en Valle de Bravo, Edo. de México, el simulador de la unidad No.1 de la planta termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos" de Tula Hidalgo, siendo el primer simulador que se construye en México. Dicho simulador se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Eléctricas, el cual se encuentra trabajando tiempo completo y con resultados satisfactorios para el entrenamiento de operadores de la Comisión Federal de Electricidad. Por los resultados obtenidos C.F.E. designó al I.I.E. la construcción del simulador de la unidad No.1 de la central nucleoelectrica Laguna Verde, ubicada en el Edo. de Veracruz.

1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS HPCS Y LPCS

En el presente capítulo se describen las partes que integran los sistemas de rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión y se definen sus modos de operación.

Los sistemas rocío del núcleo a alta presión y baja presión tienen como función principal inyectar agua al reactor para enfriar las barras de combustible en caso de un accidente por pérdida de refrigerante.

1.1 SISTEMA ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION

1.1.1 DESCRIPCION Y FUNCION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA HPCS

Esta sección presenta los componentes principales que integran el sistema HPCS y describe la función de cada uno. La figura 1 muestra un esquema del sistema.

El sistema rocío del núcleo a alta presión se compone de:

- 1 Líneas de succión del sistema.
- 2 Línea de llenado.
- 3 Línea de descarga al reactor.
- 4 Línea de flujo mínimo.
- 5 Líneas de prueba del sistema.
- 6 Bomba principal.
- 7 Bomba de llenado.
- 8 Tanque de almacenamiento de condensado(TAC).
- 9 Accesorios e
- 10 Instrumentación.

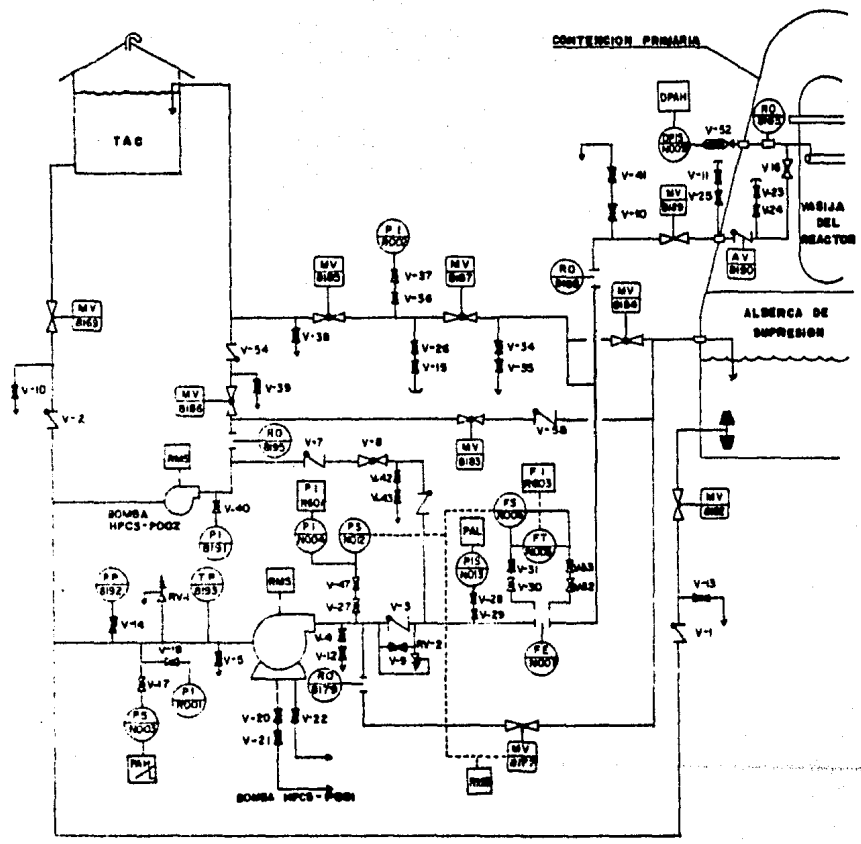


Figura: I SISTEMA ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION .

1.1.1.1 LINEAS DE SUCCION DEL SISTEMA

El sistema HPCS cuenta con dos líneas de succión para su abastecimiento, una del tanque de almacenamiento de condensado y la otra de la alberca de supresión.

Ya que la finalidad del sistema es inyectar agua al interior del reactor en caso de un accidente por pérdida de refrigerante, succiona agua desmineralizada del TAC por medio de la válvula MV-8169. La línea de succión de la alberca de supresión cuenta con la válvula MV-8182 la cual abre automáticamente al haber bajo nivel de agua en el TAC. Una vez abierta totalmente la válvula MV-8182, la válvula MV-8169 cierra automáticamente para evitar el vaciado de la alberca de supresión y la entrada de aire al sistema. (ver la figura 1)

1.1.1.2 LINEA DE LLENADO

La línea de llenado se deriva de la línea de succión del TAC, y se conecta en la línea de descarga al reactor. Esta tiene como función principal, permitir a la bomba de llenado mantener llena y presurizada la línea de descarga al reactor. Para recircular el agua a través de la bomba de llenado, la línea cuenta con una derivación, la cual se divide, permitiendo a la bomba descargar al TAC o a la alberca de supresión por medio de las válvulas MV-8186 y MV-8183 respectivamente, dependiendo de donde es la succión del sistema.

1.1.1.3 LINEA DE DESCARGA AL REACTOR

La línea de descarga al reactor, permite al sistema inyectar agua al interior de la vasija por medio de la bomba principal HPCS-P001. Esta línea inicia en la unión de las líneas de succión y termina en el tubo rociador del sistema. (ver la figura 1)

1.1.1.4 LINEA DE FLUJO MINIMO

La línea de flujo mínimo tiene por objeto permitir que el flujo a través de la bomba principal fluya a la alberca de supresión, durante condiciones de bajo flujo en la línea de descarga al reactor.

1.1.1.5 LINEAS DE PRUEBA DEL SISTEMA

El sistema cuenta con dos líneas de prueba, una al tanque de almacenamiento de condensado y otra a la alberca de supresión.

La línea de prueba al TAC es utilizada para verificar la operación del sistema, en caso de encontrarse la central en operación normal. Principalmente se utiliza para verificar el comportamiento de la bomba principal en sus diferentes condiciones de carga.

La línea de prueba a la alberca de supresión es utilizada al igual que la línea de prueba al TAC. En este caso, la diferencia es que la central no esta en operación.

1.1.1.6 BOMBA PRINCIPAL

La función de la bomba principal HPCS-P001 es proporcionar agua a alta presión en la parte superior del núcleo del reactor, por medio del tubo rociador, al presentarse una señal de alta presión en el pozo seco o un bajo nivel en la vasija de reactor.

La bomba principal es una bomba centrífuga vertical de 15 etapas, con potencia nominal de 2250 HP, velocidad angular de 1750 rpm, con capacidad del 100 %, su valor de flujo nominal es de 4150 GPM a 80 Kg/cm², su NPSH requerido es de 3.5 m a 5000 GPM. Tiene acoplado un motor eléctrico de inducción de 1678 Kw, trifásico, con frecuencia de 60 Hz, con un voltaje de alimentación de 4160 volts, velocidad angular nominal de 1800 rpm y de 4 polos.

1.1.1.7 BOMBA DE LLENADO

La bomba de llenado HPCS-P002 tiene como finalidad mantener llena y presurizada a 4.6 Kg/cm² la línea de descarga al reactor.

La bomba de llenado es una bomba centrífuga horizontal de una sola etapa, potencia de 7.5 HP, 3500 rpm y valor de flujo nominal de 10 GPM a 45.7 m TDH. Tiene acoplado un motor eléctrico de inducción de 5.6 Kw, trifásico, 60 Hz, 460 volts y de 2 polos.

1.1.1.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADO

El tanque de almacenamiento de condensado tiene la función de almacenar agua desmineralizada para ser utilizada por el sistema HPCS. Primeramente el tanque proporciona agua al sistema para su llenado y venteo, posteriormente para prueba del mismo si se encuentra en operación normal la central y por último para que el sistema pueda inyectar agua desmineralizada al interior de la vasija del reactor siempre y cuando se presente una señal de inicialización del sistema por pérdida de refrigerante.

1.1.1.9 ACCESORIOS DEL SISTEMA HPCS

El sistema en parte, esta compuesto de válvulas, restrictores de orificio, filtros de succión, elemento medidor de flujo, tubo rociador, etc., que se utilizan para cambiar el modo de operación. A continuación se definen los principales accesorios de que esta compuesto el sistema.

VALVULAS.

La tabla siguiente describe en forma resumida el tipo, función y operación de las válvulas del sistema rocío del núcleo a alta presión.

VALVULAS DEL SISTEMA HPCS

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
MV-8169	Coopuerta motorizada	Permitir a la bomba principal succionar del TAC o aislar el sistema del mismo.	Abre o cierra automáticamente dependiendo las condiciones en que se encuentre el sistema, puede ser operada desde la sala de control o desde su volante local.
MV-8182	Coopuerta motorizada	Permitir a la bomba principal succionar de la alberca de supresión.	Abre automáticamente al recibir una señal de bajo nivel de agua del TAC, puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.

VALVULAS DEL SISTEMA NPC5
Continuación

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
MV-8189	Compuerta motorizada	Permitir al sistema inyectar agua al reactor o aislarlo de la contención primaria.	Abre automáticamente al presentarse una señal de iniciación del sistema, puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8177	Compuerta motorizada	Desviar el flujo a la alberca de supresión durante condiciones de bajo flujo a la descarga de la bomba principal.	Abre y cierra automáticamente dependiendo las condiciones de flujo y presión de descarga de la bomba principal. Puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8187	Globo motorizada	Estrangular el flujo para prueba del sistema, en la línea de prueba al TAC.	Cierra automáticamente al presentarse una señal de iniciación del sistema si se encuentra abierta. Puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8185	Globo motorizada	Estrangular el flujo para prueba del sistema, en la línea de prueba al TAC.	Cierra automáticamente al presentarse una señal de iniciación del sistema si se encuentra abierta. Puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8184	Globo motorizada	Estrangular el flujo para prueba del sistema, en la línea de prueba a la alberca de supresión.	Cierra automáticamente al presentarse una señal de iniciación del sistema si se encuentra abierta. Puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8183	Compuerta motorizada	Permitir a la bomba de llenado descargar a la alberca de supresión.	Abre o cierra automáticamente, puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8186	Globo motorizada	Permitir a la bomba de llenado descargar al TAC.	Abre o cierra automáticamente, puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.

VALVULAS DEL SISTEMA HPCS

Continuación

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
AV-8190	No retorno con dispositivo de prueba	Evitar pérdidas de agua del reactor o fugas de productos radiactivos al exterior de la contención primaria.	La válvula abre cuando la presión del sistema es mayor que la presión de la vasija del reactor. Durante operación normal del reactor, puede ser probada al energizarla desde la sala de control.
V-16	Cooperata	Aislar al sistema para mantenimiento.	La válvula es operada manualmente. Cuenta con luces indicadoras de posición de apertura en la sala de control.
V-9	Cooperata	Desviar el flujo cuando la línea de descarga al reactor se llena inicialmente.	La válvula es operada manualmente. En operación normal del sistema permanece cerrada.
V-8	Globo	Aislar la línea de llenado de la línea de descarga al reactor.	La operación de la válvula es manual. Durante operación normal de la planta permanece abierta.
RV-1	Alivio	Proteger de sobrepresiones la línea de succión y componentes.	La válvula opera cuando la presión en succión de la bomba principal es mayor de 77.0 kg/cm ² y descarga al sistema de drenes de agua.
RV-2	Alivio	Proteger de sobrepresiones la línea de descarga de la bomba principal.	La válvula es ajustada para operar a una presión igual o mayor de 77.0 kg/cm ² .
V-10 y V-41	Globo	Venteo de la tubería del sistema.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.
V-20, V-21 y V-22	Globo	Venteo de la bomba principal.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.
V-11, V-15, V-23, V-24, V-25 y V-26	Globo	Conexión de prueba.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.

VALVULAS DEL SISTEMA HPCS
Continuación

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
V-14, V-17 V-18, V-27 V-28, V-29 V-30, V-31 V-32, V-33 V-36, V-37 V-40 y V-42	Globo	Aislar la instrumentación de medición del sistema.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen abiertas para operación de la instrumentación.
V-4, V-5 V-12, V-13 V-19, V-24 V-35, V-38 V-39, V-40 V-42, V-55 y V-56	Globo	Drenar el sistema.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.

RESTRICTORES DE ORIFICIO.

El sistema cuenta con los restrictores de orificio RO-8188, RO-8179 para proteger la tubería de la bomba principal y el restrictor de orificio RO-8195 para protección de la bomba de llenado. (ver la figura 1)

FILTRO DE SUCCION.

El filtro de succión ST-001 es utilizado por el sistema para succionar agua de la alberca de supresión, localizándose en la parte baja de la misma. (ver la figura 1)

Su objetivo es evitar el paso de partículas que podrían tapan el ciclón separador de la bomba principal y los orificios del tubo rociador.

TUBO ROCIADOR.

El tubo rociador del sistema se localiza dentro de la vasija del reactor, en la parte superior del ensamble de combustible del núcleo. Tiene por objeto inyectar el agua del sistema en forma de rocío, cubriendo por completo el ensamble del combustible.

1.1.1.10 INSTRUMENTACION

La tabla siguiente describe en forma resumida la función y rango de operación de la instrumentación del sistema rocío del núcleo a alta presión.

INSTRUMENTACION DEL SISTEMA MPC5

INSTRUMENTACION	FUNCION	DESCRIPCION
Indicador de presión PI-R601	Indicar la presión de descarga de la bomba principal.	Rango: 0-100 Kg/cm ² . Localización: sala de control
Indicador de flujo FI-R603	Indicar el flujo de descarga de la bomba principal.	Rango: 0-400 l/s. Localización: sala de control
Indicador de posición POI-R604	Indicar el porcentaje de apertura de la válvula MV-9185.	Rango: 0-100 % Localización: sala de control
Indicador de posición POI-R606	Indicar el porcentaje de apertura de la válvula MV-9187.	Rango: 0-100 % Localización: sala de control
Indicador de corriente eléctrica R616	Indicar el porcentaje del motor de la bomba principal.	Rango: 0-400 Amp. Localización: sala de control
Indicador de presión PI-R001	Indicar la presión de succión de la bomba principal.	Rango: 760 mm Hg Vac - 2 Kg/cm ² . Localización: tablero local
Indicador de presión PI-R004	Indicar la presión de descarga de la bomba principal.	Rango: 0-100 Kg/cm ² . Localización: tablero local
Interruptor indicador de presión PIS-R013	Indicar la presión de descarga de la bomba de llenado.	Rango: 0-7 Kg/cm ² . Localización: tablero local

INSTRUMENTACION DEL SISTEMA HPCS

Continuación

INSUMENTACION	FUNCION	DESCRIPCION
Indicador de presión PI-2902	Indicar la presión entre las dos válvulas MV-8185 y MV-8187.	Rango: 0-100 Kg/cm ² . Localización: tablero local
Interruptor indicador de presión diferencial PI5-R099	Indicar la presión diferencial que existe sobre la placa soporte del núcleo y la tubería que va al tubo rotador.	Rango: -1.5 a + 1.5 Kg/cm ² . Localización: tablero local
Indicador de presión PI-3191	Indicar la presión de descarga de la bomba de llenado.	Rango: 0-7 Kg/cm ² . Localización: Local a la descarga de la bomba de llenado
Interruptor de presión PS-8122	Activar una alarma en la sala de control, si la presión en la succión de bomba principal es mayor a 7 Kg/cm ² o es menor que 0.25 Kg/cm ² .	Localización: tablero local
Interruptor de presión PS-8012	Proporcionar señal de operación para control de la válvula MV-8177.	Localización: tablero local
Interruptor de flujo FS-8006	Proporcionar señal de operación para control de la válvula MV-8177.	Localización: tablero local
Transmisor de flujo FT-8025	Mandar señal al indicador de flujo FI-8603.	Rango: 0 - 400 l/s Localización: tablero local

1.1.2 MODOS DE OPERACION DEL SISTEMA HPCS

El sistema rocío del núcleo a alta presión puede funcionar en los siguientes modos de operación:

- 1.- Reserva.
- 2.- Prueba.
- 3.- Iniciación automática.

1.1.2.1 MODO DE RESERVA

La operación del sistema HPCS en modo de reserva (ver figura 2) consiste en mantener llena y presurizada la tubería de descarga al reactor con el objeto de evitar golpes de ariete y poder rociar agua al núcleo en el menor tiempo si se llegara a presentar una señal de iniciación automática(*). Durante este modo de operación las válvulas MV-8169, MV-8186 y V-16 permanecen abiertas. Las válvulas MV-8182, MV-8183, MV-8177, MV-8187, MV-8185, MV-8184, MV-8189 y AV-8190 permanecen cerradas. La de no retorno AV-8190 se mantiene cerrada debido a la presión ejercida por el reactor. La bomba de llenado debe estar funcionando para cumplir con los requerimientos del modo de operación, recirculando el agua al TAC.

1.1.2.2 MODOS DE PRUEBA

El sistema HPCS cuenta con dos modos de prueba, uno utilizando el TAC (ver figura 3) para cuando el reactor está en operación normal y el otro utilizando la alberca de supresión (ver figura 4) para cuando el reactor no está en operación.

* Señal de Iniciación Automática.- Señal que activa el sistema por alta presión en el pozo seco o por bajo nivel de agua en la vasija del reactor.

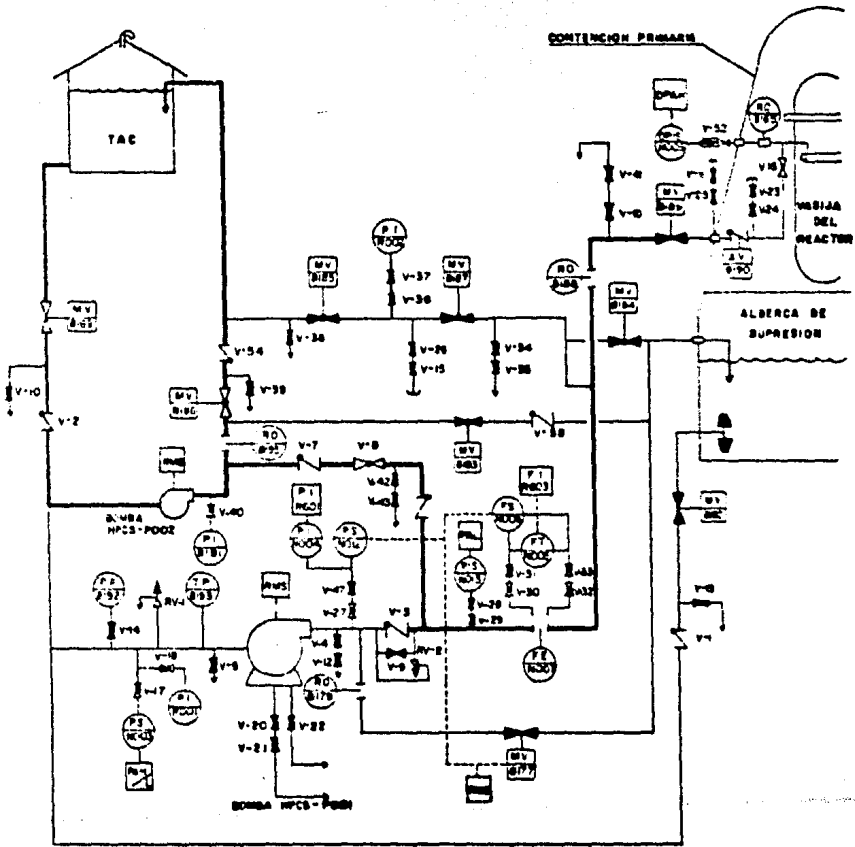


Figura: 2 MODO DE RESERVA DEL SISTEMA NPC3.

PRUEBA DEL SISTEMA UTILIZANDO EL TAC.

Para su realización es necesario verificar que la válvula MV-8169 esté abierta y la válvula MV-8182 esté cerrada. Una vez verificadas la posición de las válvulas se arranca manualmente* la bomba principal. Se abren las válvulas MV-8187 y MV-8185 a diferentes posiciones de apertura, para simular distintas presiones del reactor y verificar el comportamiento de la bomba.

Se checa que la válvula MV-8177 abra en el arranque de la bomba principal, cerrando ésta cuando la presión es menor que 8.4 Kg/cm² o el flujo másico sea mayor a 30 Kg/s en la descarga de la bomba. Las demás válvulas del sistema permanecen cerradas.

PRUEBA DEL SISTEMA UTILIZANDO LA ALBERCA DE SUPRESION.

Para esta prueba se verifica que la válvula MV-8182 esté abierta, la bomba de llenado mantenga a 4 Kg/cm² de presión la línea de descarga de la bomba principal y que la válvula MV-8169 esté cerrada. Una vez verificado lo anterior se arranca la bomba principal, se checa que la válvula MV-8177 abra. Se abre la válvula MV-8184 a diferentes posiciones de apertura, para simular las distintas presiones del reactor y verificar el comportamiento de la bomba. Se verifica que la válvula MV-8177 cierre cuando la presión es menor que 8.4 Kg/cm² o el flujo másico sea menor a 30 Kg/s en la descarga de la bomba. Las demás válvulas del sistema permanecen cerradas.

* La operación de los componentes en los diferentes modos de operación del sistema HPCS y LPCS se realiza desde la sala de control.

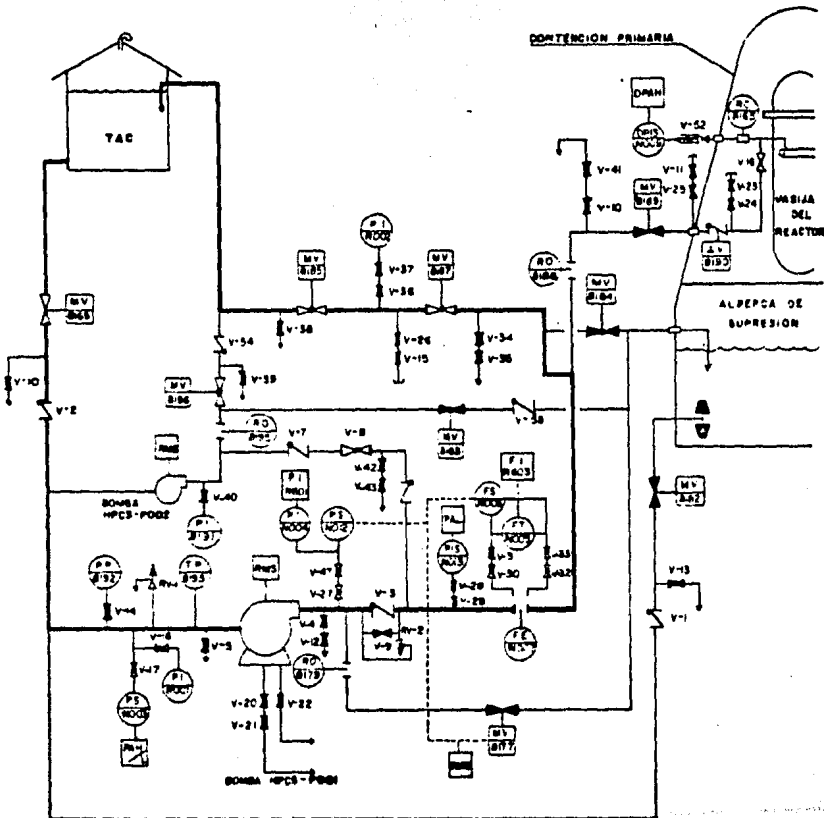


Figura: 3 MODO DE PRUEBA UTILIZANDO EL TAC DEL SISTEMA HP3S.

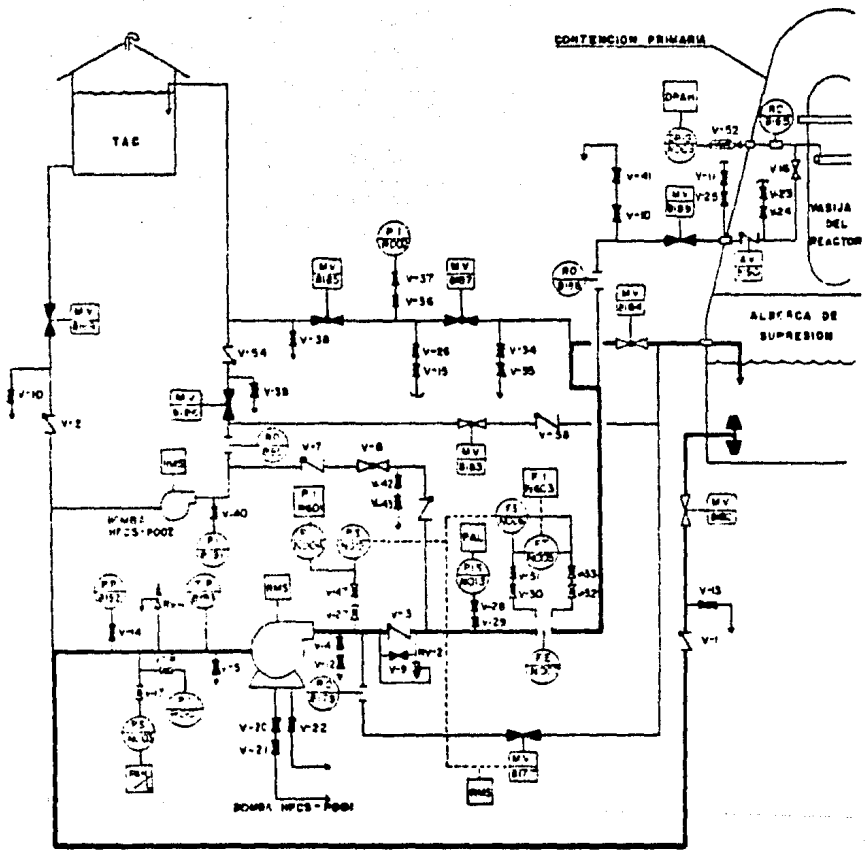


Figura: 4 MODO DE PRUEBA UTILIZANDO LA AS DEL SISTEMA HPCS.

1.1.2.3 MODO DE INICIACION AUTOMATICA

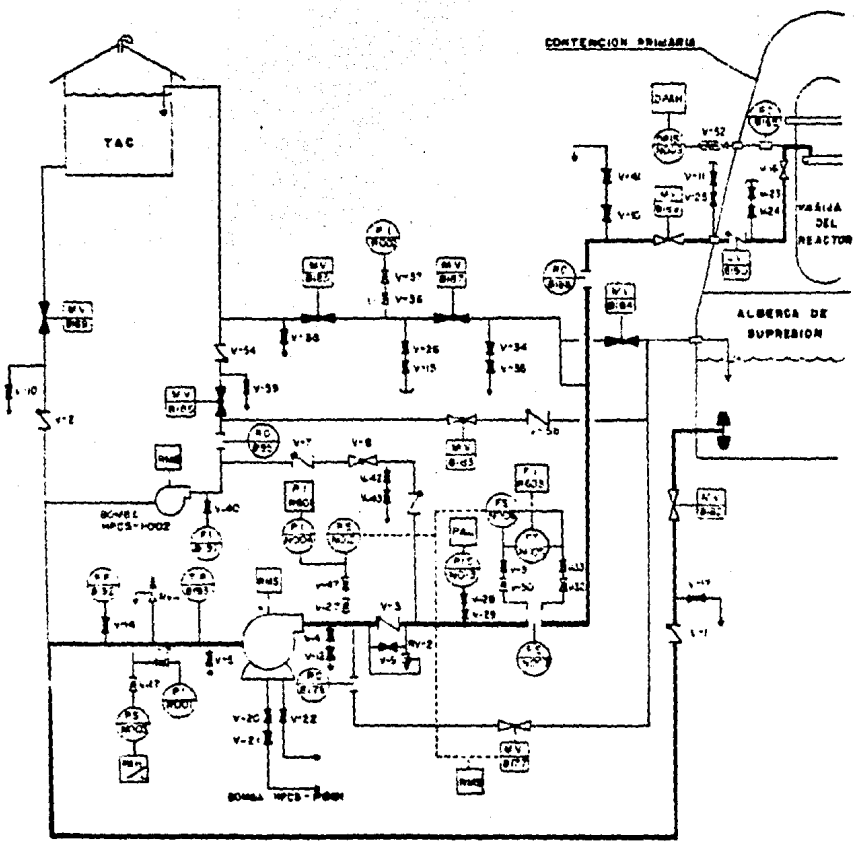
El sistema HPCS opera automáticamente al presentarse una señal de iniciación por alta presión en el pozo seco ($> 0.141 \text{ Kg/cm}^2$) o por bajo nivel de agua en la vasija del reactor (-91 cm). En éste caso al recibirse señal de iniciación del sistema, la bomba principal arranca. La válvula MV-8169 abre si está cerrada y no abre si la válvula MV-8182 está abierta, por lo general la válvula MV-8169 está abierta para que la bomba principal succione del TAC. (ver figura 5)

La válvula MV-8189 recibe señal de apertura. La válvula AV-8190 abrirá si la presión del sistema es mayor que la presión del reactor, para permitir el paso del flujo y ser inyectado en forma de rocío sobre el ensamble de combustible del núcleo por medio del tubo rociador.

Por otro lado si las válvula MV-8187 y MV-8185 para prueba al TAC o la válvula MV-8184 para prueba a la alberca de supresión estuvieran abiertas al presentarse la señal de iniciación del sistema, éstas cierran inmediatamente.

La válvula MV-8177 abre cuando arranca la bomba principal y cierra cuando la presión es menor que 8.4 Kg/cm^2 o el flujo másico es mayor a 30 Kg/s en la descarga de la bomba.

Si el nivel de agua en la vasija del reactor aumenta hasta alcanzar su nivel normal ($+150 \text{ cm}$) y la presión en el pozo seco es menor de 0.141 Kg/cm^2 , la válvula MV-8189 cierra y la válvula MV-8177 abre para descargar el flujo del sistema a la alberca de supresión. Si antes de cumplirse estos requerimientos el nivel en el TAC es bajo, la válvula MV-8182 abre y hasta que está totalmente abierta, cierra la válvula MV-8169, para pasar a ser la succión del sistema de la alberca de supresión. (ver figura 6)



Figuro: 6 MODO DE INICIACION AUTOMATICA DEL SISTEMA HPCS SUCCION DE LA AS .

1.2 SISTEMA ROCIO DEL NUCLEO A BAJA PRESION

1.2.1 DESCRIPCION Y FUNCION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA LPCS

Esta sección presenta los componentes principales que integran el sistema LPCS y describe la función de cada uno. La figura 7 muestra un esquema del sistema.

El sistema rocio del núcleo a alta presión se compone de:

- 1 Líneas de succión del sistema.
- 2 Línea de llenado.
- 3 Línea de descarga al reactor.
- 4 Línea de flujo mínimo.
- 5 Línea de prueba a la alberca de supresión.
- 6 Bomba principal.
- 7 Bomba de llenado.
- 8 Accesorios e
- 9 Instrumentación.

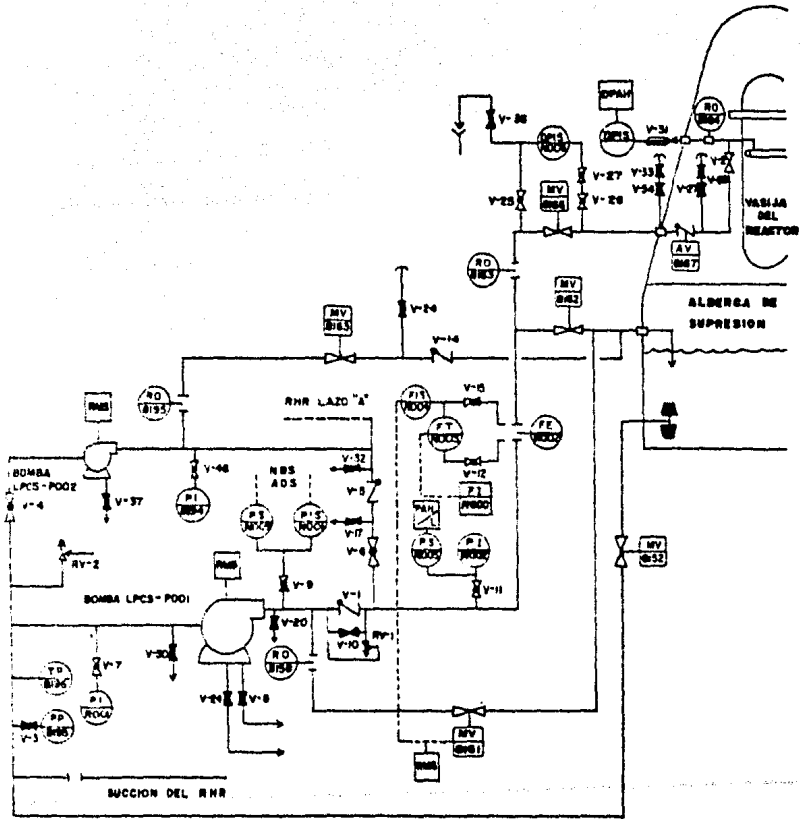


Figura: 7 SISTEMA ROCIO DEL NUCLEO A BAJA PRESION .

1.2.1.1 LINEAS DE SUCCION DEL SISTEMA

El sistema LPCS cuenta con dos líneas de succión, una de la alberca de supresión y la otra de la línea de succión del sistema remoción de calor residual.

La línea de succión de la alberca de supresión tiene por objeto permitir al sistema succionar agua de la alberca para cuando la central esta en operación normal. Para aislamiento de la línea se tiene la válvula MV-8152. (ver la figura 7)

El sistema cuenta con una conexión desde la línea de succión de la bomba principal del sistema de remoción de calor residual por medio de un carrete desmontable, la línea sólo se utiliza para probar el sistema cuando el reactor se encuentra apagado y despresurizado.

1.2.1.2 LINEA DE LLENADO

La línea de llenado se deriva de la línea de succión de la alberca de supresión y se conecta a la línea de descarga al reactor. La línea tiene como función permitir a la bomba de llenado mantener llena y presurizada la línea de descarga al reactor.

De la línea de llenado se deriva una línea para dividirse en dos, una para recirculación de la bomba de llenado a la alberca de supresión y la otra para conectarse a la línea de descarga al sistema de remoción de calor residual, como muestra la figura 7.

1.2.1.3 LINEA DE DESCARGA AL REACTOR

La línea de descarga al reactor, permite al sistema inyectar agua al interior de la vasiija por medio de la bomba principal LPCS-P001. Esta línea inicia en la descarga de la bomba principal y termina en el tubo rociador del sistema. (ver la figura 7)

1.2.1.4 LINEA DE FLUJO MINIMO

La línea de flujo mínimo tiene por objeto permitir que el flujo a través de la bomba principal fluya a la alberca de supresión, durante condiciones de bajo flujo en la línea de descarga al reactor.

1.2.1.5 LINEA DE PRUEBA A LA ALBERCA DE SUPRESION

La línea es utilizada para probar el flujo del sistema y verificar el comportamiento de la bomba principal, cuando el reactor se encuentra en operación normal.

1.2.1.6 BOMBA PRINCIPAL

La función de la bomba principal LPCS-P001 es proporcionar agua a baja presión en la parte superior del núcleo del reactor, por medio del tubo rociador, al presentarse una señal de alta presión en el pozo seco o un bajo nivel en la vasija de reactor.

La bomba principal es una bomba centrífuga vertical de 3 etapas, con potencia de 1250 HP, 1760 rpm, con capacidad del 100 %, valor de flujo nominal de 4560 GPM a 213 m TDH, su NPSH requerido es de 3.66 m. La bomba tiene acoplado un motor eléctrico de inducción de 945 Kw, trifásico, 60 Hz, 4160 volts, 1800 rpm y 4 polos.

1.2.1.7 BOMBA DE LLENADO

La bomba de llenado LPCS-P002 tiene como finalidad succionar agua de la alberca de supresión para mantener llena y presurizada a 4.6 Kg/cm² la línea de descarga al reactor.

La bomba de llenado es una bomba centrífuga horizontal de una sola etapa, con potencia de 7.5 HP, 3500 rpm y valor de flujo nominal de 10 GPM a 45 m TDH. Tiene acoplado un motor eléctrico de inducción de 5.6 Kw, trifásico, 60 Hz, 460 volts, 3500 rpm y 2 polos.

1.2.1.8 ACCESORIOS DEL SISTEMA LPCS

El sistema en parte, esta compuesto de válvulas, restrictores de orificio, filtros de succión, elemento medidor de flujo, tubo rociador, etc., para funcionar en sus diferentes modos de operación. A continuación se definen los principales accesorios de que esta compuesto el sistema.

VALVULAS.

La tabla siguiente describe en forma resumida el tipo, función y operación de las válvulas del sistema rocío del núcleo a baja presión.

VALVULAS DEL SISTEMA LPCS

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
MV-8152	Compuerta autorizada	Permite a la bomba principal succionar de la alberca de supresión o aislar al sistema.	La válvula es operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante manual.
MV-8156	Compuerta autorizada	Permitir inyectar agua al reactor o aislar al sistema de la contención primaria.	Abre automáticamente al presentarse una señal de iniciación del sistema, puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8161	Compuerta autorizada	Desviar el flujo a la alberca de supresión en condiciones de bajo flujo de la línea de descarga al reactor.	Abre y cierra automáticamente dependiendo las condiciones de flujo en la descarga de la bomba principal. Puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.
MV-8162	Globo motorizada	Estrangular el flujo para prueba del sistema, en la tubería de prueba a la alberca de supresión.	Cierra automáticamente al presentarse una señal de iniciación del sistema si se encuentra abierta. Puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su local volante.

VALVULAS DEL SISTEMA LPCS
Continuación

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
MV-8163	Compuerta motorizada	Permitir a la bomba de llenado descargar a la alberca de su presión.	Abre o cierra automáticamente, puede ser operada desde la sala de control o manualmente desde su volante.
MV-8167	No retorno con dispositivo de prueba	Evitar pérdidas de agua del reactor o fugas de productos radioactivos al exterior de la contención primaria.	La válvula abre cuando la presión del sistema es mayor que la presión de la vasija del reactor. Durante operación normal del reactor, puede ser probada al energizarla desde la sala de control.
V-2	Compuerta	Aislar al sistema para mantenimiento.	La válvula es operada manualmente, cuenta con luces indicadoras de su posición en la sala de control.
V-10	Compuerta	Desviar el flujo cuando la línea de descarga al reactor se llena inicialmente.	La válvula es operada manualmente. En operación normal del sistema permanece cerrada.
V-5	Globo	Aislar línea de llenado de la línea de descarga al reactor.	La operación de la válvula es manual. Durante operación normal de la planta permanece abierta.
RV-1	Alivio	Proteger de sobrepresiones la línea de descarga de la bomba principal.	La válvula es ajustada para operar a una presión igual o mayor de 38.7 Kg/cm ² .
RV-2	Alivio	Proteger de sobrepresiones la línea de succión y componentes	La válvula opera cuando la presión de succión de la bomba principal es mayor de 7 Kg/cm ² , descargando al sistema de drenes de equipo.
V-29 y V-36	Globo	Venteo de la tubería del sistema.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.

VALVULAS DEL SISTEMA LPCS
Continuación

VALVULA	TIPO	FUNCION	DESCRIPCION DE OPERACION
V-8 y V-24	Globo	Venteo de la bomba principal.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.
V-22, V-28 V-33 y V-34	Globo	Conexión de prueba.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.
V-3, V-7 V-9, V-11 V-12, V-15 V-16, V-25 V-26, V-27	Globo	Aislar la instrumentación de de medición del sistema.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen abiertas para operación de la instrumentación.
V-17, V-30 V-30, V-32 V-35, V-37 V-38 y V-39	Globo	Drenar el sistema.	La operación de las válvulas es manual. Durante operación normal de la planta permanecen cerradas.
V-1, V-5 V-13 y V-14	No retorno	No permitir regreso de flujo por la línea.	Abren cuando la caída de presión en ellas es mayor en el sentido que son colocadas.

RESTRICTORES DE ORIFICIO.

El sistema cuenta con los restrictores de orificio R0-8163 y R0-8158 para proteger la bomba principal y el restrictor de orificio R0-8195 para protección de la bomba de llenado (ver la figura 7).

FILTRO DE SUCCION.

El filtro de succión ST-001 es utilizado por el sistema para succionar agua de la alberca de supresión. Su objetivo es evitar el paso de partículas que podrían tajar el ciclón separador de la bomba principal y los orificios del tubo rociador.

TUBO ROCIADOR.

El tubo rociador del sistema se localiza dentro de la vasija del reactor, en la parte superior del ensamble de combustible del núcleo. Permite al sistema inyectar el agua en forma de rocío, cubriendo por completo el ensamble de combustible.

1.2.1.9 INSTRUMENTACION

La tabla siguiente describe en forma resumida la función y rango de operación de la instrumentación del sistema rocío del núcleo a alta presión.

INSTRUMENTACION DEL SISTEMA LPCS

INSTRUMENTACION	FUNCION	DESCRIPCION
Indicador de presión PI-R001	Indicar la presión de succión de la bomba principal.	Rango: 760 mm Hg Vac - 0 kg/cm ² . Localización: tablero local
Indicador de presión PI-R002	Indicar la presión de descarga de la bomba principal.	Rango: 0-42 kg/cm ² . Localización: tablero local
Indicador de flujo FI-R600	Indicar el flujo de descarga de la bomba principal.	Rango: 0-400 l/s. Localización: sala de control
Interruptor indicador de presión PIS-W001	Indicar la presión de descarga de la bomba principal, además de mandar señal de presión al sistema protección del reactor y señal permisiva al sistema de depresurización automática.	Rango: 0.7 - 16.87 kg/cm ² Localización: tablero local

INSTRUMENTACION DEL SISTEMA LPCS
Continuación

INSTRUMENTACION	FUNCION	DESCRIPCION
Interruptor indicador de presión diferencial dPIS-M006	Indicar la presión diferencial de la válvula MV-8166.	Rango: 0 - 55 Kg/cm ² Localización: tablero local
Interruptor indicador de presión diferencial dPIS-M009	Indicar la presión diferencial que existe sobre la placa soporte del núcleo y la tubería que va al tubo rocador.	Rango: -0.5 a + 0.5 Kg/cm ² . Localización: tablero local
Indicador de presión FI-8194	Indicar la presión de descarga de la bomba de llenado.	Rango: 0-7 Kg/cm ² . Localización: Local a la descarga de la bomba de llenado
Interruptor de presión PS-M005	Activar una alarma en la sala de control, por presión anormal en la línea de descarga al reactor.	Localización: tablero local
Interruptor de presión PS-M009	Mandar señal de presión de descarga de la bomba principal al sistema de protección al reactor y señal permisiva al sistema de depresurización automática.	Localización: tablero local
Interruptor indicador de flujo FIS-M004	Indicar el flujo de descarga de la bomba principal y proporcionar señal de control para operación de la válvula MV-8161.	Rango: 0 a 75 cm de agua. Localización: tablero local
Transmisor de flujo FT-M003	Mandar señal al indicador de flujo FI-8600.	Rango: 0 - 400 l/s Localización: tablero local

1.2.2 MODOS DE OPERACION DEL SISTEMA LPCS

El sistema LPCS puede operar en los siguientes modos:

- 1.- Reserva.
- 2.- Prueba.
- 3.- Iniciación automática.

1.2.2.1 MODO DE RESERVA

La operación del sistema LPCS en modo de reserva (ver figura 8) consiste en mantener llena y presurizada la tubería de descarga al reactor con el objeto de evitar golpes de ariete y poder rociar agua al núcleo en el menor tiempo si se llegará a presentar una señal de iniciación automática.

Durante este modo de operación las válvulas MV-8152, MV-8163, MV-8161 y V-2 permanecen abiertas. Las válvulas MV-8166, MV-8162 y AV-8167 permanecen cerradas. La válvula AV-8167 se mantiene cerrada debido a la presión ejercida por el reactor. La bomba de llenado debe estar funcionando para cumplir con los requerimientos del modo de operación, recirculando el agua a la alberca de supresión.

1.2.2.2 MODOS DE PRUEBA

El sistema LPCS cuenta con dos modos de prueba, uno utilizando la alberca de supresión, cuando el reactor se encuentra en operación normal (ver la figura 9) y el otro utilizando la línea de succión de sistema RHR, cuando el reactor se encuentra apagado y depresurizado (ver la figura 10).

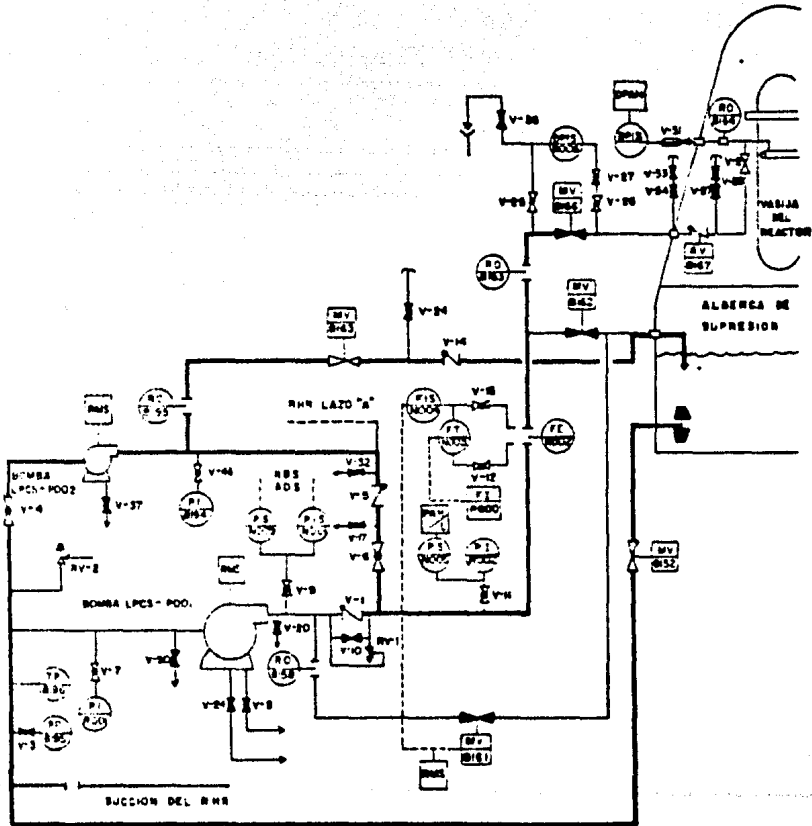


Figura: 8 MODO DE RESERVA DEL SISTEMA LPCS .

PRUEBA DEL SISTEMA UTILIZANDO LA ALBERCA DE SUPRESION.

Para esta prueba se verifica que la válvula MV-8152 esté abierta y que la bomba de llenado mantenga a 4 Kg/cm² de presión la línea de descarga al reactor. Después de verificar la válvula y la bomba de llenado se arranca la bomba principal y se checa que la válvula MV-8161 abra. Enseguida se abre la válvula MV-8162 a diferentes posiciones de apertura, para simular las distintas presiones del reactor y verificar el comportamiento de la bomba. Se verifica que la válvula MV-8161 cierre cuando el flujo másico de descarga de la bomba principal sea mayor a 30 Kg/s. Las demás válvulas del sistema permanecen cerradas.

PRUEBA DEL SISTEMA UTILIZANDO LA LINEA DE SUCCION DEL RHR.

Este modo de prueba se realiza únicamente para probar el sistema en el caso de estar apagado y depresurizado el reactor. Los procedimientos para la prueba son similares al de la línea de succión de la alberca de supresión a diferencia de acoplar la línea de succión del sistema RHR y de verificar cerradas las válvulas MV-8152 y MV-8162 ya que su descarga la realiza al interior del reactor. (ver la fig. 10)

1.2.2.3 MODO DE INICIACION AUTOMATICA

El sistema LPCS opera automáticamente al presentarse una señal de iniciación por alta presión en el pozo seco (> 0.141 Kg/cm²) o por bajo nivel de agua (< -363 cm) en la vasija del reactor. Al recibirse la señal de iniciación del sistema, la bomba principal arranca. La válvula MV-8152 debe estar abierta por no tener acción automática. La válvula MV-8166 recibe señal de apertura. La válvula AV-8167 abrirá si la presión del sistema es mayor que la presión del reactor, para permitir el paso del flujo y ser inyectado en forma de rocío sobre el ensamble de combustible del núcleo por medio del tubo rociador. Si la válvula MV-8162 estuviera abierta al presentarse la señal de iniciación del sistema, cierra inmediatamente. La válvula MV-8161 abre cuando arranca la bomba principal y cierra cuando el flujo másico es mayor a 30 Kg/s a la descarga de la bomba principal.

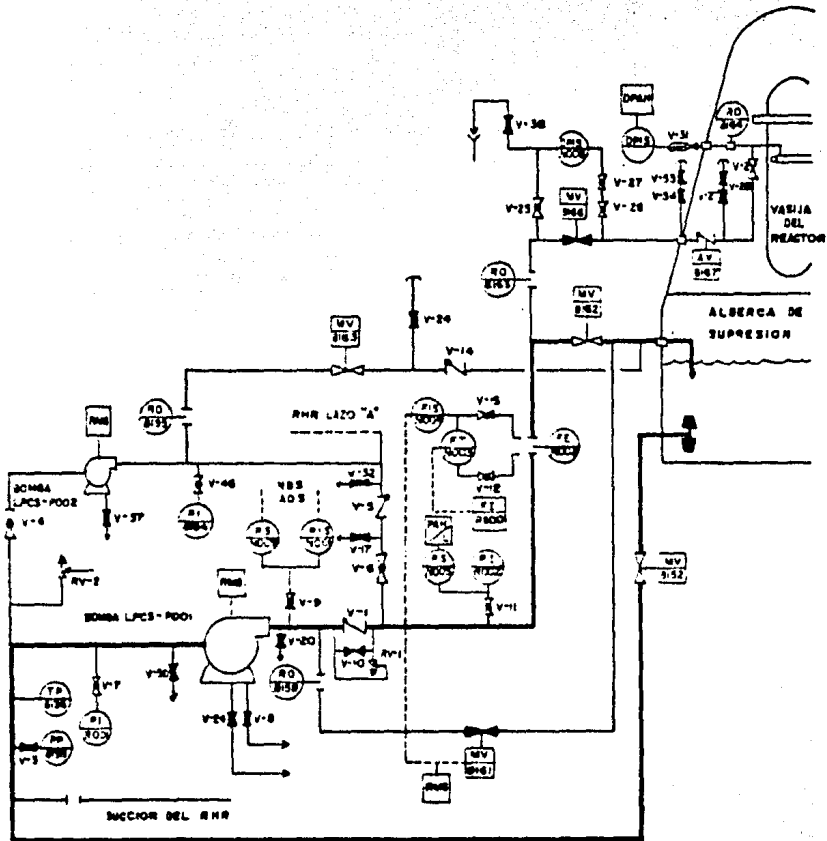


Figura: 9 MODO DE PRUEBA UTILIZANDO LA ALBERCA DE SUPRESION DEL SISTEMA LPCS.

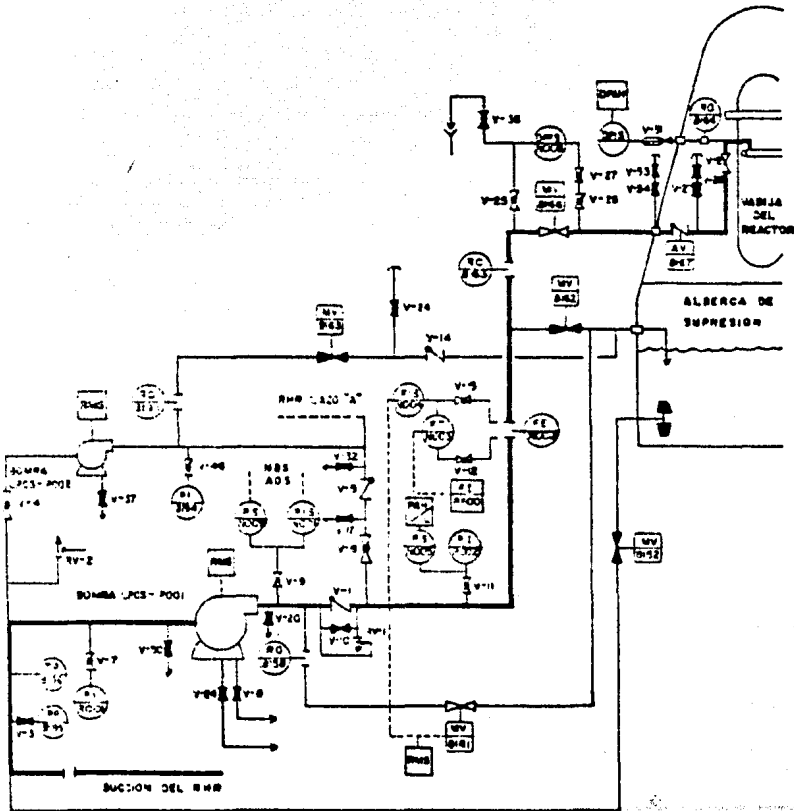


Figura: 10 MODO DE PRUEBA DEL SISTEMA LPCS UTILIZANDO LA LINEA DE SUCCION DEL RWR.

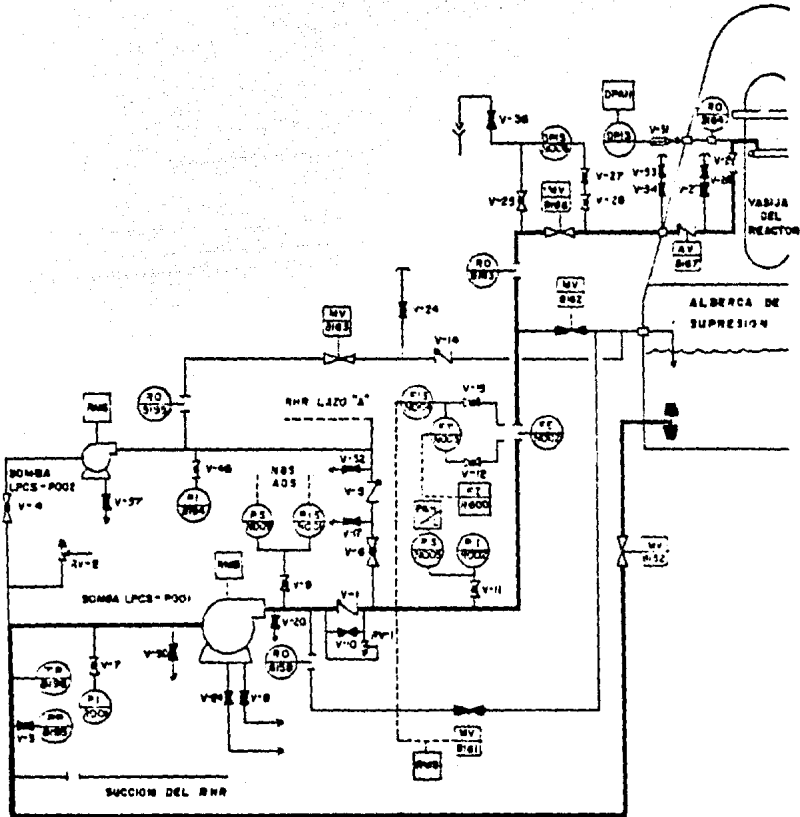


Figure: II MODO DE INICIACION AUTOMATICA DEL SISTEMA LPCS .

2 SIMPLIFICACIONES Y SUPOSICIONES

Los modelos rocío del núcleo a alta presión y baja presión, como se ha mencionado anteriormente, forman parte del simulador de la central nucleoelectrónica Laguna Verde, el cual tiene por objeto ser utilizado como herramienta para entrenamiento de operadores. Debe entenderse que en el simulador de la central nucleoelectrónica el operador puede observar únicamente la dinámica de la misma. Esto significa que pueden realizarse simplificaciones físicas y suposiciones teóricas en los sistemas a modelar, siempre y cuando no afecten su dinámica y pueda reflejarse en la instrumentación correspondiente, localizada en la sala de control.

Las simplificaciones y suposiciones tienen también como finalidad hacer más sencilla la "Formulación del Modelo", además de permitir reducir el tiempo de ejecución, importante para reflejar el comportamiento real de los sistemas, ya que se consume menos tiempo mientras más simplificado esté el modelo.

A continuación se definen las simplificaciones y suposiciones realizadas en los sistemas HPCS y LPCS.

2.1 SIMPLIFICACIONES DEL SISTEMA HPCS

Las simplificaciones físicas del sistema rocío del núcleo a alta presión se definen en forma resumida junto con su justificación en la siguiente tabla. La figura 12 presenta el diagrama simplificado del sistema HPCS.

SIMPLIFICACIONES DEL SISTEMA HPCS

EQUIPO	JUSTIFICACION
Línea de llenado del sistema y sus componentes	Se supone llena la línea de descarga al reactor. El operador no puede observar la dinámica de llenado, ya que no dispone de instrumentación en la sala de control que le permita hacerlo.
Válvula de compuerta V-9	La válvula se encuentra normalmente cerrada cuando la planta está en operación. Se utiliza para cuando se le da mantenimiento al sistema.
Válvulas de alivio VV-1 y RV-2	Se supone que la tubería de succión y descarga del sistema soportan las sobrepresiones.
Válvulas de drenaje V-4, V-5, V-12 V-13, V-19, V-34 V-35, V-33, V-39 V-42, V-43, V-55 V-56 y Válvulas de ventoseo V-10, V-20, V-21 V-22 y V-41	El operador no puede observar la dinámica de llenado por no contar con instrumentación en la sala de control que se le permita.
Válvulas en tubería de instrumentación de medición V-14, V-17, V-18 V-27 con V-42 V-28 con V-29 V-30 con V-31 V-32 con V-33 V-36 con V-37	No se modelan las válvulas ni tubería de instrumentación ya que las válvulas deben estar abiertas para operación de la instrumentación.
3 conexiones de prueba con sus válvulas. V-11 con V-25 V-23 con V-24 V-15 con V-26.	Las conexiones de prueba no son utilizadas durante operación de la planta, permaneciendo cerradas para posteriores instalaciones de instrumentación si se requieren.
Conexiones para instrumentación PP-8192 y IP-8193.	No hay instrumentos de medición.

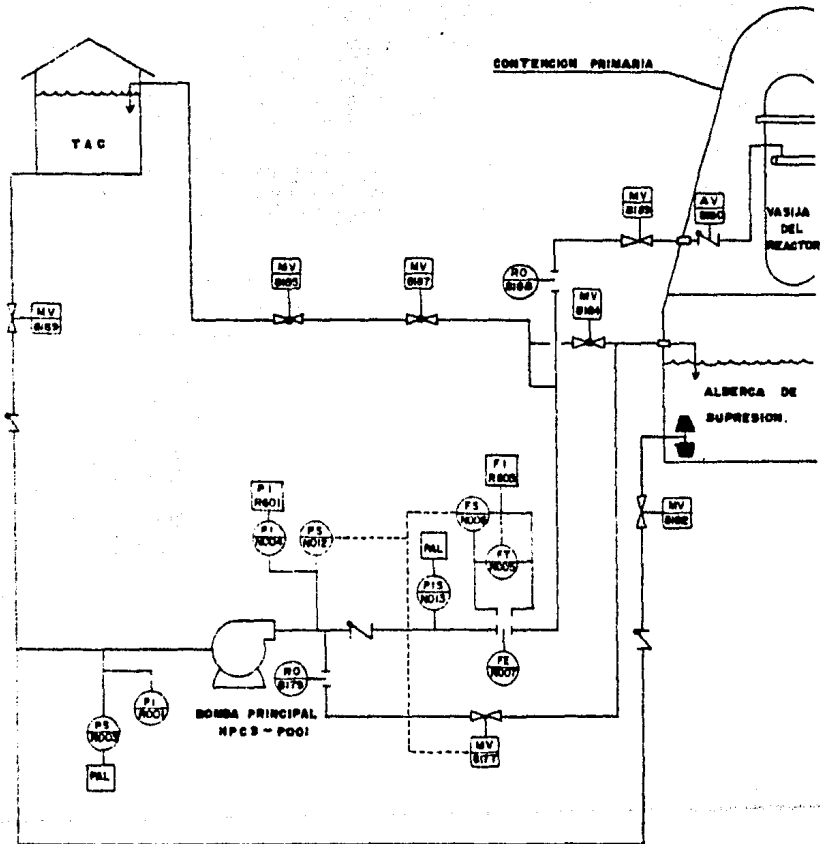


Figura: 12 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL SISTEMA NPC3 .

2.2 SUPOSICIONES DEL SISTEMA HPCS

Las suposiciones teóricas del sistema HPCS se listan junto con sus justificaciones en la siguiente tabla.

SUPOSICIONES DEL SISTEMA HPCS

SUPOSICION	JUSTIFICACION
La caída de presión de las tuberías se concentra en las válvulas, restrictores de orificio y elemento de flujo.	Facilita el desarrollo del modelo y no refleja comportamientos inesperados o inadecuados.
Se considera llena la línea de succión de la bomba principal y la línea de llenado.	No hay indicación en la sala de control de la presión en la succión de la bomba ni en la línea de llenado. El operador no puede observar la dinámica de llenado.
El agua manejada por el sistema se considera incompresible.	El rango de presiones en que opera el sistema es de 1.033 a 30 Kg/cm ² , donde la densidad varía en un 0.3%. Se tiene que a 1.033 Kg/cm ² la densidad vale 971.0978 kg/m ³ y a 30 Kg/cm ² vale 974.7455 kg/m ³ .
El drenado y venteo del sistema se eliminan.	Se supone lleno el sistema cuando la planta está en operación.
Los motores de las válvulas se modelaran en forma dummy. Solo se verificará si tienen alimentación eléctrica. No se modelaran señales de sobrepar.	Este modelo no requiere ese nivel de detalle.
La variación de temperatura en el tanque de almacenamiento es despreciable.	El tanque de almacenamiento de condensado se encuentra en contacto con el medio ambiente y no cuenta con ninguna fuente de calor, de donde para efectos de cálculo, la presión que se ejerce sobre el agua y la temperatura de la misma, se suponen constantes.

2.3 SIMPLIFICACIONES DEL SISTEMA LPCS

Las simplificaciones del sistema rocío del núcleo a baja presión se definen en forma resumida junto con su justificación en la siguiente tabla. La figura 13 presenta el diagrama simplificado del sistema LPCS.

SIMPLIFICACIONES DEL SISTEMA LPCS

EQUIPO	JUSTIFICACION
Línea de llenado del sistema y sus componentes	Se supone llena la línea de descarga al reactor, además el operador no puede observar la dinámica de llenado, ya que no dispone de instrumentación en la sala de control que le permita hacerlo.
Válvula de compuerta V-10	La válvula se encuentra normalmente cerrada cuando la planta está en operación. Se utiliza para cuando se le da mantenimiento al sistema.
Válvulas de servicio 3V-1 y 3V-2	Se supone que la tubería de succión y descarga del sistema soportan las sobrepresiones.
Válvulas de arranque V-17, V-20, V-20 V-32, V-37, V-38 V-39 y Válvulas de venteo V-9, V-24, V-29 y V-36	Se supone lleno el sistema cuando la planta está en operación, además de que el operador no puede observar la dinámica de llenado por no contar con instrumentación en la sala de control que se lo permita.
Válvulas en tubería de instrumentación de medición V-3, V-7, V-9, V-11, V-12, V-15 V-25, V-26 y V-27	No se modelan las válvulas ni tubería de instrumentación ya que las válvulas deben estar abiertas para operación de la instrumentación de medición a la succión y descarga de la bomba principal.
2 conexiones de prueba con sus válvulas. V-22 con V-28 V-33 con V-34	Las conexiones de prueba no son utilizadas durante operación de la planta, permaneciendo cerradas para posteriores instalaciones de instrumentación si se requieren.
Conexiones para instrumentación PP-8195 y TP-8196.	No hay instrumentos de medición.

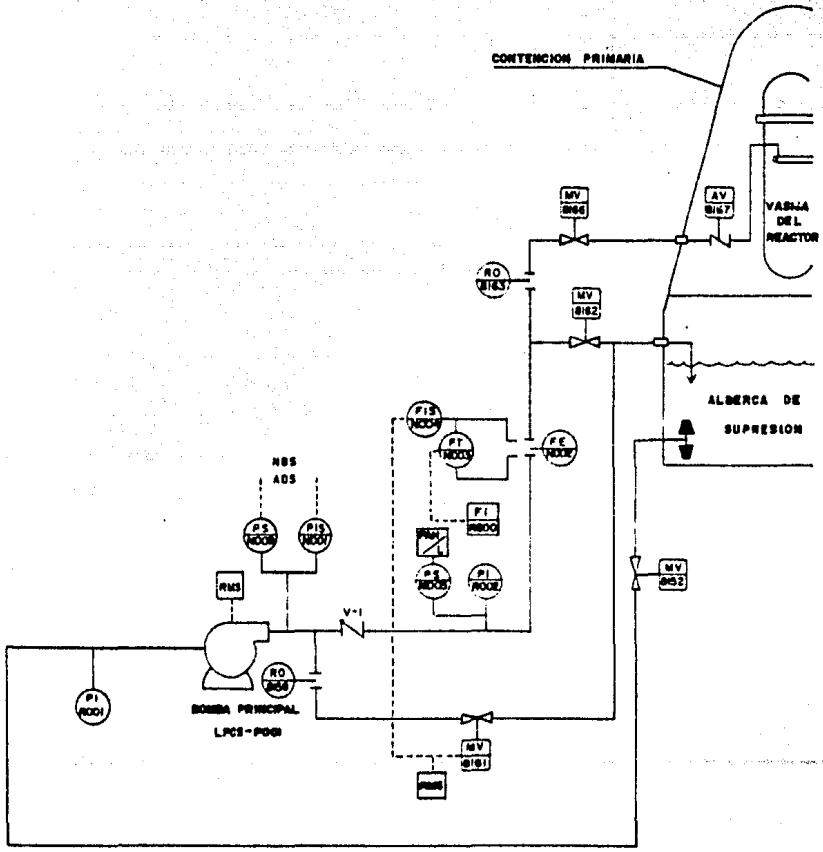


Figura 13 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL SISTEMA LPCS

2.4 SUPOSICIONES DEL SISTEMA LPCS

Las consideraciones teóricas del sistema rocío del núcleo a baja presión se listan junto con sus justificaciones en la siguiente tabla.

SUPOSICIONES DEL SISTEMA LPCS

SUPOSICION	JUSTIFICACION
La caída de presión de las tuberías se concentra en las válvulas, restrictores de orificio y elemento de flujo.	Facilita el desarrollo del modelo y no refleja comportamientos inesperados o inadecuados.
Se considera llena la línea de succión de la bomba principal y la línea de llenado.	No hay indicación en la sala de control de la presión en la succión de la bomba ni en la línea de llenado. El operador no puede observar la dinámica de llenado.
El agua manejada por el sistema se considera incompresible.	El rango de presiones en que opera el sistema es de 1.033 a 42 Kg/cm ² , donde la densidad varía en 1.5%. Se tiene que a 1.033 Kg/cm ² la densidad vale 971.0979 Kg/m ³ y a 42 Kg/cm ² vale 960.89962 Kg/m ³ .
El drenado y venteo del sistema se elimitan.	Se supone lleno el sistema cuando la planta está en operación.
Los motores de las válvulas se modelarán en faras dummy. Solo se verificará si tienen alimentación eléctrica. No se modelarán señales de sobrepas.	Este modelo no requiere ese nivel de detalle.

3 FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO

Este capítulo presenta la formulación de los sistemas de rocío del núcleo a alta y baja presión.

La formulación consiste principalmente en obtener un conjunto de ecuaciones que reflejen la dinámica del sistema modelado.

Para realizar la formulación, los sistemas HPFS y LPFS son considerados como módulos independientes, que a su vez se dividen en subsistemas o bloques. El propósito de la división en subsistemas es desarrollar por separado las ecuaciones que definen los efectos dinámicos de cada uno y permitir flexibilidad para la programación de los modelos.

La formulación de cada módulo se desarrolla en tres secciones. La primera presenta los bloques en que se dividió el sistema y los módulos de los sistemas externos con los que interactúa, así como un diagrama de causalidad que especifica las interacciones que hay entre ellos. La segunda deriva las ecuaciones de cada uno de estos bloques. La tercera presenta el cálculo de parámetros que forman parte de las ecuaciones.

3.1 CAUSALIDAD

La causalidad de los módulos rocío del núcleo a alta y baja presión, se define en base a las interacciones que existen entre los bloques que forman los módulos correspondientes así como con los módulos de los sistemas externos. Las interacciones de los bloques y módulos se presenta en un diagrama de causalidad, donde por medio de flechas se indica la entrada y salida de las variables con que interaccionan. Sobre las flechas se escriben las claves que representan el tipo de variable y un paréntesis para indicar que hay dos o más de la misma clave que tienen interacción con el bloque o módulo correspondiente.

3.1.1 CAUSALIDAD DEL MODELO HPCS

El módulo rocío del núcleo a alta presión para su formulación se ha dividido en cinco bloques. A continuación se listan y se presenta una breve descripción de su función:

1. FLUJOS Y PRESIONES.- Modela la distribución de flujos y presiones en el circuito del módulo.
2. BOMBA Y MOTOR.- Modela la parte mecánica y eléctrica de la bomba y el motor principal.
3. VALVULAS.- Modela la apertura de las válvulas y calcula el coeficiente de descarga de cada una de ellas en función de su apertura.
4. TANQUE.- Modela el nivel de agua del tanque de almacenamiento de condensado con respecto al tiempo.
5. METODOS NUMERICOS.- Utiliza métodos iterativos para la solución del sistema de ecuaciones algebraicas, desarrolladas en el bloque flujos y presiones. Calcula la integral de las ecuaciones diferenciales desarrolladas en el modelo.

Los módulos de los sistemas externos que tienen interacción con él son:

1. Sistema Protección del Reactor.
2. Contención Primaria.
3. Sistema Eléctrico.

El diagrama de causalidad para el sistema rocío del núcleo a alta presión se presenta en la figura 14.

3.1.2 CAUSALIDAD DEL MODELO LPCS

El módulo rocío del núcleo a baja presión se ha dividido en cuatro bloques:

1. FLUJOS Y PRESIONES
2. BOMBA Y MOTOR
3. VALVULAS
4. METODOS NUMERICOS

La función de éstos bloques es igual a la del módulo rocío del núcleo alta presión, por lo que no se repite su descripción.

En lo que respecta a los módulos de los sistemas externos que interaccionan con el módulo, son los mismos que los del módulo anterior.

1. Sistema Protección del Reactor.
2. Contención Primaria.
3. Sistema Eléctrico.

El diagrama de causalidad para el módulo rocío del núcleo a baja presión se presenta en la figura 15.

DIAGRAMA DE CAUSALIDAD
 ROCIO DEL NUCLEO A BAJA PRESION

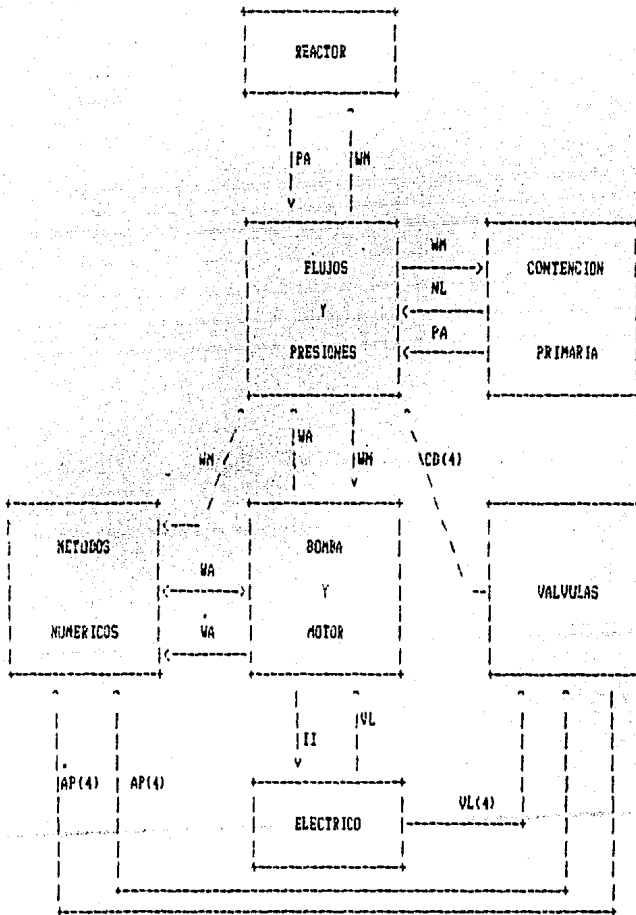


Figura 15

3.2 ECUACIONES

En esta sección se plantean las ecuaciones algebraicas y diferenciales que definen el comportamiento del modelo de los sistemas rocío del núcleo a alta y baja presión.

El desarrollo de las ecuaciones se realiza en forma particular para cada uno de los bloques en que se dividió cada módulo.

Para obtener las ecuaciones se hace uso de los conceptos de mecánica de fluidos, termodinámica, electromecánica y materias afines de ingeniería. Además de información proporcionada por el fabricante de los equipos que forman los sistemas.

La nomenclatura de las variables utilizadas en el desarrollo de las ecuaciones, se especifica en el apéndice 2.

3.2.1 ECUACIONES DEL MODELO HPCS

BLOQUE FLUJOS Y PRESIONES HPCS

El desarrollo matemático para este bloque, se realiza aplicando las ecuaciones de flujo y caídas de presión en cada una de las líneas en que ha quedado dividido el sistema para su modelación. A continuación se presenta el desarrollo de las ecuaciones que permiten evaluar el flujo másico y la caída o aumento de presión en los diferentes componentes hidráulicos del sistema.

Para definir la ecuación que permite calcular la caída de presión a través de un accesorio (válvula, elemento medidor de flujo, restrictor de orificio, etc.) se utilizan las siguientes ecuaciones.

Pérdida de presión a través de la tubería[1]

$$H_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (a)$$

Pérdida de presión a través de una válvula o restricción [1]

$$H_v = C_v \frac{v^2}{2g} \quad (b)$$

ya que

$$\Delta P = \rho g H \quad (c)$$

$$W = \rho v A \quad (d)$$

Sustituyendo las ecuaciones (c) y (d) en las ecuaciones (a) y (b) se obtiene:

Caída de presión a través de la tubería

$$\Delta P_t = \frac{\lambda L}{2DA^2} \left(\frac{W^2}{\rho} \right) \quad (e)$$

Caída de presión a través de una válvula

$$\Delta P_v = \frac{C_v}{2A^2} \left(\frac{W^2}{\rho} \right) \quad (f)$$

Sumando las ecuaciones (e) y (f) para considerar la caída de presión de la tubería concentrada en los accesorios, se obtiene:

$$\Delta P_t + \Delta P_v = \left(\frac{\lambda L}{2DA^2} + \frac{C_v}{2A^2} \right) \frac{W^2}{\rho} \quad (g)$$

de donde

$$\Delta P = \Delta P_t + \Delta P_v$$

$$C_d = \left(\frac{\lambda L}{2DA^2} + \frac{C_v}{2A^2} \right)$$

quedando finalmente definida la caída de presión para un accesorio como:

$$\Delta P = \frac{C_d W^2}{\rho} \quad (h)$$

La ecuación para definir el aumento de presión de la bomba principal se obtiene a partir de la curva característica de la bomba: altura H contra flujo volumétrico Q.

$$H_n = C_1 + C_2 Q_n \quad (i)$$

De las leyes de semejanza de las bombas hidráulicas se tiene:

$$Q_n = Q \left(\frac{W a_n}{W a} \right) \quad (j)$$

$$H_n = H \left(\frac{W a_n}{W a} \right)^2 \quad (k)$$

sustituyendo las ecuaciones (j) y (k) en la ecuación (i) se tiene:

$$H = C_1 \left(\frac{W a}{W a_n} \right)^2 + C_2 \left(\frac{W a}{W a_n} \right) Q \quad (l)$$

ya que

$$Q = \left(\frac{W}{\rho} \right)$$

la ecuación (l) se se define como:

$$H = C_1 \left(\frac{W a}{W a_n} \right)^2 + C_2 \left(\frac{W a}{W a_n} \right) \frac{W}{\rho} \quad (m)$$

Como la carga total H en metros de agua, generada por la bomba es la diferencia entre la altura total de descarga y de succión, tenemos que:

$$\Delta P_b = H \rho g = (P_{sb} - P_{eb}) \quad (n)$$

sustituyendo la ecuación (n) en la ecuación (m), se obtiene la

ecuación que define el aumento de presión de la bomba principal en función del flujo másico, es decir:

$$\Delta P_b = K_1 W_a^2 + K_2 W_a W \quad (\tilde{n})$$

donde

$$K_1 = \frac{C_1 g}{W_a^2} \rho$$

$$K_2 = \frac{C_2 g}{W_a}$$

A continuación se definen las ecuaciones que permiten calcular los flujos másicos y caídas de presión, que hay en cada una de las líneas del sistema rocío del núcleo a alta presión.

a) Caída de presión de la línea de succión desde el tanque de almacenamiento de condensado.

$$P_{evs9} - P_{ebp} = \frac{C_{d_{vs9}} W_{vs9}^2}{\rho} \quad (1)$$

b) Caída de presión de la línea de succión desde la alberca de supresión.

$$P_{efs} - P_{ebp} = \frac{(C_{d_{fs}} + C_{d_{vs2}}) W_{vs2}^2}{\rho} \quad (2)$$

c) Caída de presión de la línea de descarga al reactor.

Para obtener la caída de presión de la línea de descarga al reactor, la línea se ha dividido en tres secciones, la primera comprende el aumento de presión de la bomba principal, la segunda la caída de presión del elemento medidor de flujo y la tercera la parte restante de la línea. Por lo que:

c.1) Aumento de presión de la bomba principal HPCS

$$P_{sbp} - P_{ebp} = K_1 W_{bp}^2 + K_2 W_{bp} W_{bp} \quad (3)$$

c.2) Caída de presión del elemento medidor de flujo FE-N007

$$P_{sbp} - P_{sfe7} = \frac{C_{d_{fe7}} W_{fe7}^2}{\rho} \quad (4)$$

c.3) Caída de presión de la tercera sección de la línea de descarga al reactor

$$P_{sfe7} - P_{strh} = \frac{(C_{d_{res}} + C_{d_{v88}} + C_{d_{trh}}) W_{v88}^2}{\rho} \quad (5)$$

d) Caída de presión de la línea de flujo mínimo

$$P_{sbp} - P_{eas} = \frac{(C_{d_{r79}} + C_{d_{v77}}) W_{v77}^2}{\rho} \quad (6)$$

e) Caída de presión de la línea de prueba al TAC.

$$P_{sfe7} - P_{etc} = \frac{(C_{d_{v87}} + C_{d_{v85}}) W_{v87}^2}{\rho} \quad (7)$$

f) Caída de presión de la línea de prueba a la alberca de supresión.

$$P_{sef7} - P_{eas} = \frac{C_{d_{v84}} W_{v84}^2}{\rho} \quad (8)$$

Enseguida se definen los flujos en las diferentes derivaciones del sistema por medio de la ecuación de continuidad.

$$W_{bp} = W_{v89} + W_{v82} \quad (9)$$

$$W_{bp} = W_{fe7} + W_{v77} \quad (10)$$

$$W_{fe7} = W_{v89} + W_{v87} + W_{v84} \quad (11)$$

$$W_{v77} = W_{eas} - W_{v84} \quad ((12))$$

Para definir los flujos y presiones del sistema HPCS se han obtenido 12 ecuaciones algebraicas, las cuales forman un sistema de ecuaciones no lineal, con 11 variables como incógnitas y 4 variables como datos de entrada. Por ser un sistema no lineal, su solución no puede resolverse directamente, siendo necesario utilizar métodos iterativos que permitan obtener la solución del sistema. En el bloque métodos numéricos se presentan los métodos iterativos que se aplican para la solución del mismo.

BLOQUE MOTOR Y BOMBA HPCS

Las siguientes ecuaciones definen el comportamiento del motor y bomba del módulo roció del núcleo a alta presión.

El par producido por el motor de la bomba es función del voltaje suministrado y del valor de su deslizamiento. La siguiente ecuación se ajustó de la curva, par contra deslizamiento del motor, la cual es proporcionada por el fabricante.

$$T_m = \left(A + B S_m + C S_m^2 \right) V_m^2 \quad (13)$$

El par de oposición de la bomba al motor es función de la velocidad de la bomba.

$$T_b = K W a_D^2 \quad (14)$$

La corriente del motor de la bomba es función del voltaje suministrado y depende del valor de su deslizamiento. La ecuación es obtenida del ajuste de la curva, corriente contra deslizamiento del motor, proporcionada por el fabricante.

$$I_m = (A + B S_m) V_m \quad (15)$$

Deslizamiento del motor.

$$S_m = \frac{(W s_m - W a_D)}{W s_m} \quad (16)$$

Velocidad sincrónica del motor.

$$\omega_m = \frac{(K_f Fr)}{NP} \quad (17)$$

Aceleración angular del motor y bomba principal

$$\frac{d\omega_a}{dt} = \frac{T_m - T_b}{I_m} \quad (18)$$

BLOQUE VALVULAS HPC3

En este bloque se plantean las ecuaciones para definir los coeficientes de descarga de las válvulas y la velocidad de sus aperturas.

La evaluación del coeficiente de descarga de las válvulas se hace en función de su apertura y va a depender del tipo de válvula. En este caso sólo se tienen dos tipos de válvulas, las de compuertas y de globo.

Para una válvula de compuerta el coeficiente de descarga es:

$$C_{d_{vc}} = \frac{K_{vc}}{K_{1vc} A_p + K_{2vc}} \quad (19)$$

Para una válvula de globo el coeficiente de descarga es:

$$C_{d_{vg}} = \frac{K_{vg}}{\left(K_{1vg} + K_{2vg} A_p + K_{3vg} A_p^2 \right)^2} \quad (20)$$

Velocidad de apertura de las válvulas

$$\frac{dA_{pv}}{dt} = K_{Apv} \quad (21)$$

BLOQUE TANQUE

Por ser abierto el tanque de almacenamiento de condensado, se considera isotérmico, ya que para efectos de cálculos la presión que se ejerce sobre el agua y la temperatura de la misma, se suponen son constantes. Siendo necesario, sólo conocer su variación de nivel para definir la presión a la salida del mismo.

Aplicando la ecuación de continuidad, es decir:

$$\frac{dM}{dt} = \sum W$$

dado que

$$M = \rho V_{tc}$$

se tiene que

$$\rho \frac{dV_{tc}}{dt} + V_{tc} \frac{d\rho}{dt} = \sum W$$

Para fluido incompresible se tiene que:

$$\frac{d\rho}{dt} = 0$$

Por lo tanto

$$\rho \frac{dN_{tc} A_{tc}}{dt} = \sum W$$

por ser el A_{tc} constante

$$\frac{dN_{tc}}{dt} = \frac{\sum W}{\rho A_{tc}}$$

de donde la variación de nivel del tanque es:

$$\frac{dN_{tc}}{dt} = \frac{\sum W_{etc} - \sum W_{stc}}{\rho A_{tc}} \quad (22)$$

La presión absoluta a la salida del tanque es función del nivel de agua que contiene, definiéndose como:

$$P_{stc} = \rho g N_{tc} + P_{atm} \quad (23)$$

BLOQUE METODOS NUMERICOS

En este bloque se definen los métodos de solución para las ecuaciones algebraicas y diferenciales obtenidas en los bloques correspondientes al módulo HPCS.

El conjunto de ecuaciones obtenidas en el bloque flujos y presiones, forman un sistema de ecuaciones no lineales. En este caso el sistema no puede resolverse directamente, requiriéndose métodos iterativos para su solución. Para utilizar métodos iterativos, es necesario expresar el sistema de ecuaciones algebraicas como:

$$F(x) = 0$$

donde a la variable "x" se le da un valor inicial.

Los métodos iterativos que se han seleccionado para converger la solución del sistema de ecuaciones algebraicas, son el Newton-Raphson y Bisecciones Sucesivas [2]. Aplicándose primero el de Newton-Raphson por ser uno de los más rápidos en convergencia y que en caso de no converger pueda utilizarse el de Bisecciones Sucesivas que es un método no tan rápido pero más robusto. A continuación sólo se definen los métodos correspondientes, su explicación puede consultarse en la referencia antes citada.

Método Newton-Raphson

$$X_{n+1} = X_n - \frac{F(X_n)}{F'(X_n)} \quad (24)$$

Método Bisecciones Sucesivas

$$X_0 = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} \quad (25)$$

Para integrar las ecuaciones diferenciales definidas en los bloques del módulo, se hace uso del método de Integración de Euler [2], es decir:

$$Y_{i+1} = Y_i + f(x_i, y_i)h \quad (26)$$

3.2.2 ECUACIONES DEL MODELO LPCS

La definición de las ecuaciones correspondientes a los bloques del módulo rocío del núcleo a baja presión es similar a la del módulo rocío del núcleo a alta presión. Para este caso no se especifican en detalle la obtención de las ecuaciones.

BLOQUE FLUJOS Y PRESIONES LPCS

A continuación se definen las ecuaciones que permiten calcular los flujos máxicos y caídas de presión, que hay en cada una de las líneas del sistema rocío del núcleo a baja presión.

- a) Caída de presión de la línea de succión desde la alberca de supresión.

$$P_{efs} - P_{ebp} = \frac{(C_{dfs} + C_{dvs2}) W_{vs2}^2}{\rho} \quad (1)$$

- b) Caída de presión de la línea de descarga al reactor.

Para obtener la caída de presión de la línea de descarga al reactor, ésta se ha dividido en tres secciones, la primera comprende el aumento de presión de la bomba principal, la segunda la caída de presión del elemento medidor de flujo y la tercera la parte restante de la línea. Por lo que:

- b.1) Aumento de presión en la bomba LPCS

$$P_{sbp} - P_{ebp} = K_1 W_{a_{bp}}^2 + K_2 W_{a_{bp}} W_{bp} \quad (2)$$

- b.2) Caída de presión del elemento medidor de flujo FE-N002

$$P_{sbp} - P_{sfe2} = \frac{C_{dfe2} W_{fe2}^2}{\rho} \quad (3)$$

b.3) Caída de presión de la tercera sección de la línea de descarga al reactor

$$P_{sfe2} - P_{str1} = \frac{(Cd_{res} + Cd_{ves} + Cd_{trl})W_{ves}^2}{\rho} \quad (4)$$

c) Caída de presión de la línea de flujo mínimo.

$$P_{sbp} - P_{eas} = \frac{(Cd_{rse} + Cd_{vsi})W_{vsi}^2}{\rho} \quad (5)$$

d) Caída de presión de la línea de prueba a la alberca de supresión.

$$P_{sef2} - P_{eas} = \frac{Cd_{ve2}W_{ve2}^2}{\rho} \quad (6)$$

Enseguida se definen los flujos en las diferentes derivaciones del sistema por medio de la ecuación de continuidad.

$$W_{vsi} = W_{bp} \quad (7)$$

$$W_{bp} = W_{fe2} + W_{vsi} \quad (8)$$

$$W_{fe2} = W_{ves} + W_{ve2} \quad (9)$$

$$W_{vsi} = W_{eas} - W_{ve2} \quad (10)$$

Para definir los flujos y presiones del sistema LPCS se han obtenido 10 ecuaciones algebraicas, las cuales forman un sistema de ecuaciones no lineal, con 10 variables como incógnitas y 2 variables como datos de entrada. Por ser un sistema no lineal, su solución no puede resolverse directamente. Siendo necesario utilizar métodos iterativos que permitan obtener la solución del sistema. En el bloque métodos numéricos se presentan los métodos iterativos que se aplican para la solución del mismo.

BLOQUE MOTOR Y BOMBA

Las ecuaciones para definir el comportamiento del motor y bomba para este bloque es igual que las del sistema rocío del núcleo a alta presión.

BLOQUE VALVULAS

Las ecuaciones que se plantean en este bloque, para definir los coeficientes de descarga de las válvulas y la velocidad de su apertura, es igual que las del sistema rocío del núcleo a alta presión.

BLOQUE METODOS NUMERICOS

En este bloque se definen los métodos de solución para las ecuaciones algebraicas y diferenciales obtenidas en los bloques correspondientes al módulo LPCS.

Los métodos iterativos utilizados para la solución del sistema de ecuaciones algebraicas del bloque flujos y presiones LPCS, son el Newton-Raphson y Bisecciones Sucesivas. Definidos en el bloque métodos numéricos del sistema HPCS.

La integración de las ecuaciones diferenciales al igual que las del sistema HPCS se realizan con el método de Euler.

3.3 PARAMETROS

En esta sección se obtienen los valores de los parámetros de las ecuaciones, definidas en cada bloque de los módulos rocío del núcleo a alta y baja presión.

3.3.1 PARAMETROS DEL MODELO HPCS

BLOQUE FLUJOS Y PRESIONES HPCS

Los coeficientes de descarga que permiten evaluar la caída de presión en los diferentes accesorios (válvulas, elementos medidores de flujo, restrictores de orificio, etc.), se obtienen al sustituir los valores de las variables involucradas en las ecuaciones correspondientes. El valor de las variables se obtiene de tablas y de diagramas de proceso del sistema.[11]

La densidad del agua, utilizada en el sistema, tiene un valor de

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

Coefficiente de descarga del filtro de succión ST-001 HPCS

$$Cd_{fsh} = 48.65 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del elemento de flujo FE-N007

$$Cd_{fe7} = 1085.0888 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del restrictor de orificio R0-8188

$$Cd_{ross} = 39970.529 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del restrictor de orificio RO-8179

$$Cd_{RO79} = 9201844 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del tuco rociador HPCS

$$Cd_{trh} = 10748.131 \text{ m}^{-4}$$

Los coeficientes de la ecuación (3), aumento de presión de la bomba principal rocio del núcleo a alta presión, se obtienen a partir del ajuste por mínimos cuadrados de la curva carga contra flujo másico de la bomba[11].

La velocidad angular de la bomba HPCS se obtiene del fabricante, y es considerada como valor nominal para el cálculo de los coeficientes de la ecuación de la bomba.

$$\omega_{bp} = 187.44836 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

De la curva carga contra flujo se observa que a 288.9553 Kg/s, la curva tiende a cambiar de pendiente, lo cual permite definir dos rangos de operación para calcular los coeficientes de la ecuación de la bomba.

Para el primer rango se obtiene:

$$K_1 = 11800.2730 \text{ s}^2$$

$$K_2 = -846.1965 \text{ Kg/s}^2$$

Para el segundo rango se obtiene:

$$K_1 = 5868.1729 \text{ s}^2$$

$$K_2 = -263.0821 \text{ Kg/s}^2$$

BLOQUE BOMBA Y MOTOR HPCS

Los coeficientes de la ecuación (13), par del motor de la bomba HPCS, se obtienen a partir del ajuste por mínimos cuadrados de la curva par contra deslizamiento del motor de inducción[11]. Por su comportamiento, la curva se ajusta para tres secciones, obteniéndose para cada sección su ecuación correspondiente.

Para la primera sección

$$1.0 < S_{mbp} < 0.6$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_1 = 4.3718733E-04 \text{ J/Volts}^2$$

$$B_1 = 0.0 \text{ J/Volts}^2$$

$$C_1 = 0.0 \text{ J/Volts}^2$$

Para la segunda sección

$$0.6 < S_{mbp} < 0.05$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_2 = 1.146328297E-03 \text{ J/Volts}^2$$

$$B_2 = -2.485092543E-03 \text{ J/Volts}^2$$

$$C_2 = 2.195908612E-03 \text{ J/Volts}^2$$

Para la tercera sección

$$0.05 < S_{mbp} < 0.0$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_3 = 0.0 \text{ J/Volts}^2$$

$$B_3 = 2.0573522E-02 \text{ J/Volts}^2$$

$$C_3 = 0.0 \text{ J/Volts}^2$$

El coeficiente que relaciona el par de oposición de la bomba al motor, se obtiene a partir de la siguiente ecuación adimensional

$$\frac{\frac{T_b}{\omega_a^2}}{\frac{T_{bn}}{\omega_{bn}^2}} = 1$$

de donde

$$K = \frac{T_b}{\omega_a^2} = 0.25050281 \text{ J s}^2$$

Los coeficientes de la ecuación (15), corriente del motor de la bomba HPCS, se obtuvieron a partir del ajuste por mínimos cuadrados de la curva corriente contra deslizamiento del motor de inducción[11]. Por su comportamiento, la curva se ha ajustado para tres secciones, obteniéndose para cada sección su ecuación correspondiente.

Para la primera sección

$$1.0 < S_{mbp} < 0.65$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_1 = 4.0096154E-01 \text{ Amp}$$

$$B_1 = 0.0 \text{ Amp}$$

$$C_1 = 0.0 \quad \text{Amp}$$

Para la segunda sección

$$0.65 < S_{mbp} < 0.056$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_2 = 0.267190 \quad \text{Amp}$$

$$B_2 = 0.427067 \quad \text{Amp}$$

$$C_2 = -0.295689 \quad \text{Amp}$$

Para la tercera sección

$$0.056 < S_{mbp} < 0.0$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_3 = 0.0 \quad \text{Amp}$$

$$B_3 = 4.7733516 \quad \text{Amp}$$

$$C_3 = 0.0 \quad \text{Amp}$$

BLOQUE VALVULAS HPCS

Los parámetros de la ecuación (19), para evaluar el coeficiente de descarga de una válvula de compuerta, se definen en función de la apertura de la válvula. El valor de los parámetros se presenta a continuación.

Para apertura mayor a 0% y menor al 25%

$$K_{1vg} = 1.041666E-02 \quad \text{adimensional}$$

$$K_{2vg} = 1.0E-20 \quad \text{adimensional}$$

Para apertura mayor a 25% y menor al 50%

$$K_{1vg} = 2.1180555E-01 \quad \text{adimensional}$$

$$K_{2vg} = -5.0347222E-02 \quad \text{adimensional}$$

Para apertura mayor a 50% y menor al 75%

$$K_{1vg} = 2.277777 \quad \text{adimensional}$$

$$K_{2vg} = -1.083333 \quad \text{adimensional}$$

Para apertura mayor a 75% y menor al 100%

$$K_{1vg} = 2.10294E01 \quad \text{adimensional}$$

$$K_{2vg} = -1.514705E01 \quad \text{adimensional}$$

Los parámetros de la ecuación (20), para evaluar el coeficiente de descarga de una válvula de globo, se definen en función de la apertura de la válvula. El valor de los parámetros se presenta a continuación.

$$K_{1vc} = 5.0E-04 \quad \text{adimensional}$$

$$K_{2vc} = -5.53054794E-03 \quad \text{adimensional}$$

$$K_{3vc} = 3.23166877E-01 \quad \text{adimensional}$$

El parámetro Kv para evaluar el coeficiente de descarga de las válvulas del módulo rocío del núcleo a alta presión se obtienen a partir de la ecuación (8). El valor de las variables necesarias en el cálculo de los parámetros se obtiene de diagramas de proceso de sistema. [11]

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8169

$$K_{V69} = 39.3926 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8177

$$K_{V77} = 12920.612 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8182

$$K_{V82} = 1519.0378 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de globo MV-8184

$$K_{V84} = 2313.6852 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de globo MV-8185

$$K_{V85} = 6267.0144 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de globo MV-8187

$$K_{V87} = 6267.0144 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8189

$$K_{V89} = 114.59683 \quad m^{-4}$$

El parámetro K_{apv} para calcular la velocidad de apertura en cada una de las válvulas, se obtiene al integrar la ecuación (21) de donde:

Parámetro para apertura de la válvula MV-8169 es

$$K_{ap69} = 0.0166 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8177 es

$$K_{ap77} = 0.3333 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8182 es

$$K_{ap82} = 0.0625 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8184 es

$$K_{ap84} = 0.0200 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8185 es

$$K_{ap85} = 0.0250 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8187 es

$$K_{ap87} = 0.0250 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8189 es

$$K_{ap89} = 0.1000 \text{ Ap/s}$$

BLOQUE TANQUE

En la ecuación (22), variación del nivel del tanque, se tiene como parámetro el área de la base del tanque de almacenamiento de condensado. El área se obtiene por datos del fabricante[11].

$$A_t = 116.7454 \text{ m}^2$$

BLOQUE METODOS NUMERICOS

Para este bloque no se aplica la obtención de parámetros.

3.3.2 PARAMETROS DEL MODULO LPCS

BLOQUE FLUJOS Y PRESIONES LPCS

Los coeficientes de descarga que permiten evaluar la caída de presión en los diferentes accesorios del sistema rocío del núcleo a baja presión, se obtienen de la misma forma que en el sistema rocío del núcleo a alta presión.

La densidad del agua, utilizada en el sistema, tiene un valor de

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

Coefficiente de descarga del filtro de succión ST-001

$$Cd_{fs} = 48.65 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del elemento medidor de flujo FE-N002

$$Cd_{fe02} = 759.9689 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del restrictor de orificio RO-8158

$$Cd_{ro58} = 3290768 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del restrictor de orificio RO-8163

$$Cd_{ro63} = 12493.406 \text{ m}^{-4}$$

Coefficiente de descarga del tubo rociador LPCS

$$Cd_{trh} = 10748.131 \text{ m}^{-4}$$

Los coeficientes de la ecuación, aumento de presión de la bomba principal rocío del núcleo a baja presión, se obtienen a partir del ajuste por mínimos cuadrados de la curva carga contra flujo másico de la bomba[11].

La velocidad angular de la bomba LPCS se considera instantánea para evaluar los coeficientes de la ecuación. Su valor se obtiene del fabricante, siendo:

$$\omega_{bp} = 187.44836 \text{ rad/s}$$

De la curva carga contra flujo se observa que a 234.6973 Kg/s la curva tiende a cambiar de pendiente, lo cual permite definir dos rangos de operación para calcular los coeficientes de la ecuación

de la bomba.

Para el primer rango se obtiene:

$$K_1 = 3488.436 \quad s^2$$

$$K_2 = -98.73 \quad \text{Kg/s}^2$$

Para el segundo rango se obtiene:

$$K_3 = 5868.1729 \quad s^2$$

$$K_4 = -168.2175 \quad \text{Kg/s}^2$$

BLOQUE BOMBA Y MOTOR LPCS

Los coeficientes de la ecuación, par del motor de la bomba LPCS, se obtienen a partir del ajuste por mínimos cuadrados de la curva par contra deslizamiento del motor de inducción [11]. Por el comportamiento de la curva, ésta se ha dividido en tres secciones, obteniéndose para cada sección su ecuación correspondiente.

Para la primera sección

$$1.0 < S_{mbp} < 0.7$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_1 = 2.85743E-04 \quad \text{J/Volt}^2$$

$$B_1 = 0.0 \quad \text{J/Volt}^2$$

$$C_1 = 0.0 \quad \text{J/Volt}^2$$

Para la segunda sección

$$0.7 < S_{mbp} < 0.05$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_2 = 0.610363034E-03 \quad \text{J/Voltz}$$

$$B_2 = -0.109413600E-03 \quad \text{J/Voltz}$$

$$C_2 = 0.931991106E-03 \quad \text{J/Voltz}$$

Para la tercera sección

$$0.05 < S_{mbp} < 0.0$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_3 = 0.0 \quad \text{J/Voltz}$$

$$B_3 = 1.1429820E-02 \quad \text{J/Voltz}$$

$$C_3 = 0.0 \quad \text{J/Voltz}$$

Coefficiente de la ecuación par de oposición de la bomba al motor LPCS

$$A = \frac{T_b}{W a_b^2} = 0.1391682 \text{ J s}^2$$

Los coeficientes de la ecuación, corriente del motor de la bomba LPCS, se obtuvieron a partir de la curva corriente contra deslizamiento de motor. Por la forma de la curva, ésta se ha dividido en tres secciones, obteniéndose una ecuación para cada sección correspondiente. Para calcular los coeficientes se utilizó el ajuste por el método de mínimos cuadrados.

Para la primera sección

$$1.0 < S_{mbp} < 0.6$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_1 = 11.68269E-02 \quad \text{Amp/Volts}$$

$$B_1 = 0.0 \quad \text{Amp/Volts}$$

$$C_1 = 0.0 \quad \text{Amp/Volts}$$

Para la segunda sección

$$0.6 < S_{mbp} < 0.05$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_2 = 0.0751960746 \quad \text{Amp/Volts}$$

$$B_2 = 0.1674766943 \quad \text{Amp/Volts}$$

$$C_2 = -0.1691400714 \quad \text{Amp/Volts}$$

Para la tercera sección

$$0.05 < S_{mbp} < 0.0$$

los coeficientes de la ecuación son:

$$A_3 = 0.0 \quad \text{Amp/Volts}$$

$$B_3 = 1.557692 \quad \text{Amp/Volts}$$

$$C_3 = 0.0 \quad \text{Amp/Volts}$$

BLOQUE VALVULAS LPCS

Los parámetros de las ecuaciones, para evaluar el coeficiente de descarga de una válvula de compuerta y globo para este bloque son los mismos que los del bloque válvula HPCS.

Los parámetros, para evaluar el coeficiente de descarga de las válvulas del módulo LPCS son:

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8152

$$K_{v52} = 1302.8038 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8161

$$K_{v61} = 12019.174 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de globo MV-8162

$$K_{v62} = 901.4358 \quad m^{-4}$$

Parámetro de la válvula de compuerta MV-8166

$$K_{v66} = 39.4 \quad m^{-4}$$

Los parámetros K_{ap} para calcular la velocidad de apertura en cada una de las válvulas del módulo LPCS son:

Parámetro para apertura de la válvula MV-8152

$$K_{ap52} = 0.0555 \quad Ap/s$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8161

$$K_{ap61} = 0.20 \quad Ap/s$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8162

$$K_{aps2} = 0.0166 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8163

$$K_{aps3} = 0.20 \text{ Ap/s}$$

Parámetro para apertura de la válvula MV-8166

$$K_{aps6} = 0.0833 \text{ Ap/s}$$

BLOQUE METODOS NUMERICOS

Para este bloque no se aplica la obtención de parámetros.

4 PROGRAMACION

Este capítulo presenta la programación de los modelos rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión.

La programación de los modelos consiste en codificar las ecuaciones algebraicas y diferenciales desarrolladas en el capítulo anterior a un lenguaje máquina, con el objeto de generar resultados que permitan comparar la respuesta del modelo con el sistema real.

Para estructurar la programación de los modelos, éstos se han dividido en módulos y subrutinas, basándose en los bloques en que se dividieron los sistemas. Entendiéndose por subrutina una agrupación de código fuente y por módulo, agrupación de subrutinas y/o funciones.

Los módulos y subrutinas de los modelos HPCS y LPCS son codificados en la unidad central de proceso VAX 11/780 del IIE, en programación estructurada, utilizando el lenguaje FORTRAN 77.

La programación estructurada permite que la codificación de los modelos sea correcta, entendible desde el inicio hasta el final, fácil de modificar y que requiera un mantenimiento más sencillo.

El desarrollo de la programación de los modelos esta formada por tres secciones. La primera define los módulos y subrutinas del modelo. La segunda presenta el diagrama de estructura para representar la jerarquía de los mismos. La tercera la codificación de los programas de los modelos correspondientes.

o

4.1 PROGRAMACION DEL MODELO HPCS

Definición de los módulos y subrutinas del modelo HPCS.

ALGEBR	Subrutina para correlacionar las rutinas que ejecutan las ecuaciones algebraicas.
CONDIN	Subrutina para realizar la lectura de variables inicializables.

CORMBI	Subrutina para calcular la velocidad sincrónica, el deslizamiento y la corriente que toma el motor de la bomba HPCS.
DATENT	Subrutina para realizar lectura de variables de entrada.
DATOSI	Subrutina para solicitar datos para la simulación del sistema.
DIFERE	Subrutina para correlacionar las rutinas que ejecutan las ecuaciones diferenciales.
FLUMAS	Subrutina para estabilizar al sistema, al iterar las rutinas FLUPRE, NEWTON y BISECCIONES SUCESIVAS.
FLUPRE	Subrutina para realizar el cálculo de flujos y presiones del sistema.
HPCS	Programa principal.
IMPRIM	Subrutina para imprimir resultados obtenidos durante el modelado del sistema.
INTEGR	Subrutina que permite integrar las ecuaciones diferenciales al llamar la rutina INTEVE.
INTEVE	Subrutina que utiliza el método de Euler para integrar las ecuaciones diferenciales.
NEWTON	Subrutina para estabilizar iterativamente al sistema.
PARAME	Subrutina para realizar la lectura de los parámetros.
PARMB1	Subrutina para calcular el par proporcionado por el motor y el par de oposición de la bomba principal.
SUCESI	Subrutina para estabilizar iterativamente al sistema.
TANQUE	Subrutina para calcular la variación del nivel del tanque de almacenamiento de condensado.
VALCOM	Subrutina para calcular el coeficiente de descarga de una válvula de compuerta.
VALGLO	Subrutina para calcular el coeficiente de descarga de una válvula de globo.
VALVAC	Subrutina para verificar el estado de apertura de las válvulas del sistema.
VEAPVA	Subrutina para calcular la derivada de la velocidad de apertura de las válvulas.
VEMOBI	Subrutina para calcular la aceleración angular de la bomba principal.

CORMBI Subrutina para calcular la velocidad sincrónica, el deslizamiento y la corriente que toma el motor de la bomba HPCS.

DATENT Subrutina para realizar lectura de variables de entrada.

DATOSI Subrutina para solicitar datos para la simulación del sistema.

DIFERE Subrutina para correlacionar las rutinas que ejecutan las ecuaciones diferenciales.

FLUMAS Subrutina para estabilizar al sistema, al iterar las rutinas FLUPRE, NEWTON y BISECCIONES SUCESIVAS.

FLUPRE Subrutina para realizar el cálculo de flujos y presiones del sistema.

HPCS Programa principal.

IMPRIM Subrutina para imprimir resultados obtenidos durante el modelado del sistema.

INTEGR Subrutina que permite integrar las ecuaciones diferenciales al llamar la rutina INTEVE.

INTEVE Subrutina que utiliza el método de Euler para integrar las ecuaciones diferenciales.

NEWTON Subrutina para estabilizar iterativamente al sistema.

PARAME Subrutina para realizar la lectura de los parámetros.

PARMBI Subrutina para calcular el par proporcionado por el motor y el par de oposición de la bomba principal.

SUCESI Subrutina para estabilizar iterativamente al sistema.

TANQUE Subrutina para calcular la variación del nivel del tanque de almacenamiento de condensado.

VALCOM Subrutina para calcular el coeficiente de descarga de una válvula de compuerta.

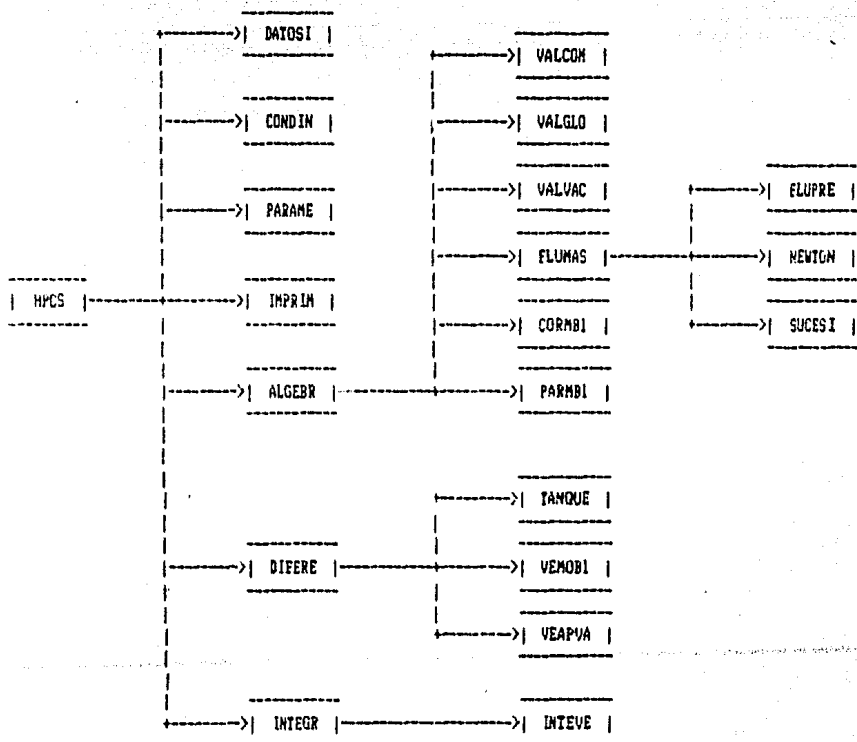
VALGLO Subrutina para calcular el coeficiente de descarga de una válvula de globo.

VALVAC Subrutina para verificar el estado de apertura de las válvulas del sistema.

VEAPVA Subrutina para calcular la derivada de la velocidad de apertura de las válvulas.

VEMOBI Subrutina para calcular la aceleración angular de la bomba principal.

DIAGRAMA DE ESTRUCTURA DEL MODELO HPCS



CODIFICACION DE LAS SUBROUTINAS DEL MODELO HPCS

```

PROGRAM HPCS
PROGRAMA PRINCIPAL
.....
. ESTE PROGRAMA TIENE POR OBJETO CORRELACIONAR RUTINAS
. PARA LA MOBELACION DEL SISTEMA ROCIO DEL NUCLEO A
. ALTA PRESION.
.
. Programador: Victor E. Dominguez F.
. Realizado en el I.I.E.
. Divisi6n: Sistema de Potencia.
. Departamento: Simulaci6n.
.
.....
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'DATOSIN.CMM'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
INCLUDE 'PARAMVG.CMM'
INCLUDE 'IMPRIME.CMM'
INCLUDE 'DERIVAD.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'

C
C
C .....
C Se presentan los datos de la simulaci6n
C
C CALL DATOSI
C .....
C Se realizan las siguientes lecturas
C
C + Condiciones iniciales
C
C CALL CONDIN
C
C + Datos de entrada
C
C CALL DATENT
C
C + Par6metros del modelo
C
C CALL PARAME
C Se inicia la simulaci6n

```

```

C
C DO WHILE ( TIEMPO .LE. TITOSIM )
C .....
C Se imprimen valores de variables de interes del modelo
C
C CALL IMPRIM
C .....
C Se correlacionan las rutinas que modelan las ecuaciones
C algebraicas
C
C CALL ALGEBR
C .....
C Se correlacionan las rutinas que modelan las ecuaciones
C diferenciales.
C
C CALL DIFERE
C .....
C Se correlacionan las rutinas que integran las ecuaciones
C diferenciales.
C
C CALL INIEGR
C .....
C Se incrementa el tiempo para la simulación
C
C TIEMPO = TIEMPO + PASO
C
C ENDDO
C STOP
C END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL PROGRAMA PRINCIPAL HPCS.FOR

```

SUBROUTINE DATOS1
C .....
C . Esta rutina solicita datos para realizar la simulación .
C . del sistema. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'DATOSIM.CMW'
C
C TYPE 1
1 FORMAT ( ' DATOS NECESARIOS PARA LA SIMULACION DEL SISTEMA',// )
TYPE 2
2 FORMAT ( ' ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION',// )

```



```

TYPE 3
3 FORMAT ( ' TECLEA EL TIEMPO TOTAL DE SIMULACION:',$ )
C
C Se solicita el tiempo total de simulación
C
ACCEPTA,TIYOSIM
C Se solicita el paso de integración
C
TYPE 4
4 FORMAT ( ' TECLEA EL PASO DE INTEGRACION:',$ )
C
ACCEPTA,PASO
C Se solicita el tiempo inicial de la simulación
C
TYPE 5
5 FORMAT ( ' TECLEA EL TIEMPO INICIAL DE LA SIMULACION:',$ )
C
ACCEPTA,TIEMPO
C
RETURN
END

```

SUBROUTINE CONDIN

```

C .....
C
C . Esta rutina realiza la lectura de los valores .
C . que toman las variables inicializables. .
C .....
C
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.COM'
C
C Se crea archivo de variables inicializables.
C
OPEN ( UNIT=1,FILE='CONDIN.DAT',STATUS='OLD' )
C
C Se leen los valores de las variables inicializables.
C
READ (1,1)
* KXABBA,KXABBA1,KXLOITC,KAP69VC,
* KAP77VC,KAP82VC,KAP89VC,KAP84VG,
* KAP85VG,KAP87VG
1 FORMAT (//,10(/,E15.8,//))
CLOSE (UNIT=1)
RETURN
END

```

SUBROUTINE PARAM

```

C .....
C
C . Esta rutina realiza lecturas de los valores .
C . que toman los parámetros del sistema. .
C .....
C

```

```

C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'PARAMET.CMM'
C INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
C INCLUDE 'PARAMWG.CMM'
C Se crea archivo de parametros.
C
C OPEN ( UNIT=1, FILE='PARAME.DAT', STATUS='OLD' )
C
C Se leen los valores de los parametros del sistema.
C
C READ (1,1)
*   KKC1BB1,KKC2BB1,KKC3BB1,KKC4BB1,KKWM1BB,KKWM2BB,
*   KKWM3BB,KKC6BYC,KKC8BYC,KKC77YC,KKC89YC,KKC84YG,
*   KKC85YG,KKC87YG,KCDM7EE,KCD79RO,KCDBBPQ,KCDTURO,
*   KROGUA,ZPAATMO,ZACGBAV,EMD3AS,KKIVALC,KK2VALC,
*   KK3VALC,KK4VALC,KK5VALC,KK6VALC,KK7VALC,KK8VALC,
*   KK1APVC,KK2APVC,KK3APVC,KK4APVC,KK5APVC,KK1VALG,
*   KK2VALG,KK3VALG,KK1APVG,KK2APVG,KATIMB1,KBT1*BI,
*   KCTIMB1,KATIMB1,KBTIMB1,KCTIMB1,KATIMB1,KBTIMB1,
*   KCTIMB1,KBD1IM1,KKD2IM1,KKD3IM1,KKD4IM1,KATIMB1,
*   KBT1IM1,KC1IMB1,KC2IMB1,KC3IMB1,KC4IM1,KC5IMB1,
*   KC6IMB1,KC7IMB1,KC8IM1,KKD1IM1,KKD2IM1,KKD3IM1,KKD4IM1,
*   KAR1TAC,KKMLBIC,KRPAAB1,KKWM8B1,KKAPPSR,KCTE1WS,
*   KKWB8B1,KKT1MB1,KK1MB1,KKAPMAX,KKAPMIN,IMWABBA,
*   KDCCEZO,ERARUK,MMIMK,MMIBS
1 FORMAT (//,50(//,515:3,///),3(//,12,///))
CLOSE (UNIT=1)
RETURN
END

```

SUBROUTINE DUPRIN

```

.....
. Esta rutina imprime resultados del sistema rocio del
. nucleo a alta presion ( HPCS ), obtenidos durante su
. modelado.
.....

```

```

C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'CONDIM1.CMM'
C INCLUDE 'DATOSIN.CMM'
C INCLUDE 'DATENTR.CMM'
C INCLUDE 'IMPRIME.CMM'
C INCLUDE 'PARAMET.CMM'
C INCLUDE 'VARIAS1.CMM'

```

```

C
C OPEN( UNIT=2, FILE='WMBARE.TIE', TYPE='NEW', RECL=80 )
C OPEN( UNIT=3, FILE='WMBTRE.TIE', TYPE='NEW', RECL=80 )
C OPEN( UNIT=4, FILE='WMTS77.TIE', TYPE='NEW', RECL=80 )
C OPEN( UNIT=5, FILE='WMB982.TIE', TYPE='NEW', RECL=80 )
C OPEN( UNIT=7, FILE='A97789.TIE', TYPE='NEW', RECL=80 )
C OPEN( UNIT=8, FILE='AP8249.TIE', TYPE='NEW', RECL=80 )

```

OPEN(UNIT=9, FILE= 'A69829.TIE', TYPE='NEW', RECL=80)
 OPEN(UNIT=10, FILE= 'A98579.TIE', TYPE='NEW', RECL=80)

Se imprimen valores del modelo en el tiempo cero

```
IF( TIEMPO .EQ. 0.0 )THEN
  WRITE( 6,1)
  WRITE( 6,2)TIEMPO, KWMABBA, KPAREBB, KPAEBB1, KPASBB1,
1      KIIIMB1, KTRIMB1, KTRZMB1, KSLIMB1, KPAREAC,
2      EPAREAC, KWMDEAS, KWMDETC, KWMAB99, KWMAB77,
3      KWMAB69, KWMAB82, KWMAB81
  WRITE( 6,3)KAP69VC, KAP82VC, KAP77VC, KAP89VC, KAP84VG,
1      KAP85VG, KAP87VG, KML01IC, ERROR
  WRITE( 1,4)TIEMPO, KWMABBA1, KIIIMB1, KTRIMB1
  WRITE( 2,4)TIEMPO, KWMABBA, KWMDEAS, KWMAB99
  WRITE( 3,4)TIEMPO, KWMABBA, KWMDETC, KWMAB99
  WRITE( 4,5)TIEMPO, KWMABBA, KWMDETC, KAP77VC, KWMDEAS
  WRITE( 5,4)TIEMPO, KWMAB69, KWMAB82, KWMAB8A
  WRITE( 7,4)TIEMPO, KAP69VC, KAP77VC, KAP89VC
  WRITE( 8,4)TIEMPO, KAP82VC, KAP84VG, KAP89VC
  WRITE( 9,4)TIEMPO, KAP69VC, KAP82VC, KAP89VC
  WRITE(10,5)TIEMPO, KAP69VC, KAP85VG, KAP87VG, KAP89VC
```

ELSE

Se imprimen valores del modelo en tiempo mayor que cero

```
IF( TIEMPO .LT. TITOSIM )THEN
  WRITE( 6,1)
  WRITE( 6,2)TIEMPO, KWMABBA, KPAREBB, KPAEBB1, KPASBB1,
1      KIIIMB1, KTRIMB1, KTRZMB1, KSLIMB1, KPAREAC,
2      EPAREAC, KWMDEAS, KWMDETC, KWMAB99, KWMAB77,
3      KWMAB69, KWMAB82, KWMAB81
  WRITE( 6,3)KAP69VC, KAP82VC, KAP77VC, KAP89VC, KAP84VG,
1      KAP85VG, KAP87VG, KML01IC, ERROR
  WRITE( 1,4)TIEMPO, KWMABBA1, KIIIMB1, KTRIMB1
  WRITE( 2,4)TIEMPO, KWMABBA, KWMDEAS, KWMAB99
  WRITE( 3,4)TIEMPO, KWMABBA, KWMDETC, KWMAB99
  WRITE( 4,5)TIEMPO, KWMABBA, KWMDETC, KAP77VC, KWMDEAS
  WRITE( 5,4)TIEMPO, KWMAB69, KWMAB82, KWMAB8A
  WRITE( 7,4)TIEMPO, KAP69VC, KAP77VC, KAP89VC
  WRITE( 8,4)TIEMPO, KAP82VC, KAP84VG, KAP89VC
  WRITE( 9,4)TIEMPO, KAP69VC, KAP82VC, KAP89VC
  WRITE(10,5)TIEMPO, KAP69VC, KAP85VG, KAP87VG, KAP89VC
  ELSE
```

Se imprimen los valores finales del modelo.

```
WRITE( 6,1)
  WRITE( 6,2)TIEMPO, KWMABBA, KPAREBB, KPAEBB1, KPASBB1,
1      KIIIMB1, KTRIMB1, KTRZMB1, KSLIMB1, KPAREAC,
2      EPAREAC, KWMDEAS, KWMDETC, KWMAB99, KWMAB77,
3      KWMAB69, KWMAB82, KWMAB81
  WRITE( 6,3)KAP69VC, KAP82VC, KAP77VC, KAP89VC, KAP84VG,
1      KAP85VG, KAP87VG, KML01IC, ERROR
```

```

WRITE( 1,4)TIEMPO, KWABBA1, KIIMBI1, KTRIMBI
WRITE( 2,4)TIEMPO, KWABBA, KWDEAS, KWAVB9
WRITE( 3,4)TIEMPO, KWABBA, KWDEIC, KWAVB9
WRITE( 4,5)TIEMPO, KWABBA, KWDEIC, KAP77VC, KWDEAS
WRITE( 5,4)TIEMPO, KWAVB9, KWAVB2, KWABBA
WRITE( 7,4)TIEMPO, KAP69VC, KAP77VC, KAP89VC
WRITE( 8,4)TIEMPO, KAP82VC, KAP84VC, KAP89VC
WRITE( 9,4)TIEMPO, KAP69VC, KAP82VC, KAP89VC
WRITE(10,5)TIEMPO, KAP69VC, KAP85VC, KAP87VC, KAP89VC

```

```
ENDIF
```

```
ENDIF
```

C

```

1 FORMAT( '-----')
1-----')
2 FORMAT(
* TIEMPO = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO A TRAVES DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/'
A' AUMENTO DE PRESION DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/'
A' PRESION A LA ENTRADA DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/'
A' PRESION A LA SALIDA DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/'
A' CORRIENTE ELECTRICA EN EL MOTOR = ',E15.8,/'
A' PAR DEL MOTOR = ',E15.8,/'
A' PAR DE OPPOSICION DE LA BOMBA = ',E15.8,/'
A' DESLIZAMIENTO DEL MOTOR = ',E15.8,/'
* PRESION OBTENIDA DEL REACTOR = ',E15.8,/'
A' PRESION DEL REACTOR = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO DESCARGADO A LA ALB. DE SUP. = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO DESCARGADO AL TAC = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO DESCARGADO AL REACTOR = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VAL. MV-8177 = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO SUCCIONADO DEL TAC = ',E15.8,/'
A' FLUJO MASICO SUCCIONADO DE LA ALB. DE SUP. = ',E15.8,/'
A' VELOCIDAD ANGULAR DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/'
3 FORMAT(14, ' KAP69VC KAP82VC KAP77VC
IKAP89VC KAP84VC',/,2X,E12.6,2X,E12.6,2X,E12.6,2X,E12.6,2X,
2E12.6,/,1X, ' KAP85VC KAP87VC KNL01IC ERROR',/,
32X,E12.6,2X,E12.6,2X,E12.6,2X,E12.6,2X,E12.6,H )
4 FORMAT(F6.3,1X,3(E15.8,1X))
5 FORMAT(F6.3,1X,4(E15.8,1X))

```

C

```

RETURN
END

```

SUBROUTINE ALSEDA

C

C

C

C

C

C

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATEWR.CMM'

```

```

INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
INCLUDE 'PARAMVG.CMM'
INCLUDE 'IMPRIME.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'

```

```

C .....
C Se llama la rutina para calcular el coeficiente de
C descarga para cada válvula del sistema.
C

```

```

C VALVULA MV-8169
CALL VALCOM(KKC65VC,KAP65VC,KC069VC)
C VALVULA MV-8177
CALL VALCOM(KKC77VC,KAP77VC,KC077VC)
C VALVULA MV-8182
CALL VALCOM(KKC82VC,KAP82VC,KC082VC)
C VALVULA MV-8184
CALL VALGLO(KKC84VG,KAP84VG,KC084VG)
C VALVULA MV-8185
CALL VALGLO(KKC85VG,KAP85VG,KC085VG)
C VALVULA MV-8187
CALL VALGLO(KKC87VG,KAP87VG,KC087VG)
C VALVULA MV-8189
CALL VALCOM(KKC89VC,KAP89VC,KC089VC)

```

```

C .....
C Se verifica el nivel de agua en el IAC para operación
C de las válvulas MV-8189 . MV-8182.
C

```

```

IF ( NULO(IGI.MKNLSIC) )THEN
  LAB69VC = .TRUE.
  LCE69VC = .FALSE.
  LAB82VC = .FALSE.
  LCE82VC = .TRUE.
ELSE
  LAB69VC = .FALSE.
  LCE69VC = .TRUE.
  LAB82VC = .TRUE.
  LCE82VC = .FALSE.
ENDIF

```

```

C .....
C Se verifica la presión en el pozo seco para operación
C de las válvulas MV-8134, MV-8185, MV-8187 y MV-8189.
C

```

```

IF ( EPAREAC.GI.MKPARS8 )THEN
  LAB84VG = .FALSE.
  LCE84VG = .TRUE.
  LAB85VG = .FALSE.
  LCE85VG = .TRUE.
  LAB87VG = .FALSE.
  LCE87VG = .TRUE.
  LAB89VC = .TRUE.
  LCE89VC = .FALSE.
ELSE
  LAB84VG = .TRUE.
  LCE84VG = .FALSE.
  LAB85VG = .TRUE.

```

```

LCEB5VG = .FALSE.
LAB97VG = .TRUE.
LCEB7VG = .FALSE.
LAB89VC = .FALSE.
LCEB9VC = .TRUE.

```

```
ENR1E
```

```

C .....
C Se verifica el flujo másico a través de la bomba
C principal junto con la presión de descarga de la
C sisma, para operación de la válvula MV-8177.
C

```

```

IF ( KMAARA.GE.KXW081 .OR. KPAS91.LI.KKFA61 )THEN
  LAB77VC = .FALSE.
  LCE77VC = .TRUE.

```

```
ELSE
```

```

  LAB77VC = .TRUE.
  LCE77VC = .FALSE.

```

```
ENR1E
```

```

C .....
C Se llama la rutina para revisar el estado de apertura
C de cada válvula del sistema.
C

```

```

CALL VALVAC(KK69AVC,K69ABIE,K69CEER,KAP69VC,LAB69VC,
: LCE69VC,KKAP64C,KKAP61N)

```

```

CALL VALVAC(KK77AVC,K77ABIE,K77CEER,KAP77VC,LAB77VC,
: LCE77VC,KKAP74C,KKAP71N)

```

```

CALL VALVAC(KK81AVC,K81ABIE,K81CEER,KAP81VC,LAB81VC,
: LCE81VC,KKAP84C,KKAP81N)

```

```

CALL VALVAC(KK84AVC,K84ABIE,K84CEER,KAP84VC,LAB84VC,
: LCE84VC,KKAP84C,KKAP81N)

```

```

CALL VALVAC(KK85AVC,K85ABIE,K85CEER,KAP85VC,LAB85VC,
: LCE85VC,KKAP84C,KKAP81N)

```

```

CALL VALVAC(KK87AVC,K87ABIE,K87CEER,KAP87VC,LAB87VC,
: LCE87VC,KKAP84C,KKAP81N)

```

```

CALL VALVAC(KK89AVC,K89ABIE,K89CEER,KAP89VC,LAB89VC,
: LCE89VC,KKAP84C,KKAP81N)

```

```

C .....
C Se llama la rutina que calcula flujos y presiones en
C cada punto de interés del sistema.
C

```

```
CALL FLUMAS
```

```

C .....
C Se llama la rutina que calcula la corriente del motor
C de la bomba principal del sistema.
C

```

```
CALL CORM1
```

```

C .....
C Se llama la rutina que calcula los pares del motor y
C bomba principal del sistema.
C

```

```
CALL PARM1
```

```

RETURN
END

```

SUBROUTINE DIFERE

```

C .....
C
C . Esta rutina tiene la función de correlacionar .
C . las rutinas diferenciales del sistema HPCS. .
C .....
C

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'DERIVAD.CMM'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'

```

```

C .....
C Se calcula el nivel del tanque de almacenamiento
C de condensado.
C

```

```
CALL TANGUE
```

```

C .....
C Se calcula la velocidad angular del motor de la
C bomba principal.
C

```

```
CALL VEMOBI (KXIMBI, KXICMBI, DVABBI, KXIMBI)
```

```

C .....
C Se calcula la velocidad de apertura de las
C válvulas del sistema.
C

```

```
Válvula MV-916?
```

```
CALL VEAPVA(KK69AVC, DVAP69, KKVAP69)
```

```
Válvula MV-917?
```

```
CALL VEAPVA(KK77AVC, DVAP77, KKVAP77)
```

```
Válvula MV-918?
```

```
CALL VEAPVA(KK83AVC, DVAP83, KKVAP83)
```

```
Válvula MV-918A?
```

```
CALL VEAPVA(KK84AVG, DVAP84, KKVAP84)
```

```
Válvula MV-919?
```

```
CALL VEAPVA(KK85AVG, DVAP85, KKVAP85)
```

```
Válvula MV-919?
```

```
CALL VEAPVA(KK87AVG, DVAP87, KKVAP87)
```

```
Válvula MV-919?
```

```
CALL VEAPVA(KK89AVC, DVAP89, KKVAP89)
```

```
RETURN
```

```
END
```

SUBROUTINE INTEGR

```

C .....
C
C . Esta rutina tiene la función de correlacionar .
C . las rutinas integrales del sistema HPCS. .
C .....
C

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'

```

```

INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'DATOS1A.CMM'
INCLUDE 'DERIVAD.CMM'
C .....
C Se llama la rutina para calcular el nivel del tanque
C de almacenamiento de condensado.
C
IF( KNL01TC .GT. 0.0 )THEN
CALL INTEVE(KNL01TC,DNL01TC,PASO)
ENDIF
C .....
C Se llama la rutina para calcular la velocidad angular
C del motor de la bomba principal.
C
CALL INTEVE(KWAB0A1,DWAB0A1,PASO)
C .....
C Se llama la rutina para calcular la apertura de las
C válvulas del sistema.
C
C
C Válvula MV-8169
CALL INTEVE(KAP69VC,DWAP69,PASO)
C Válvula MV-8177
CALL INTEVE(KAP77VC,DWAP77,PASO)
C Válvula MV-8181
CALL INTEVE(KAP81VC,DWAP81,PASO)
C Válvula MV-8184
CALL INTEVE(KAP84VC,DWAP84,PASO)
C Válvula MV-8185
CALL INTEVE(KAP85VC,DWAP85,PASO)
C Válvula MV-8187
CALL INTEVE(KAP87VC,DWAP87,PASO)
C Válvula MV-8189
CALL INTEVE(KAP89VC,DWAP89,PASO)
RETURN
END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL MODULO ALGEBR.FOR

```

SUBROUTINE VALCOM (KCVVLC,KAPVLC,KCVVLC)
C .....
C
C . Esta rutina tiene por objeto calcular el coeficiente .
C . de descarga de las válvulas de compuerta motorizadas .
C . del sistema en función de su apertura.
C .....
C
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
C .....
C Se calcula el coeficiente de descarga de la válvulas de
C compuerta dependiendo de los cuatro rangos de operación

```



```

C de su apertura.
C
IF( KAPVALC.GE.KK5APVC.AND.KAPVALC.LE.KK4APVC )THEN
  KCDVALC = KKCVALC / ( KK1VALC * KAPVALC + KKCVALC )
ELSE
  IF( KAPVALC.GT.KK4APVC.AND.KAPVALC.LE.KK3APVC )THEN
    KCDVALC = KKEVALC / ( KK3VALC * KAPVALC + KK4VALC )
  ELSE
    IF( KAPVALC.GT.KK3APVC.AND.KAPVALC.LE.KK2APVC )THEN
      KCDVALC = KKCVALC / ( KKEVALC * KAPVALC + KKEVALC )
    ELSE
      IF( KAPVALC.GT.KK2APVC.AND.KAPVALC.LE.KK1APVC )THEN
        KCDVALC = KKCVALC / ( KK7VALC * KAPVALC + KK8VALC )
      ELSE
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
RETURN
END

```

SUBROUTINE VALGLO (KKCVALG,KAPVALG,KCDVALG)

```

C .....
C .
C . Esta rutina tiene por objeto calcular el coeficiente .
C . de descarga de las válvulas de globo motorizadas del .
C . sistema en función de su apertura. .
C .....
C

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'PARAMV.G.COM'

```

```

C .....
C Se calcula el coeficiente de descarga de la válvula de
C globo dependiendo de la operación de su apertura.
C

```

```

IF( ( KAPVALG.GE.KK1APVC ) .AND.( KAPVALG.LE.KK2APVC ) )THEN
  KCDVALG = KKCVALG / ( KK1VALG + ( KK2VALG + KK3VALG
    * KAPVALG + KAPVALG **2 )

```

```

1
ENDIF
RETURN
END

```

**SUBROUTINE VALVAC (KKAPVAL, KABIERT, KCERRAD, KAPVALV,
LABVALV, LCEVALV, KKAPMAX, KKAPMIN)**

```

C .....
C .
C . Esta rutina verifica si la válvula abre, cierra o .
C . si permanece en su posición original. .
C .....
C

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'

```

```

C Se define la posición de la válvula
C

```

```

C
IF( LABVALV )THEN
  IF( KAPVALV .GE. KKAPMAX )THEN
    KAPVALV = KKAPMAX
    KKAPVAL = 0.0
    KABIERT = .TRUE.
  ELSE
    KKAPVAL = 1.0
    KABIERT = .FALSE.
    KCERRAD = .FALSE.
    IF( KAPVALV .LE. KKAPMIN )KCERRAD = .TRUE.
  ENDF
ELSE
  IF( LCERVALV )THEN
    IF( KAPVALV .LE. KKAPMIN )THEN
      KAPVALV = KKAPMIN
      KKAPVAL = 0.0
      KCERRAD = .TRUE.
    ELSE
      KKAPVAL = -1.0
      KCERRAD = .FALSE.
      KABIERT = .FALSE.
      IF( KAPVALV .GE. KKAPMAX )KABIERT = .TRUE.
    ENDF
  ELSE
    KKAPVAL = 0.0
  ENDF
ENDIF
RETURN
END

```

SUBROUTINE FLUMAS

```

C .....
C *
C * Esta rutina se encarga de llamar a la rutina flujos
C * y presiones junto con las rutinas newton raphson y
C * bisecciones sucesivas con objeto de estabilizar el
C * sistema.
C .....
C
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'CONDIMI.CMM'
C INCLUDE 'DATENTR.CMM'
C INCLUDE 'PAKAMEY.CMM'
C INCLUDE 'IMPRIME.CMM'
C INCLUDE 'VARIABLE.CMM'
C .....
C Se inicializa la iteración para la rutina SUCESI
C
C K = 0
C .....
C Se inicializa la iteración para saltar la rutina NEWTON
C

```

```

L = 0
C .....
C Se inicia la iteración para la rutina SUCESI
C
DO WHILE( K .LT. NMIBS )
K = K + 1
C .....
C Se inicia la iteración para la rutina NEWTON
C
J = 0
DO WHILE( J .LT. NMINR )
J = J + 1
C .....
C Se llama la rutina flujos y presiones
C
CALL FLUPRE
C .....
C Se compara el ERROR obtenido en la rutina FLUPRE con un
C valor aproximado de comparación ERRORX. Si el ERROR es
C menor o igual a ERRORX entonces los flujos y presiones del
C sistema reactor del núcleo a alta presión se han estabiliza-
C do, si no, se procede con la iteración.
C
IF( ERROR .LE. ERRORX )THEN
J = NMINR + 1
K = NMIBS + 1
ELSE
IF( L .GE. 1 )THEN
J = NMINR + 1
ENDIF
ENDIF
C .....
C Se llama la rutina NEWTON
C
IF( J .LE. NMINR )THEN
CALL NEWTON ( KWMABBA,ERROR,IMWABBA )
ENDIF
C .....
C Se termina la iteración para la rutina NEWTON
C
ENDDO
C .....
C Se compara el ERROR nuevamente para cuando se
C itera con la rutina SUCESI.
C
IF( ERROR .LE. ERRORX )THEN
K = NMIBS + 1
L = L + 1
C .....
C Se llama la rutina SUCESI
C
CALL SUCESI (EPAREAC,KPAREAC,KWMABBA,KWMBBMA,KWMBBMI)
ENDIF
ENDDO
RETURN
END

```

SUBROUTINE COMB1

```

.....
.
. Esta rutina calcula la velocidad sincrónica, el
. deslizamiento y la corriente que toma el motor
. de la bomba principal del sistema.
.....

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'IMPRIME.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'

```

```

.....
Velocidad sincrónica del motor.

```

```

KMASMB1 = KCIE1MS * KFER1MB1 / KNPOHMB1

```

```

.....
Deslizamiento del motor.

```

```

KSL1MB1 = ( KMASMB1 - KWABBA1 ) / KMASMB1

```

```

.....
Corriente del motor dependiendo de su deslizamiento.

```

```

IF( KSL1MB1 .LE. KKD21M1 .AND. KSL1MB1 .GE. KKD21M1 )THEN
  KII1MB1 = KAT1MB1 * KVL1MB1

```

```

ELSE

```

```

  IF( KSL1MB1 .LT. KKD21M1 .AND. KSL1MB1 .GE. KKD31M1 )THEN
    KII1MB1 = ( KAI2MB1 + KBI2MB1 * KSL1MB1 + KCI2MB1 *
      KSL1MB1 + KSL1MB1 ) * KVL1MB1

```

```

  ELSE

```

```

    IF( KSL1MB1 .LT. KKD31M1 .AND. KSL1MB1 .GE. KKD41M1 )THEN
      KII1MB1 = ( KBI3MB1 * KSL1MB1 ) * KVL1MB1

```

```

    ENDIF

```

```

  ENDIF

```

```

ENDIF

```

```

RETURN

```

```

END

```

SUBROUTINE PAMB1

```

.....
.
. Esta rutina calcula el par proporcionado por el
. motor y el par de oposicion de la bomba principal
. del sistema.
.....

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATENTR.CMM'

```

```

INCLUDE 'VARIABLE.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
C .....
C Par proporcionado por el motor, el cual depende del
C valor de su deslizamiento.
C
IF( KSLIMBI .LE. KKDITMI .AND. KSLIMBI .GE. KKDZTMI )THEN
    KTRIMBI = KATIMBI * KVLIMBI * KVLIMBI
ELSE
    IF( KSLIMBI .LT. KKDZTMI .AND. KSLIMBI .GE. KKDJTMI )THEN
        KTRIMBI = ( KATIMBI + KBTIMBI * KSLIMBI + KCTIMBI *
1           KSLIMBI * KSLIMBI ) * KVLIMBI * KVLIMBI
    ELSE
        IF( KSLIMBI .LT. KKDJTMI .AND. KSLIMBI .GE. KKD4TMI )THEN
            KTRIMBI = KBTIMBI * KSLIMBI * KVLIMBI * KVLIMBI
        ENDIF
    ENDIF
ENDIF
END IF
C .....
C Par de oposición de la bomba al motor.
C
KIR2MBI = KKTIMBI * KWABBAI * KWABBAI
C
RETURN
END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL MODULO DIFERE.FOR

```

SUBROUTINE TANGUE
C .....
C .
C . Esta rutina calcula la derivada del nivel del .
C . tanque de almacenamiento de condensado con .
C . respecto al tiempo. .
C .....
C
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'DERIVAD.CMM'
C .....
C Derivada del nivel del TAC.
C
DNL01TC = ( KWMAV87 - KWMAV69 ) / ( KROAGUA * KARITAC )
RETURN
END

```

SUBROUTINE VEWOBI (KTRIMBI, KTRZMBI, DWABBAL, KKIMMBI)

```

C .....
C .
C . Esta rutina calcula la derivada de la velocidad .
C . angular de la bomba principal del sistema. .
C . con respecto al tiempo. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C .....
C Aceleración angular de la bomba principal
C
C DWABBAL = KKIMMBI A ( KTRIMBI - KTRZMBI )
C RETURN
C END

```

SUBROUTINE VEAPVA (KKAPVAL, DVEAPVA, KKVAPVA)

```

C .....
C .
C . Esta rutina calcula la derivada de la velocidad .
C . de apertura de las válvulas motorizadas con .
C . respecto al tiempo. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C .....
C Derivada de la velocidad apertura de válvula del
C sistema con respecto al tiempo.
C
C DVEAPVA = KKAPVAL A KKVAPVA
C RETURN
C END

```

SUBROUTINA LLAMADA POR EL MODULO INTEGR.FOR

SUBROUTINE INTIME (VEDO, DVEDO, PASO)

```

C .....
C .
C . Esta rutina integra las ecuaciones diferenciales .
C . utilizando el método de Euler. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C .....
C VEDO = VEDO + DVEDO A PASO
C
C RETURN
C END

```



```
KPAEBB1 = KKCCERO
ELSE
```

```

C
  KMMAV69 = KMMABBA
  CALL FLUJDA( KMMAV69, KKCCERO, KKVALCD, KMMCD69 )
```

```

C
C Presión a la entrada de la bomba principal HPCS-P001
```

```

C
  KPAEBB1 = KPAEV69 - KCD69VC & KMMCD69 / KROAGUA
  ENDIF
  ELSE
  IF( KAP69VC .LE. KKCCERO )THEN
    KMMAV69 = KKCCERO
    KMMAVB2 = KMMABBA
    CALL FLUJDA( KMMAVB2, KKCCERO, KKVALCD, KMMCD82 )
```

```

C
C Presión a la entrada de la bomba principal HPCS-P001
```

```

C
  KPAEBB1 = KPAEV82 - KCD82VC & KMMCD82 / KROAGUA
  ELSE
```

```

C
  CALL FLUJDA( KMMAV69, KKCCERO, KKVALCD, KMMCD69 )
  KPAEBB1 = KPAEV69 - KCD69VC & KMMCD69 / KROAGUA
  CALL FLUJDA( KPAEV82, KPAEBB1, KKCCERO, KROAGUA,
  I      KCD82VC, KCDACC2, KMMAVB2, KMEPCD )
  KMMAV69 = KMMABBA - KMMAVB2
  IF( KMMAV69 .LT. KKCCERO )THEN
    KMMAV69 = KKCCERO
    KMMAB2 = KMMABBA
    CALL FLUJDA( KMMAVB2, KKCCERO, KKVALCD, KMMCD82 )
    KPAEBB1 = KPAEV82 - KCD82VC & KMMCD82 / KROAGUA
```

```

  ENDIF
  ENDIF
  ENDIF
  KMA1BB1 = KMAEBB1 / KMMABBA
  IF( KMMABBA .LE. KMM1BB .AND. KMMABBA .GT. KKCCERO )THEN
```

```

C
C Presión absoluta a la salida de la bomba principal HPCS-P001
```

```

C
  KPASBB1 = KPAEBB1 + ( KKC1BB1 & KMA1BB1 & KMA1BB1 +
  I      KKC2BB1 & KMA1BB1 & KMMABBA )
  ELSE
  IF( KMMABBA .LE. KMM1BB .AND. KMMABBA .GT. KMM1BB )THEN
    KPASBB1 = KPAEBB1 + ( KKC3BB1 & KMA1BB1 & KMA1BB1 +
  I      KKC1BB1 & KMA1BB1 & KMMABBA )
  ELSE
    KPASBB1 = KPAEBB1 + ( KKC5BB1 & KMA1BB1 & KMA1BB1 +
  I      KKC6BB1 & KMA1BB1 & KMMABBA )
  ENDIF
  ENDIF
```

```

C
C Aumento de presión por la bomba principal HPCS-P001
```

```

C
  KPAEBB = KPASBB1 - KPAEBB1
  IF( KAP89VC .LE. KKCCERO )THEN
```



```

C
C Flujo másico a través de la válvula MV-8189
C
C   KWMAV89 = KKCCERO
C
C   IF( KAP84VG .LE. KKCCERO )THEN
C
C Flujo másico a través de la válvula MV-8184
C
C   KWMAV84 = KKCCERO
C
C   IF( KAP85VG .LE. KKCCERO .AND. KAP87VG .LE. KKCCERO )THEN
C
C Flujo másico a través de la válvula MV-8185
C
C   KWMD5TC = KKCCERO
C
C   IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
C
C Flujo másico a través de la válvula MV-8177
C
C   KWMAV77 = KKCCERO
C
C Flujo másico descargado a la alberca de supresión
C
C   KWMD5AS = KKCCERO
C
C   TYPE 10
C   ELSE
C     KWMAV77 = KWMA8BA
C     CALL ELUJDA( KWMAV77, KKCCERO, KKVALCD, KWMD77 )
C     KWMD5AS = KWMAV77 + KWMAV84
C
C Presión absoluta a la entrada de la alberca de supresión
C
C   KPADEAS = KPAS281 - ( KCD77VC + KCD79RD ) + KWMD77 /
1     KROAGUA
C
C   ENROR = AMS( KPADEAS - SPAL0AS )
C
C   ENDIF
C   ELSE
C     IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
C       KWMAV77 = KKCCERO
C       KWMD5AS = KKCCERO
C
C Flujo másico descargado al TAC
C
C   KWMD5TC = KWMA8BA
C   CALL ELUJDA( KWMD5TC, KKCCERO, KKVALCD, KWMD87 )
C
C Presión absoluta a la entrada del TAC
C
C   KPADETC = KPAS801 - ( KCDW7EE + KCD87VG + KCD85VG ) +
1     KWMD87 / KROAGUA

```

```

C      ERROR = ABS( KPADETC - ZPAATMO )
C
C      ELSE
C      CALL FLUJOB( KPASBBI, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD77VC, KCD79RD, KMAV77, KKEXPCD )
C      KMWDEAS = KMAV77
C      KMWDETC = KMAV77 - KMAV77
C      CALL FLUJOA( KMWDETC, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD97 )
C
C      Presión absoluta a la descarga del TAC
C
C      KPADETC = KPASBBI - ( KCDM7EE + KCD87VG + KCD85VG ) A
1      KMWCD97 / KROAGUA
C      IF( ( KPADETC - ZPAATMO ) .GE. KKCCERO )THEN
C
C      EPROR = ABS( KPADETC - ZPAATMO )
C
C      ELSE
C      KMWDETC = KKCCERO
C      KMAV77 = KMAV77
C      CALL FLUJOA( KMAV77, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD77 )
C      KMWDEAS = KMAV77
C
C      Presión absoluta a la entrada de la alberca de supresión
C
C      KPADEAS = KPASBBI - ( KCD77VC + KCD79RD ) A KMWCD77 /
1      KROAGUA
C
C      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
C
C      ENDIF
C      ENDIF
C      ENDIF
C      ELSE
C      IF( KAP85VG .LE. KKCCERO .AND. KAP87VG .LE. KKCCERO )THEN
C      KMWDETC = KKCCERO
C      IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
C      KMAV77 = KKCCERO
C      KMAV84 = KMAV77
C      CALL FLUJOA( KMAV84, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD84 )
C      KMWDEAS = KMAV84
C
C      Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión
C
C      KPADEAS = KPASBBI - ( KCDM7EE + KCD86VG ) A KMWCD84 /
1      KROAGUA
C      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
C      ELSE
C      CALL FLUJOB( KPASBBI, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD77VC, KCD79RD, KMAV77, KKEXPCD )
C      KMAV84 = KMAV77 - KMAV77
C      CALL FLUJOA( KMAV84, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD84 )
C      KMWDEAS = KMAV84 + KMAV77
C

```

```

C   Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión
C
      KPADEAS = KPASBB1 - ( KCDW7EE + KCD84VG ) * KWCD84 /
1     KROAGUA
      IF( ( KPADEAS - EPA10AS ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
C
      ELSE
      KWMAV84 = KKCCERO
      KWMAV77 = KWMA8BA
      CALL FLUJOA( KWMAV77, KKCCERO, KKVALCD, KWCD77 )
      KWMAEAS = KWMAV77
C
C   Presión absoluta a la entrada de la alberca de supresión
C
      KPADEAS = KPASBB1 - ( KCD77VC + KCD79RO ) * KWCD77 /
1     KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
C
      ENDIF
      ENDIF
      ELSE
      IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
      KWMAV77 = KKCCERO
C
C   Flujo másico a través del elemento de flujo EE-N007
C
      KWMAE7 = KWMA8BA
C
      CALL FLUJOA( KWMAE7, KKCCERO, KKVALCD, KWCDM7 )
C
C   Presión absoluta a la salida del elemento de flujo EE-N007
C
      KPASEE7 = KPASBB1 - KCDW7EE * KWCDM7 / KROAGUA
C
      CALL FLUJOB( KPASEE7, ZPAATMO, KKCCERO, KROAGUA,
1     KCD85VG, KCD87VG, KWMDTC, KKEXPCD )
      KWMAV84 = KWMAE7 - KWMDTC
      CALL FLUJOA( KWMAV84, KKCCERO, KKVALCD, KWCD84 )
      KWMAEAS = KWMAV84
C
C   Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión
C
      KPADEAS = KPASEE7 - KCD84VG * KWCD84 / KROAGUA
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
      ELSE
      CALL FLUJOB( KPASBB1, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1     KCD77VC, KCD79RO, KWMAV77, KKEXPCD )
      KWMAE7 = KWMA8BA - KWMAV77
      CALL FLUJOA( KWMAE7, KKCCERO, KKVALCD, KWCDM7 )
      KPASEE7 = KPASBB1 - KCDW7EE * KWCDM7 / KROAGUA
      CALL FLUJOB( KPASEE7, ZPAATMO, KKCCERO, KROAGUA,
1     KCD85VG, KCD87VG, KWMDTC, KKEXPCD )

```

```

KMMAV84 = KMAEE7 - KMWDETC
CALL FLUJOA( KMMAV84, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD84 )
KMWDEAS = KMMAV84 + KMMAV77

```

```

C
C Presión absoluta a la descarga de al alberca de supresión
C

```

```

      KPADEAS = KPASFE7 - KCD84VG + KMWCD84 / KROAGUA
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
ELSE
  IF( KAP84VG .LE. KKCCERO )THEN
    KMMAV84 = KKCCERO
  IF( KAP85VG .LE. KKCCERO .AND. KAP87VG .LE. KKCCERO )THEN
    KMWDETC = KKCCERO
  IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
    KMMAV77 = KKCCERO
    KMWDEAS = KMMAV84 + KMMAV77
    KMMAV89 = KMMABBA
    CALL FLUJOA( KMMAV89, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD89 )

```

```

C
C Presión absoluta a la entrada del reactor
C

```

```

      KPAREAC = KPASBP1 - KPADETB - ( KCDN7FE + KCD88RO +
1      KCD89VC + KCDTURO ) * KMWCD89 / KROAGUA
      ERROR = ABS( KPAREAC - EPAREAC )
    ELSE
      CALL FLUJOA( KPASB1, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD77VC, KCD79RO, KMMAV77, KKEXPCD )
      KMWDEAS = KMMAV77 + KMMAV84
      KMMAV89 = KMMABBA - KMMAV77
      CALL FLUJOA( KMMAV89, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD89 )

```

```

C
C Presión absoluta a la entrada del reactor
C

```

```

      KPAREAC = KPASB1 - KPADETB - ( KCDN7FE + KCD88RO +
1      KCD89VC + KCDTURO ) * KMWCD89 / KROAGUA
      IF( ( KPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN
        ERROR = ABS( KPAREAC - EPAREAC )
      ELSE
        KMMAV89 = KKCCERO
        KMMAV77 = KMMABBA
        CALL FLUJOA( KMMAV77, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD77 )
        KMWDEAS = KMMAV77 + KMMAV84

```

```

C
C Presión absoluta a la entrada de la alberca de supresión
C

```

```

      KPADEAS = KPASB1 - ( KCD77VC + KCD79RO ) * KMWCD77 /
1      KROAGUA
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
    ENDIF
  ENDIF

```

```

ELSE
  IF( KAF77VC .LE. KKCCERO )THEN
    KMWAV77 = KKCCERO
    KMWDEAS = KMWAV77 + KMWAB84
    KMWAE77 = KMWAB8A - KMWAV77
    CALL FLUJDA( KMWAE77, KKCCERO, KKVALCD, KMWCDM7 )
    KPASEE7 = KPASBB1 - KCDN7EE + KMWCDM7 / KROAGUA
    CALL FLUJDB( KPASEE7, ZPAATMO, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD85VG, KCD87VG, KMWDETC, KKEXPDC )
    KMWAV89 = KMWAE77 - KMWDETC - KMWAB84
    CALL FLUJDA( KMWAV89, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD89 )

C
C   Presión absoluta a la entrada del reactor
C
1   KPAREAC = KPASEE7 - KPADETB - ( KCD88RO + KCD89VC +
      KCDTURO ) + KMWCD89 / KROAGUA
C   IF( ( KPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( KPAREAC - EPAREAC )
    ELSE
      KMWAV89 = KKCCERO
      KMWDETC = KMWAB8A
      CALL FLUJDA( KMWDETC, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD87 )

C
C   Presión absoluta a la descarga de YAC
C
1   KPADETC = KPASBB1 - ( KCDN7EE + KCD87VG + KCD85VG ) +
      KMWCD87 / KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADETC - ZPAATMO )
    ENDIF
  ELSE
1   CALL FLUJDB( KPASBB1, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
      KCD77VC, KCD79KO, KMWAV77, KKEXPDC )
    KMWDEAS = KMWAV77
    KMWAE77 = KMWAB8A - KMWAV77
    CALL FLUJDA( KMWAE77, KKCCERO, KKVALCD, KMWCDM7 )
    KPASEE7 = KPASBB1 - KCDN7EE + KMWCDM7 / KROAGUA
    CALL FLUJDB( KPASEE7, ZPAATMO, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD85VG, KCD87VG, KMWDETC, KKEXPDC )
    KMWAV89 = KMWAE77 - KMWDETC
    CALL FLUJDA( KMWAV89, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD89 )

C
C   Presión absoluta a la entrada del reactor
C
1   KPAREAC = KPASEE7 - KPADETB - ( KCD88RO + KCD89VC +
      KCDTURO ) + KMWCD89 / KROAGUA
C   IF( ( KPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS ( KPAREAC - EPAREAC )
    ELSE
      KMWAV89 = KKCCERO
      KMWDETC = KMWAB8A - KMWAV77
      CALL FLUJDA( KMWDETC, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD87 )
C

```

```

C   Presión absoluta a la descarga del TAC
C
      KPADETC = KPASBBI - ( KCDN7FE + KCD87VG + KV85VG ) *
1     KWC087VG / KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADETC - ZPAATMO )
      ENDIF
      ENDIF
      ENDIF
      ELSE
1     IF( KAP85VG .LE. KKCCERO .AND. KAP87VG .LE. KKCCERO ) THEN
          KWHDETC = KKCCERO
          IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
              KWHAV77 = KKCCERO
              KWHAE7 = KWHABBA
              CALL FLUJOA( KWHAE7, KKCCERO, KKVALCD, KWCND7 )
              KPASEE7 = KPASEBBI - KCDN7FE + KWCND7 / KROAGUA
              CALL FLUJOB( KPASEE7, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1             KCD84VG, KCDACC2, KWHAV84, KREXPCD )
              KWHDEAS = KWHAV84
              KWHAV89 = KWHAE7 - KWHAV84
              CALL FLUJOA( KWHAV89, KKCCERO, KKVALCD, KWCDB9 )
C
C   Presión absoluta a la entrada del reactor
C
      KPADEAC = KPASEE7 - KPADETR - ( KCD88RO + KCD89VC +
1     KCD79RO ) / KWCDB9 / KROAGUA
      IF( ( YPADEAC - EPADEAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
          ERROR = ABS( KPADEAC - EPADEAC )
          ELSE
              KWHAV89 = KKCCERO
              KWHAV84 = KWHABBA
              CALL FLUJOA( KWHAV84, KKCCERO, KKVALCD, KWCDB4 )
              KWHDEAS = KWHAV84 + KWHAV77
C
C   Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión
C
      KPADEAS = KPASEBI - ( KCDN7FE + KCD84VG ) / KWCDB4 /
1     KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
      ENDIF
      ELSE
1     CALL FLUJOB( KPASBBI, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
          KCD77VC, KCD79RO, KWHAV77, KREXPCD )
          KWHAE7 = KWHABBA - KWHAV77
          CALL FLUJOA( KWHAE7, KKCCERO, KKVALCD, KWCND7 )
          KPASEE7 = KPASBBI - KCDN7FE + KWCND7 / KROAGUA
          CALL FLUJOB( KPASEE7, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1         KCD84VG, KCDACC2, KWHAV84, KREXPCD )
          KWHDEAS = KWHAV84 + KWHAV77
          KWHAV89 = KWHAE7 - KWHAV84
          CALL FLUJOA( KWHAV89, KKCCERO, KKVALCD, KWCDB9 )
C

```

```

C   Presión absoluta a la entrada del reactor
C
      KPAREAC = KPASEE7 - KPADETB - ( KCD88RO + KCD89VC +
1     KCDTURD ) * KWDCD89 / KROAGUA
C   IF ( ( KPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( KPAREAC - EPAREAC )
      ELSE
        KWMAV89 = KKCCERO
        KWMAV84 = KWMA8BA - KWMAV77
        CALL FLUJDA( KWMAV84, KKCCERO, KKVALCD, KWDCD84 )
        KWMEAS = KWMAV84 + KWMAV77
C
C   Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión
C
      KPADEAS = KPASBBI - ( KCDN7EE + KCD84VG ) * KWDCD84 /
1     KROAGUA
C   IF( ( KPADEAS - EPA10AS ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
      ELSE
        KWMAV84 = KKCCERO
        KWMAV77 = KWMA8BA
        CALL FLUJDA( KWMAV77, KKCCERO, KKVALCD, KWDCD77 )
        KWMEAS = KWMAV84 + KWMAV77
C
C   Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión
C
      KPADEAS = KPASBBI - KCD77VC * KWDCD77 / KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADEAS - EPA10AS )
      ENDIF
      ENDIF
      ENDIF
      ELSE
1     IF( KAP77VC .LE. KKCCERO )THEN
        KWMAV77 = KKCCERO
        KWMAEE7 = KWMA8BA
        CALL FLUJDA( KWMAEE7, KKCCERO, KKVALCD, KWDCD7 )
        KPASEE7 = KPASBBI - KCDN7EE * KWDCD7 / KROAGUA
        CALL FLUJDB( KPASEE7, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1       KCD84VG, KCDACC2, KWMAV84, KKEXPCD )
        KWMEAS = KWMAV84 + KWMAV77
        CALL FLUJDB( KPASEE7, ZPAATNO, KKCCERO, KROAGUA,
1       KCD85VG, KCD87VG, KWMEAS, KKEXPCD )
        KWMAV89 = KWMAEE7 - KWMAV84 - KWMEAS
        CALL FLUJDA( KWMAV89, KKCCERO, KKVALCD, KWDCD89 )
C
C   Presión absoluta a la entrada del reactor
C
      KPAREAC = KPASEE7 - KPADETB - ( KCD88RO + KCD89VC +
1     KCDTURD ) * KWDCD89 / KROAGUA
C   IF ( ( KPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( KPAREAC - EPAREAC )

```

```

ELSE
  KMWAVB9 = KKCCERO
  KMWDETC = KMWABRA - KMWAVB4
  CALL FLUJOA( KMWDETC, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD87
C
C   Presión absoluta a la descarga del TAC
C
      KPADETC = KPASEE7 - ( KCD87VG + KCD85VG ) * KMWCD87 /
1      KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADETC - ZPAATMO )
ENDIF
ELSE
  CALL FLUJOB( KPASBBI, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD77VC, KCD79RD, KMWAV77, KKEXPCD )
  KMWAFEE7 = KMWABRA - KMWAV77
  CALL FLUJOB( KMWAFEE7, KKCCERO, KKVALCD, KMWCDM7 )
  KPASEE7 = KPASBBI - KCDM7EE * KMWCDM7 / KROAGUA
  CALL FLUJOB( KPASEE7, EPA10AS, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD84VG, KCDACC2, KMWAVB4, KKEXPCD )
  KMWDEA3 = KMWAV77 + KMWAVB4
  CALL FLUJOB( KPASEE7, ZPAATMO, KKCCERO, KROAGUA,
1      KCD85VG, KCD87VG, KMWDETC, KKEXPCD )
  KMWAVB9 = KMWAFEE7 - KMWAVB4 - KMWDETC
  CALL FLUJOA( KMWAVB9, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD89 )
C
C   Presión absoluta a la entrada del reactor
C
      KPAEAC = KPASEE7 - KPAJETB - ( KCD88RO + KCD89VC +
1      KCDJUBO ) * KMWCD89 / KROAGUA
      IE( ( KPAEAC - EPAEAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( KPAEAC - EPAEAC )
ELSE
  KMWAVB9 = KKCCERO
  KMWDETC = KMWAFEE7 - KMWAVB4
  CALL FLUJOA( KMWDETC, KKCCERO, KKVALCD, KMWCD87 )
C
C   Presión absoluta a la descarga del TAC
C
      KPADETC = KPASEE7 - ( KCD87VG + KCD85VG ) * KMWCD87 /
1      KROAGUA
C
      ERROR = ABS( KPADETC - ZPAATMO )
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
10 FORMAT (//, ' LAS VALVULAS MV-8177, MV-8184, MV-8185,
  MV-8187 Y MV-8189 ESTAN CERRADAS',//)
RETURN
END

```



```

SUBROUTINE NEWTON ( KWMABBA, ERROR, IWMABBA )
.....
. Esta rutina auxilia a la rutina flujos y presiones .
. para estabilizar los valores correspondientes del .
. sistema. .
.....
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'

I = I + 1
IF( I .GT. 1 ) THEN
  DELTAWM = KWMABBI - KWMABBA
  DELTAER = ERRORI - ERROE
  IF( DELTAER .EQ. 0.0 ) THEN
    KWMABBA = KWMABBI
  ELSE
.....
Flujo másico a través de la bomba principal.

    KWMABBA = KWMABBI - DELTAWM + ERROE / DELTAER
    I = 0
  ENDIF
ELSE
  ERRORI = ERROE
  KWMABBI = KWMABBA
  KWMABBA = KWMABBA + IWMABBA
ENDIF
RETURN
END

SUBROUTINE SUCESI ( EPAREAC, KPAREAC, KWMABBA, KWMBBAA,
1 KWMBBMI )
.....
. Esta rutina auxilia la rutina flujos y presiones .
. para estabilizar los valores correspondientes del .
. sistema, en el caso de que la rutina newton no .
. haya estabilizado el sistema. .
.....
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
.....
Comparación de la presión de la vasija del reactor obtenida
por el sistema con la dada por el sistema de recirculación.

IF( KPAREAC .GT. EPAREAC ) THEN

Si la presión absoluta de la vasija del reactor calculada
por el sistema es mayor que la presión absoluta dada por el
sistema de recirculación, se efectúan los siguientes
cálculos.

Nuevo valor de flujo másico mínimo.
KWMBBMI = KWMABBA

```

```
C
C Flujo másico a través de la bomba principal.
C  $KWABDA = ( KWABBA + KWABDA ) / 2$ 
C
C ELSE
C Si la presión absoluta de la vasija del reactor calculada
C por el sistema es menor que la presión absoluta dada por el
C sistema de recirculación, se efectúan los siguientes
C cálculos.
C
C Nuevo valor de flujo másico máximo.
C  $KWABBA = KWABDA$ 
C
C Flujo másico a través de la bomba principal.
C  $KWABDA = ( KWABBA + KWABDA ) / 2$ 
C
C ENDIE
C RETURN
C END
```

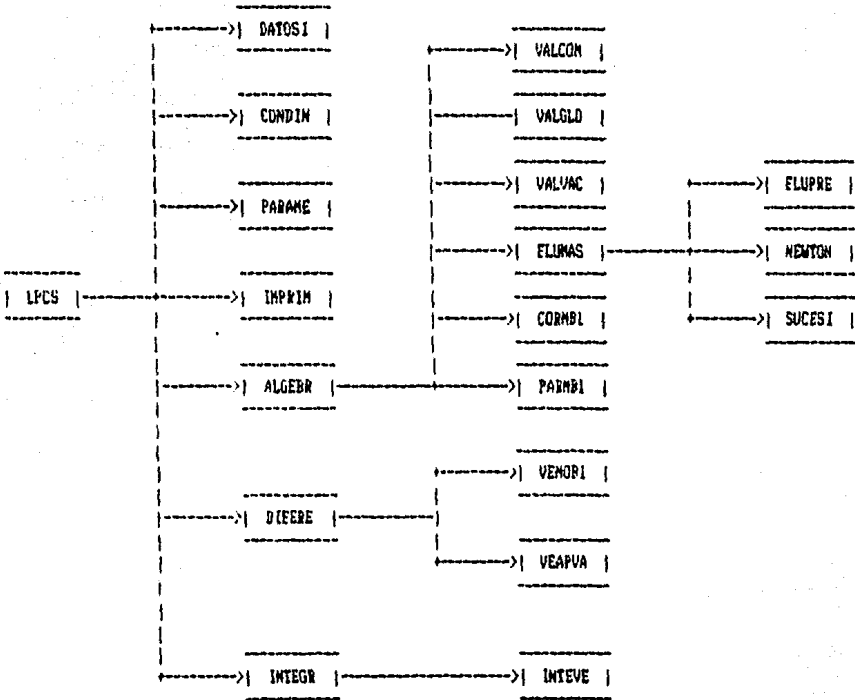
4.2 PROGRAMACION DEL MODELO LPCS

Definición de los módulos y subrutinas del modelo LPCS.

Para la creación de los módulos y subrutinas del modelo rocío del núcleo a baja presión, se utilizó el mismo nombre que en los del sistema rocío del núcleo a alta presión, ya que su función es la misma para ambos modelos. A continuación sólo se presenta la lista de las subrutinas que definen el modelo LPCS.

1	ALGEBR	12	LPCS
2	CONDIN	13	NEWTON
3	CORMB1	14	PARAME
4	DATENT	15	PARMB1
5	DATOSI	16	SUCESI
6	DIFERE	17	VALCOM
7	FLUMAS	18	VALGLO
8	FLUPRE	19	VALVAC
9	IMPRIM	20	VEAPVA
10	INTEGR	21	VEMOB1
11	INTEVE		

DIAGRAMA DE ESTRUCTURA DEL MODELO LPCS



CODIFICACION DE LAS SUBRUTINAS DEL MODELO LPCS

La codificación para algunas subrutinas del modelo no son presentadas, por ser la misma que las del modelo rocío del núcleo a alta presión.

PROGRAMA LPCS

PROGRAMA PRINCIPAL

```

C .....
C
C
C . ESTE PROGRAMA TIENE POR OBJETO CORRELACIONAR SUBRUTINAS
C . PARA LA MODELACION DEL SISTEMA ROCIO DEL NUCLEO A
C . BAJA PRESION.
C
C .
C . Programador: Victor E. Dominguez F.
C . Realizado en el I.I.E.
C . División: Sistema de Potencia.
C . Departamento: Simulacón.
C
C .....
C

```

```

INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'DATOSIM.CMM'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATEXT.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
INCLUDE 'PARAMVG.CMM'
INCLUDE 'INPRIME.CMM'
INCLUDE 'DERIVAD.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'

```

```

C .....
C Se presentan los datos de la simulación
C

```

CALL DATOSI

```

C .....
C Se realizan las siguientes lecturas
C

```

```

C + Condiciones iniciales
C

```

CALL CONDINI

```

C + Datos de entrada
C

```

CALL DATEWT

```

C

```

```

C   + Parámetros del modelo
C
C   CALL PARAME
C   .....
C   Se inicia la simulación
C
C   DO WHILE ( TIEMPO .LE. TITOSIM )
C   .....
C   Se imprimen valores de variables de interes del modelo
C
C   CALL IMPRIN
C   .....
C   Se correlacionan las rutinas que modelan las ecuaciones
C   algebraicas
C
C   CALL ALGEBP
C   .....
C   Se correlacionan las rutinas que modelan las ecuaciones
C   diferenciales.
C
C   CALL DIFERS
C   .....
C   Se correlacionan las rutinas que integran las ecuaciones
C   diferenciales.
C
C   CALL INTEGR
C   .....
C   Se incrementa el tiempo para la simulación
C
C   TIEMPO = TIEMPO + PASO
C
C   ENDDO
C   STOP
C   END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL PROGRAMA PRINCIPAL LPCS.FOR

```

SUBROUTINE DATOS1
C .....
C
C   . Esta rutina solicita datos para realizar la simulación .
C   . del sistema. .
C .....
C
C   INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C   INCLUDE 'DATOSIM.CMM'
C
C   TYPE 1
C 1 FORMAT ( ' DATOS NECESARIOS PARA LA SIMULACION DEL SISTEMA',// )
C   TYPE 2
C 2 FORMAT ( ' ROCIO DEL NUCLEO A BAJA PRESION',// )
C   TYPE 3
C 3 FORMAT ( ' TECLEA EL TIEMPO TOTAL DE SIMULACION:',$ )
C
C   Se solicita el tiempo total de simulación
C
C   ACCEPTA,TIEMPO
C   Se solicita el paso de integración
C
C   TYPE 4
C 4 FORMAT ( ' TECLEA EL PASO DE INTEGRACION:',$ )
C
C   ACCEPTA,PASO
C   Se solicita el tiempo inicial de la simulación
C
C   TYPE 5
C 5 FORMAT ( ' TECLEA EL TIEMPO INICIAL DE LA SIMULACION:',$ )
C
C   ACCEPTA,TIEMPO
C
C   RETURN
C   END

```

SUBROUTINE CONDIM

```

C .....
C .
C . Esta rutina realiza la lectura de los valores .
C . que toman las variables inicializables. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'CONDIM.CMM'
C
C Se crea archivo de variables inicializables.
C
C OPEN ( UNIT=1,FILE='CONDIM.DAT',STATUS='OLD' )
C
C Se leen los valores de las variables inicializables.
C
C READ (1,1)
C  * LWABBA,LWABBA1,LAP52VC,LAP61VC,
C  * LAP66VC,LAP62VG
C
C I FORMAT (//,6(//,E15.8,//))
C
C CLOSE (UNIT=1)
C RETURN
C END

```

SUBROUTINE PARAME

```

C .....
C .
C . Esta rutina realiza lecturas de los valores .
C . que toman los parámetros del sistema. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'PARAMET.CMM'
C INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
C INCLUDE 'PARAMVG.CMM'
C
C Se crea archivo de parámetros.
C
C OPEN ( UNIT=1,FILE='PARAME.DAT',STATUS='OLD' )
C
C Se leen los valores de los parámetros del sistema.
C

```



```

3          LWMV52, LWMV62
WRITE ( 6,3)
WRITE ( 6,4)LAPS2VC, LAP61VC, LAP66VC, LAP62VG, ERROR
C
WRITE ( 1,5)TIEMPO, LWMABAI, LIIIMBI, LTRIMBI
WRITE ( 2,5)TIEMPO, LWMABBA, LWMDEAS, LWMV66
WRITE ( 3,5)TIEMPO, LWMABBA, LWMV62, LWMV61, LAP61VC
WRITE ( 4,5)TIEMPO, LAPS2VC, LAP61VC, LAP66VC
WRITE ( 5,5)TIEMPO, LAPS2VC, LAP62VG, LAP66VC
C
ELSE
C
C Se imprimen valores del modelo en tiempo mayor que cero
C
IF( TIEMPO .LT. TITOSIN )THEN
WRITE ( 6,1)
WRITE ( 6,2)TIEMPO, LWMABBA, LPADEBB, LPAEBBI, LPASBBI,
1          LIIIMBI, LTRIMBI, LTRZMBI, LWMABAI, LSLIMBI,
2          LPAREAC, EPAREAC, LWMDEAS, LWMV66, LWMV61,
3          LWMV52, LWMV62
WRITE ( 6,3)
WRITE ( 6,4)LAPS2VC, LAP61VC, LAP66VC, LAP62VG, ERROR
C
WRITE ( 1,5)TIEMPO, LWMABAI, LIIIMBI, LTRIMBI
WRITE ( 2,5)TIEMPO, LWMABBA, LWMDEAS, LWMV66
WRITE ( 3,5)TIEMPO, LWMABBA, LWMV62, LWMV61, LAP61VC
WRITE ( 4,5)TIEMPO, LAPS2VC, LAP61VC, LAP66VC
WRITE ( 5,5)TIEMPO, LAPS2VC, LAP62VG, LAP66VC
ELSE
C
C Se imprimen los valores finales del modelo.
C
WRITE ( 6,1)
WRITE ( 6,2)TIEMPO, LWMABBA, LPADEBB, LPAEBBI, LPASBBI,
1          LIIIMBI, LTRIMBI, LTRZMBI, LWMABAI, LSLIMBI,
2          LPAREAC, EPAREAC, LWMDEAS, LWMV66, LWMV61,
3          LWMV52, LWMV62
WRITE ( 6,3)
WRITE ( 6,4)LAPS2VC, LAP61VC, LAP66VC, LAP62VG, ERROR
C
WRITE ( 1,5)TIEMPO, LWMABAI, LIIIMBI, LTRIMBI
WRITE ( 2,5)TIEMPO, LWMABBA, LWMDEAS, LWMV66
WRITE ( 3,5)TIEMPO, LWMABBA, LWMV62, LWMV61, LAP61VC
WRITE ( 4,5)TIEMPO, LAPS2VC, LAP61VC, LAP66VC
WRITE ( 5,5)TIEMPO, LAPS2VC, LAP62VG, LAP66VC
ENDIF
ENDIE
C
1 FORMAT('-----')
1-----')
2 FORMAT(
A' TIEMPO = ',E15.8,/,
A' FLUJO MASICO A TRAVES DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/,
A' AUMENTO DE PRESION DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/,
A' PRESION A LA ENTRADA DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/,

```

```

A' PRESION A LA SALIDA DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/,
A' CORRIENTE ELECTRICA EN EL MOTOR = ',E15.8,/,
A' PAR DEL MOTOR = ',E15.8,/,
A' PAR DE OPOSICION DE LA BOMBA = ',E15.8,/,
A' VELOCIDAD ANGULAR DE LA BOMBA PRINCIPAL = ',E15.8,/,
A' DESLIZAMIENTO DEL MOTOR = ',E15.8,/,
A' PRESION OBTENIDA DEL REACTOR = ',E15.8,/,
A' PRESION DEL REACTOR = ',E15.8,/,
A' FLUJO MASICO DESCARGADO A LA ALB. DE SUP. = ',E15.8,/,
A' FLUJO MASICO DESCARGADO AL REACTOR = ',E15.8,/,
A' FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VAL. MV-0161 = ',E15.8,/,
A' FLUJO MASICO SUCCIONADO DE LA ALB. DE SUP. = ',E15.8,/,
A' FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VAL. MV-0162 = ',E15.8,/,
3 FORMAT(2X,' LAPS2VC LAF61VC LAP66VC
  1LAP62VG ERROR')
4 FORMAT(2X,S(E12.6,2X))
5 FORMAT(F10.6,1X,4(E15.8,1X))

```

```

C
RETURN
END

```

SUBROUTINE ALGDIR

```

C
C .....
C
C . Esta rutina tiene la función de correlacionar .
C . las rutinas algebraicas del sistema LPCS. .
C
C .....
C
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'PARAMVC.CMM'
INCLUDE 'PARAMVS.CMM'
INCLUDE 'IAPRIME.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'
C
C .....
C Se llama la rutina para calcular el coeficiente de
C descarga para cada válvula del sistema.
C
C VALVULA MV-0152
CALL VALCOM(LKCS2VC,LAP52VC,LCDS2VC)
C VALVULA MV-0161
CALL VALCOM(LKC61VC,LAF61VC,LC061VC)
C VALVULA MV-0162
CALL VALGLO(LKC62VG,LAP62VG,LC062VG)
C VALVULA MV-0166
CALL VALCOM(LKC66VC,LAP66VC,LC066VC)
C
C .....
C Se verifica la presión en el pozo seco para operación
C de las válvulas MV-0162 y MV-0166.
C
IF ( EPAREAC.GT.LKPAPSE )THEN
  LAB62VG = .FALSE.

```

```

LCE62VG = .TRUE.
LAB66VC = .TRUE.
LCE66VC = .FALSE.
ELSE
LAB62VG = .TRUE.
LCE62VG = .FALSE.
LAB66VC = .FALSE.
LCE66VC = .TRUE.
ENDIF
C
C .....
C Se verifica el flujo másico a través de la bomba
C principal para operación de la válvula MV-B161.
C
IE ( LWM80A.GE.LKMB81 ) THEN
LAB61VC = .FALSE.
LCE61VC = .TRUE.
ELSE
LAB61VC = .TRUE.
LCE61VC = .FALSE.
ENDIF
C
C .....
C Se llama la rutina para revisar el estado de apertura
C de cada válvula del sistema.
C
CALL VALVAC(LMS2AVC,LG2ABIE,LG2CEB,LAP52VC,LAB52VC,
1 LCE52VC,KKAPMAX,KKAPMIN)
CALL VALVAC(LMS1AVC,LG1ABIE,LG1CEB,LAP61VC,LAB61VC,
1 LCE61VC,KKAPMAX,KKAPMIN)
CALL VALVAC(LMS2AVG,LG2ABIE,LG2CEB,LAP62VG,LAB62VG,
1 LCE62VG,KKAPMAX,KKAPMIN)
CALL VALVAC(LMS6AVC,LG6ABIE,LG6CEB,LAP66VC,LAB66VC,
1 LCE66VC,KKAPMAX,KKAPMIN)
C
C .....
C Se llama la rutina que calcula flujos y presiones en
C cada punto de interés del sistema.
C
CALL FLUMAS
C
C .....
C Se llama la rutina que calcula la corriente del motor
C de la bomba principal del sistema.
C
CALL CORMB1
C
C .....
C Se llama la rutina que calcula los pares del motor y
C bomba principal del sistema.
C
CALL PARMB1
RETURN
END

```

SUBROUTINE DIFERS

```

C .....
C .
C . Esta rutina tiene la funcion de correlacionar .
C . las rutinas diferenciales del sistema LPCS. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'DATEINR.CMM'
C INCLUDE 'VARIABL.CMM'
C INCLUDE 'PARAMET.CMM'
C INCLUDE 'DERIVAD.CMM'
C INCLUDE 'CONDINI.CMM'

```

```

C .....
C Se calcula la velocidad angular del motor de la
C bomba principal.
C

```

```

C CALL VEMOBI ( LTRIMBI, LTR2MBI, DWABBBI, LKINMBI )
C

```

```

C .....
C Se calcula la velocidad de apertura de las
C válvulas del sistema.
C

```

```

C Válvula N°-8152
C CALL VEAPVA(LK52AVC,DVAPV52,LKVAP52)
C Válvula N°-8161
C CALL VEAPVA(LK61AVC,DVAPV61,LKVAP61)
C Válvula N°-8166
C CALL VEAPVA(LK66AVC,DVAPV66,LKVAP66)
C Válvula N°-8162
C CALL VEAPVA(LK62AVG,DVAPV62,LKVAP62)
C

```

```

C RETURN
C END

```

SUBROUTINE INTEGR

```

C .....
C .
C . Esta rutina tiene la funci6n de correlacionar .
C . las rutinas integrales del sistema LPCS. .
C .....
C
C INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C INCLUDE 'CONDINI.CMM'
C INCLUDE 'DATEINR.CMM'
C INCLUDE 'DATOSIN.CMM'
C INCLUDE 'DERIVAD.CMM'

```

```

C .....
C Se llama la rutina para calcular la velocidad angular
C del motor de la bomba principal.
C

```

```

CALL INTEVE ( LWABAI, DWABAI, PASO )
C .....
C Se llama la rutina para calcular la apertura de las
C válvulas del sistema.
C
C Válvula #V-9152
CALL INTEVE(LAP9152C,DVAP952,PASO)
C Válvula #V-9161
CALL INTEVE(LAP9161C,DVAP961,PASO)
C Válvula #V-9162
CALL INTEVE(LAP9162C,DVAP962,PASO)
C Válvula #V-9166
CALL INTEVE(LAP9166C,DVAP966,PASO)
RETURN
END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL MODULO ALGEBR.FOR

La codificación de las subrutinas VALCOM, VALGLO, VALVAC y FLUMAS es igual a las del modelo HPCS.

```

SUBROUTINE CORMBI
C .....
C . Esta rutina calcula la velocidad sincronica, el .
C . deslizamiento y la corriente que toma el motor .
C . de la red principal del sistema LPCS. .
C .....
C
INCLUDE 'ERRORS.COM'
INCLUDE 'ERRINI.COM'
INCLUDE 'DATINI.COM'
INCLUDE 'PARAMT.COM'
INCLUDE 'IMPRINI.COM'
INCLUDE 'VARIABLE.COM'
C .....
C Velocidad sincronica del motor.
C
LWASMBI = LCTEIMS * LFRIMB / LWPOMB
C .....
C Deslizamiento del motor.
C
LSLIMBI = ( LWASMBI - LWABAI ) / LWASMBI
C .....
C Corriente del motor dependiendo de su deslizamiento.
C
IF ( LSLIMBI .LE. LXDIM1 .AND. LSLIMBI .GE. LXDIM1 ) THEN

```

```

      LIIMBI = LAIMBI * LVLIMBI
ELSE
  IF( LSLIMBI .LT. LKD2IM1 .AND. LSLIMBI .GE. LKD3IM1 )THEN
    LIIMBI = ( LAI2MB1 + LBICMB1 * LSLIMBI + LCT2MB1 *
1     LSLIMBI * LSLIMBI ) * LVLIMBI
  ELSE
    IF( LSLIMBI .LT. LKD3IM1 .AND. LSLIMBI .GE. LKD4IM1 )THEN
      LIIMBI = ( LBICMB1 * LSLIMBI ) * LVLIMBI
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
RETURN
END

```

SUBROUTINE PARMBI

```

C .....
C *
C *   Esta rutina calcula el par proporcionado por el
C *   motor y el par de oposicion de la bomba principal
C *   del sistema LPCS.
C .....
C
INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
INCLUDE 'CONDINI.CMM'
INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
C .....
C Par proporcionado por el motor, el cual depende del
C valor de su deslizamiento.
C
IF( LSLIMBI .LE. LKD1IM1 .AND. LSLIMBI .GE. LKD2IM1 )THEN
  LTRIMBI = LAI1MB1 * LVLIMBI * LVLIMBI
ELSE
  IF( LSLIMBI .LT. LKD2IM1 .AND. LSLIMBI .GE. LKD3IM1 )THEN
    LTRIMBI = ( LAI2MB1 + LBICMB1 * LSLIMBI + LCT2MB1 *
1     LSLIMBI * LSLIMBI ) * LVLIMBI * LVLIMBI
  ELSE
    IF( LSLIMBI .LT. LKD3IM1 .AND. LSLIMBI .GE. LKD4IM1 )THEN
      LTRIMBI = LBICMB1 * LSLIMBI * LVLIMBI * LVLIMBI
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
C .....
C Par de oposicion de la bomba al motor.
C
LTR2MB1 = LKT1MB1 * LWABBA1 * LWABBA1
C
RETURN
END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL MODULO DIFERE.FOR

La codificación de la subrutina VEAPVA es la misma que la del modelo HPCS.

```

SUBROUTINE VEMOBI ( LTRIMBI, LTFZMBI, DWABBAI, LKIMMBI )
.....
C
C
C   . Esta rutina calcula la derivada de la velocidad
C   . angular de la bomba principal del sistema LPCS
C   . con respecto al tiempo.
C
C .....
C
C   INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C .....
C   Aceleración angular de la bomba principal
C
C   DWABBAI = LKIMMBI + ( LTRIMBI - LTFZMBI )
C
C   RETURN
C   END

```

SUBROUTINAS LLAMADAS POR EL MODULO FLUMAS.FOR

Las codificaciones de las subrutinas NEWTON y SUCESI son igual que las del modelo HPCS.

```

SUBROUTINE FLAPRE
.....
C
C
C   . Esta rutina realiza el cálculo de flujos y presiones
C   . para cada modo de operación del sistema rocio del
C   . núcleo a baja presión. Si al realizar los cálculos
C   . el sistema no converge, se hace uso de los métodos
C   . iterativos Newton Rapson y Aproximaciones Sucesivas.
C
C .....
C
C   INCLUDE 'LEXSYS.VIC'
C   INCLUDE 'CONDINI.CM'

```



```

INCLUDE 'DATENTR.CMM'
INCLUDE 'PARAMET.CMM'
INCLUDE 'IMPRINE.CMM'
INCLUDE 'VARIABLE.CMM'

```

```

.....
Se inicia el calculo de flujos y presiones.

```

```

Presion a la entrada de la válvula MV-9152.

```

```

LPAEVS2 = LROAGUA + ZACGRAV + ENLOIAS + EPAIOAS

```

```

IF( LAP52VC .LE. KKCCERO )THEN

```

```

Flujo másico a través de la válvula MV-9152.

```

```

LWMAVS2 = KKCCERO

```

```

LPAEBB1 = KKCCERO

```

```

ELSE

```

```

LWMAVS2 = LWMA8BA

```

```

ENDIF

```

```

Presion a la entrada de la bomba principal LPCS-P001.

```

```

CALL FLUJDA( LWMAVS2, KKCCERO, LKVALED, LKMCOS2 )

```

```

LPAEBB1 = LPAEVS2 - LKCS2VC + LKMCOS2 / LROAGUA

```

```

Presion a la salida de la bomba principal LPCS-P001.

```

```

LWA18B1 = LWA8BA1 / KKWA8B1

```

```

IF( LWMA8BA .LE. LKWA18B )THEN

```

```

LPA8BB1 = LPAEBB1 + ( ( LKCI8B1 + LWA18B1 + LWA18B1 )
+ LKCE8B1 + LWA18B1 + LWMA8BA )

```

```

ELSE

```

```

IF( LWMA8BA .GT. LKWA18B .AND. LWMA8BA .LE. LKWA18B )THEN

```

```

LPA8BB1 = LPAEBB1 + ( ( LKCE8B1 + LWA18B1 + LWA18B1 )
+ LKCI8B1 + LWA18B1 + LWMA8BA )

```

```

ELSE

```

```

LPA8BB1 = LPAEBB1 + ( ( LKCE8B1 + LWA18B1 + LWA18B1 )
+ LKCI8B1 + LWA18B1 + LWMA8BA )

```

```

ENDIF

```

```

ENDIF

```

```

Aumento de presión de la bomba principal LPCS-P001.

```

```

LPADE8B = LPA8BB1 - LPAEBB1

```

```

IF( LAP66VC .LE. KKCCERO )THEN

```

```

Flujo másico a través de la válvula MV-9166.

```

```

LWMAV66 = KKCCERO

```

```

IF( LAP62VC .LE. KKCCERO )THEN

```

```

C
C Flujo masico a traves de la valvula MV-8162.
C
      LMMAV62 = KKCCERO
C
      IF( LAP61VC .LE. KKCCERO )THEN
C
C Flujo masico a traves de la valvula MV-8161.
C
      LMMAV61 = KKCCERO
C
C Flujo masico descargado a la alberca de supresión.
C
      LMMDEAS = KKCCERO
      TYPE 10
      ELSE
      LMMAV61 = LMMABEA
      LMMDEAS = LMMAV61 + LMMAV62
C
C Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión.
C
      CALL FLUJOA( LMMAV61, KKCCERO, LKVALCD, LMMCD61 )
C
      LPADIAS = LPASB1 - LPADETB - ( LCD61VC + LCD61RO ) +
      LMMCD61 / LROAGUA
C
      ERROR = ABS( LPADIAS - EPA10AS )
C
      ENDIF
      ELSE
      IF( LAP61VC .LE. KKCCERO )THEN
      LMMAV61 = KKCCERO
      LMMAV62 = LMMABEA
      LMMDEAS = LMMAV61 + LMMAV62
C
C Presión a la descarga de la alberca de supresión.
C
      CALL FLUJOA( LMMAV62, KKCCERO, LKVALCD, LMMCD62 )
C
      LPADIAS = LPASB1 - LPADETB - ( LCD62FE + LCD62VG ) +
      LMMCD62 / LROAGUA
C
      ERROR = ABS( LPADIAS - EPA10AS )
      ELSE
      CALL FLUJOB( LPASB1, EPA10AS, KKCCERO, LROAGUA,
      LCD61VC, LCD61RO, LMMAV61, LKEXPCD )
      LMMAV62 = LMMABEA - LMMAV61
      LMMDEAS = LMMAV61 + LMMAV62
      CALL FLUJOA( LMMAV62, KKCCERO, LKVALCD, LMMCD62 )
      LPADIAS = LPASB1 - LPADETB - ( LCD62FE + LCD62VG ) +
      LMMCD62 / LROAGUA
C
      IF( ( LPADIAS - EPA10AS ) .GE. KKCCERO )THEN
C
      ERROR = ABS( LPADIAS - EPA10AS )

```

```

ELSE
  LWMV62 = KKCCERO
  LWMV61 = LWMABBA
  LWMDEAS = LWMV61 + LWMV62
C
C Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión.
C
  CALL FLUJOA( LWMV61, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD61 )
  LPADEAS = LPASBBI - LPADETB - ( LCG61VC + LCG58RO ) *
1    LWMCD61 / LROAGUA
C
  ERROR = ABS( LPADEAS - EPA10AS )
  ENDIF
  ENDIF
  ENDIF
  ELSE
  IF( LAP6ZVG .LE. KKCCERO )THEN
    LWMV62 = KKCCERO
  IF( LAP61VC .LE. KKCCERO )THEN
    LWMV61 = KKCCERO
    LWMDEAS = LWMV61 + LWMV62
    LWMV66 = LWMABBA
C
C Presión absoluta a la descarga del reactor.
C
  CALL FLUJOA( LWMV66, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD66 )
  LPAREAC = LPASBBI - LPADETB - ( LCGM2FE + LCG63RO +
1    LCG66VC + LCGTURO ) * LWMCD66 / LROAGUA
C
  ERROR = ABS( LPAREAC - EPAREAC )
  ELSE
  CALL FLUJOB( LPASBBI, EPA1CAS, KKCCERO, LROAGUA,
1    LCG61VC, LCG58RO, LWMV61, LKEXPCD )
  LWMDEAS = LWMV61 + LWMV62
  LWMV66 = LWMABBA - LWMV61
C
C Presión absoluta a la descarga del reactor.
C
  CALL FLUJOA( LWMV66, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD66 )
  LPAREAC = LPASBBI - LPADETB - ( LCGM2FE + LCG63RO +
1    LCG66VC + LCGTURO ) * LWMCD66 / LROAGUA
C
  IF( ( LPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN
C
  ERROR = ABS( LPAREAC - EPAREAC )
  ELSE
  LWMV66 = KKCCERO
  LWMV61 = LWMABBA
  LWMDEAS = LWMV61 + LWMV62
C
C Presión a la descarga de la alberca de supresión.
C
  CALL FLUJOA( LWMV61, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD61 )
  LPADEAS = LPASBBI - LPADETB - ( LCG61VC + LCG58RO ) *
1    LWMCD61 / LROAGUA

```

```

C      ERROR = ABS( LPAGEAS - EPA10AS )
      ENDIF
      ENDIF
      ELSE
      IF( LAP61VC .LE. KKCCERO )THEN
      LMAV61 = KKCCERO
      LMAFE2 = LMA66A
      CALL FLUJOA( LMAFE2, KKCCERO, LKVALCD, LWMCDW2 )
      LPASEE2 = LPASBB1 - LCDNCFE * LWMCDW2 / LROAGUA
      CALL FLUJOB( LPASEE2, EPA10AS, KKCCERO, LROAGUA,
1          LCD62VG, LCDACC2, LMAV62, LKEXPCD )
      LMAFEAS = LMAV61 + LMAV62
      LMAV66 = LMAFE2 - LMAV62

C
C      Presion absoluta a la descarga del reactor.
C
      CALL FLUJOA( LMAV66, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD66 )
      LPAREAC = LPASEE2 - LPADETB - ( LCD63RO + LCD66VC +
1          LCDTURO ) * LWMCD66 / LROAGUA
      IF( LPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN

C
      ERROR = ABS( LPAREAC - EPAREAC )
      ELSE
      LMAV66 = KKCCERO
      LMAV62 = LMAFE2
      LMAFEAS = LMAV61 + LMAV62

C
C      Presion absoluta a la descarga de la alberca de supresion.
C
      CALL FLUJOA( LMAV62, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD62 )
      LPAREAS = LPASEE2 - LPADETB - LCD62VG * LWMCD62 /
1          LROAGUA

C
      ERROR = ABS( LPAREAS - EPA10AS )
      ENDIF
      ELSE
      CALL FLUJOB( LPASBB1, EPA10AS, KKCCERO, LROAGUA,
1          LCD61VC, LCD68RO, LMAV61, LKEXPCD )
      LMAFE2 = LMA66A - LMAV61
      CALL FLUJOA( LMAFE2, KKCCERO, LKVALCD, LWMCDW2 )
      LPASEE2 = LPASBB1 - LCDNCFE * LWMCDW2 / LROAGUA
      CALL FLUJOB( LPASEE2, EPA10AS, KKCCERO, LROAGUA,
1          LCD62VG, LCDACC2, LMAV62, LKEXPCD )
      LMAFEAS = LMAV61 + LMAV62
      LMAV66 = LMAFE2 - LMAV62

C
C      Presion absoluta a la descarga del reactor.
C
      CALL FLUJOA( LMAV66, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD66 )
      LPAREAC = LPASEE2 - LPADETB - ( LCD63RO + LCD66VC +
1          LCDTURO ) * LWMCD66 / LROAGUA
      IF( LPAREAC - EPAREAC ) .GE. KKCCERO )THEN

C
      ERROR = ABS( LPAREAC - EPAREAC )

```

```

ELSE
  LWMV66 = KKCCERO
  LWMV63 = LWMFEE2
  LWMDEAS = LWMV61 + LWMV62
C
C Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión.
C
  CALL FLUJOA( LWMV62, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD62 )
  LPAD6AS = LPASFE2 - LPAD6E6 - LCO6206 + LWMCD62 /
    LK0AGUA
C
  IF ( LPAD6AS - EPA10AS ) .GE. KKCCERO THEN
C
    ERKOR = ABS( LPAD6AS - EPA10AS )
    ELSE
      LWMV62 = KKCCERO
      LWMV61 = LWMARBA
      LWMDEAS = LWMV61 + LWMV62
C
C Presión absoluta a la descarga de la alberca de supresión.
C
  CALL FLUJOA( LWMV61, KKCCERO, LKVALCD, LWMCD61 )
  LPAD6AS = LPAS881 - LPAD6E3 - LCO610C + LCO5880 +
    LWMCD61 / LK0AGUA
C
    ERKOR = ABS( LPAD6AS - EPA10AS )
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
10 FORMAT ( //, ' LAS VALVULAS MV-8161, MV-8162 Y MV-8166 ESTAN
ICEZPADAS', // )
RETURN
END

```

5 VALIDACION

En este capítulo se presenta algunos de los resultados obtenidos para verificar que los modelos de los sistemas rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión, reflejen el comportamiento de los sistemas correspondientes dentro del marco experimental, definido en el desarrollo de los capítulos III y IV.

Para la validación de los modelos se realizaron pruebas en estado estable y pruebas en transitorios.

Validación en estado estable.

La validación en estado estable, consiste en comparar los valores reales o de diseño de las variables del sistema con los valores de las variables obtenidas al estabilizarse la simulación del modelo correspondiente.

Desafortunadamente no se tienen valores reales de los sistemas y por otra parte sólo se cuenta con muy pocos datos de diseño. De hecho las únicas variables conocidas son los flujos a través de las trayectorias de los sistemas para sus diferentes modos de operación. Sin embargo se sabe que la distribución de presiones en sus trayectorias de flujo deben ser consistentes con los mismos, así los resultados obtenidos en estado estable para cada modelo concuerdan para el flujo másico de los mismos, con un error mínimo, ver tablas 1 y 2. Por otra parte no es posible obtener datos reales de los sistemas ya que éstos no se encuentran actualmente en operación.

Las pruebas realizadas en estado estable de los modelos rocío del núcleo a alta y baja presión, para cada uno de sus modos de operación se presentan en forma tabular en sus secciones correspondientes del mismo capítulo.

Validación en transitorios.

La validación en transitorios permite verificar que la respuesta dinámica de las variables de proceso de los modelos, sea la que se espera. Para verificar que los modelos respondan adecuadamente en el paso de un estado estable a otro se realizaron un conjunto de pruebas, las cuales se describen en las secciones correspondientes del mismo capítulo, junto con las graficas de los resultados obtenidos.

5.1 VALIDACION DEL MODELO HPCS

5.1.1 Validación en estado estable.

La tabulación de los resultados obtenidos en los diferentes modos de operación del modelo rocío del núcleo a alta presión, se ha definido de acuerdo a la información de diseño.

MODOS DE OPERACION DEL SISTEMA HPCS.

MODO DE OPERACION	DESCRIPCION
A	Modo de emergencia con presión en el reactor de 7894500.2 pascales, succión del TAC.
B	Modo de emergencia con presión en el reactor de 7894500.2 pascales, succión de la AS.
C	Modo de emergencia con presión en el reactor de 1482373.4 pascales, succión de la AS.
D	Modo de emergencia con presión en el reactor de 282685.16 pascales, succión de la AS.
E	Modo de emergencia con presión en el reactor de 282685.16 pascales, succión del TAC.
F	Modo de emergencia con presión en el reactor de 101352.97 pascales, succión de la AS.
G	Modo de prueba a la AS, succión de la misma.
H	Modo de prueba al TAC, succión del mismo.
J	Modo de prueba a la AS, succión del TAC.

TAC : Tanque de almacenamiento de condensado.

AS : Alberca de supresión.

TABLA 1 VALIDACION EN ESTADO ESTABLE DEL MODELO
 ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION

MODO DE OPERACION	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA BOMBA Kg/s		ERROR %
	VALOR DE DISEÑO	VALOR DEL MODELO	
A	69.08	69.08	0.00
B	69.08	69.08	0.00
C	234.69	234.69	0.00
D	288.95	288.95	0.00
E	288.95	288.95	0.00
F	315.45	315.45	0.00
G	315.45	314.74	0.22
H	288.95	288.74	0.07
J	31.54	31.54	0.00
ERROR PROMEDIO =			0.03

5.1.2 VALIDACION TRANSITORIA

A continuación se listan las variables utilizadas en las gráficas que permiten observar el comportamiento transitorio del sistema, al realizarse las pruebas correspondientes del modelo rocío del núcleo a alta presión.

- 1.- Par del motor de la bomba
- 2.- Corriente del motor
- 3.- Velocidad angular del motor
- 4.- Flujo másico a través de la bomba
- 5.- Flujo másico descargado al reactor
- 6.- Flujo másico descargado al TAC
- 7.- Flujo másico descargado a la AS
- 8.- Apertura de la válvula MV-8177
- 9.- Apertura de la válvula MV-8169
- 10.- Apertura de la válvula MV-8182
- 11.- Apertura de la válvula MV-8184
- 12.- Apertura de la válvula MV-8185
- 13.- Apertura de la válvula MV-8187
- 14.- Apertura de la válvula MV-8189

PRUEBA No. 1

Estado inicial del sistema HPCS.

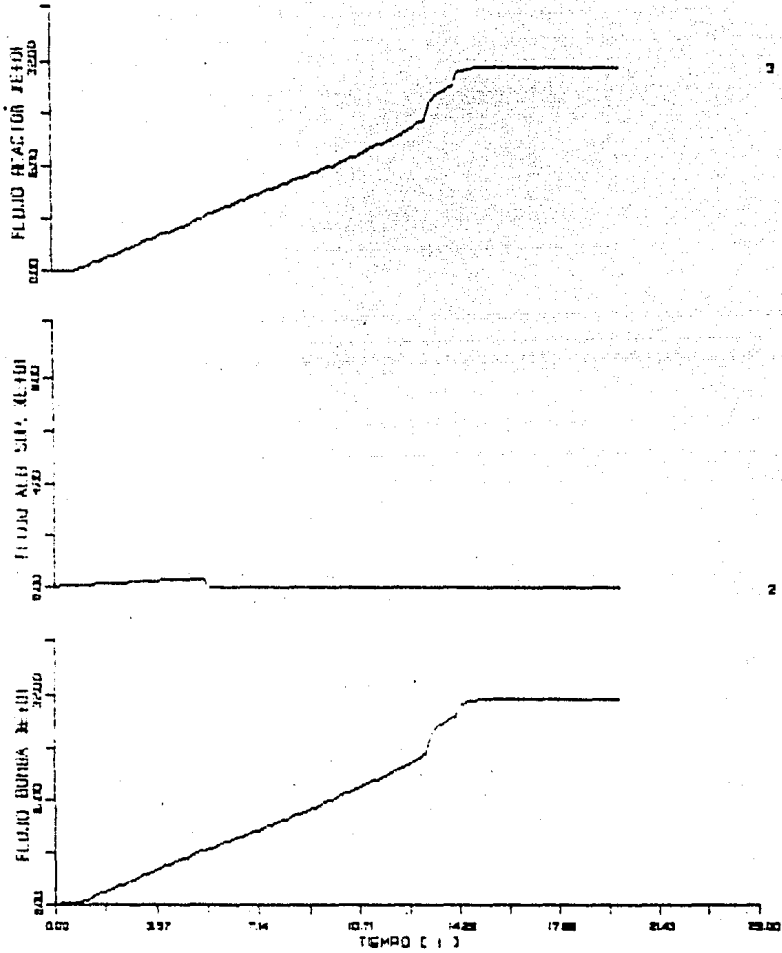
El sistema se encuentra en modo de reserva (Ver capítulo I sección " Modos de operación del sistema HPCS "), con la válvula de succión del tanque de almacenamiento de condensado MV-8169 totalmente abierta.

Perturbación.

Se da un valor de presión mayor de 0.141 Kg/cm² en el pozo seco para activar al sistema, se supone que hay un valor de 101352.97 pascales en la vasija del reactor.

Dinámica del sistema.

En esta prueba arranca el motor de la bomba principal, la válvula de flujo mínimo MV-8177 abre, permitiendo a la bomba descargar el flujo a la alberca de supresión mientras la válvula de inyección al reactor MV-8189 abre y la bomba vence la presión que hay en la vasija del reactor. Una vez que el flujo a través de la línea de descarga al reactor es mayor a 30 Kg/s, la válvula MV-8177 cierra.



PRUEBA No 1
 COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA HPCS
 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
 2- FLUJO MASICO A LA ALBERCA DE SUPRESION
 3- FLUJO MASICO AL REACTOR

APERTURA MV-8188

MV-8188

APERTURA MV-8177

MV-8177

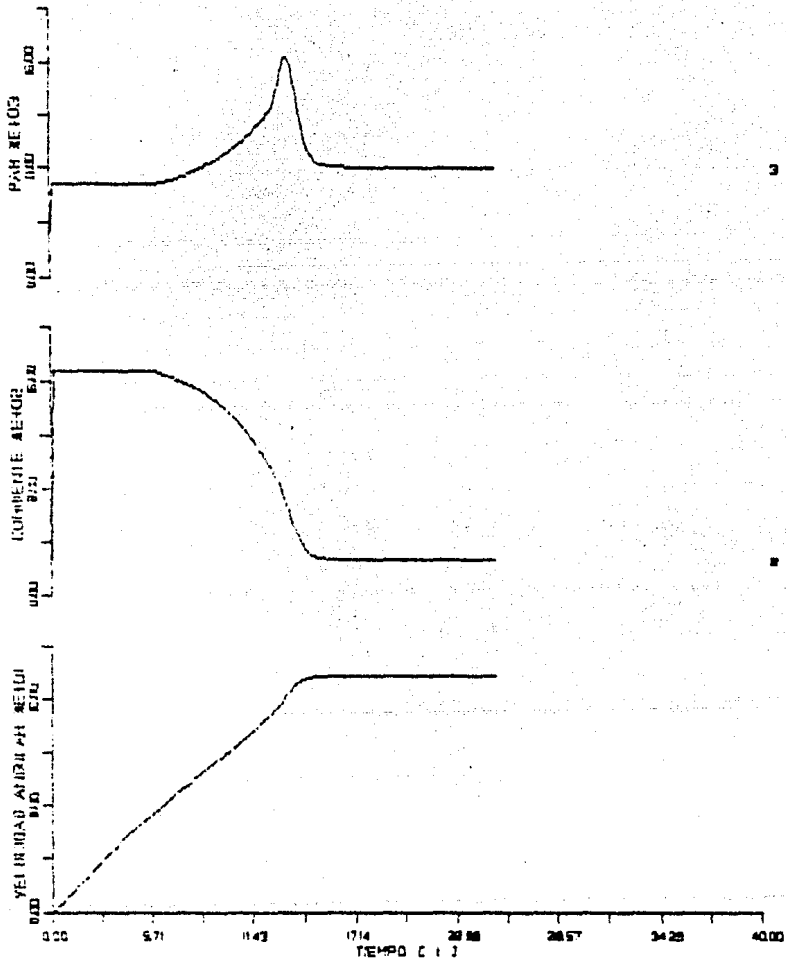
APERTURA MV-8189

MV-8189

TIEMPO (s)

PRUEBA No. 1

COMPORTAMIENTO DE LA APERTURA DE LAS VALVULAS
MV-8188, MV-8177 Y MV-8189.



PRUEBA No. 1

COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA MPDS

1- VELOCIDAD ANGULAR

2- CORRIENTE

3- PAR

PRUEBA No. 2

Estado inicial del sistema HPCS.

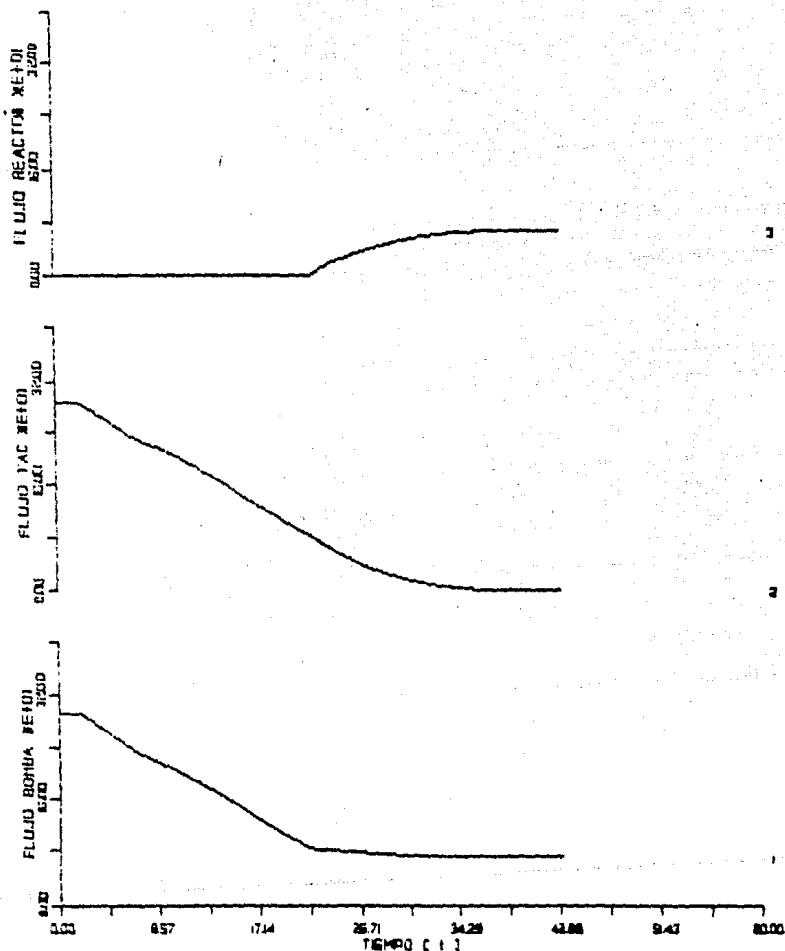
El sistema se encuentra en modo de prueba al tanque de almacenamiento de condensado con succión del mismo. Las válvulas MV-8185 y MV-8187 de la línea de prueba al tanque de almacenamiento de condensado se encuentran totalmente abiertas.

Perturbación.

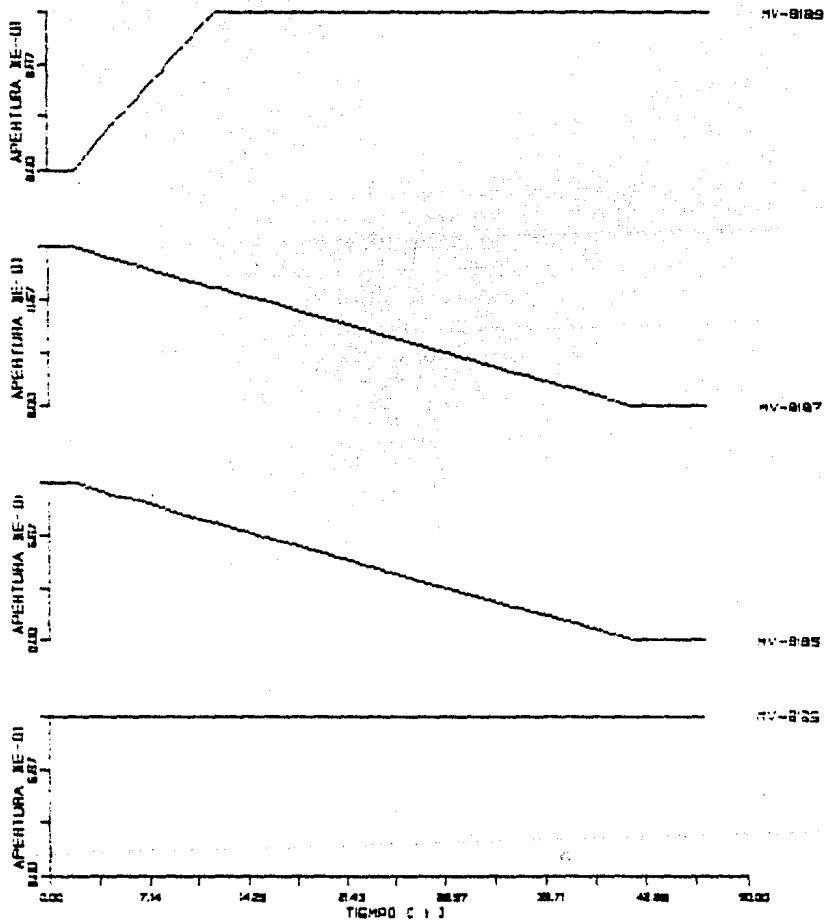
Se da un valor de presión mayor de 0.141 Kg/cm² en el pozo seco para que el sistema cambie a las condiciones de emergencia, se supone que hay un valor de 1482373.4 pascales en la vasija del reactor.

Dinámica del sistema.

En esta prueba las válvulas de la línea de prueba al tanque de almacenamiento de condensado MV-8185 y MV-8187 se cierran al recibirse una señal de inicialización por alta presión en el pozo seco. La válvula de inyección al reactor MV-8189 abre automáticamente, para permitir la descarga de flujo a la vasija del reactor.



PRUEBA No 2
 COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA HPCS
 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
 2- FLUJO MASICO AL PAC
 3- FLUJO MASICO AL REACTOR



PRUEBA No 2

COMPORTAMIENTO DE LA APERTURA DE LAS VALVULAS
 NV-8185, NV-8185, NV-8187 Y NV-8185.

PRUEBA No. 3

Estado inicial del sistema.

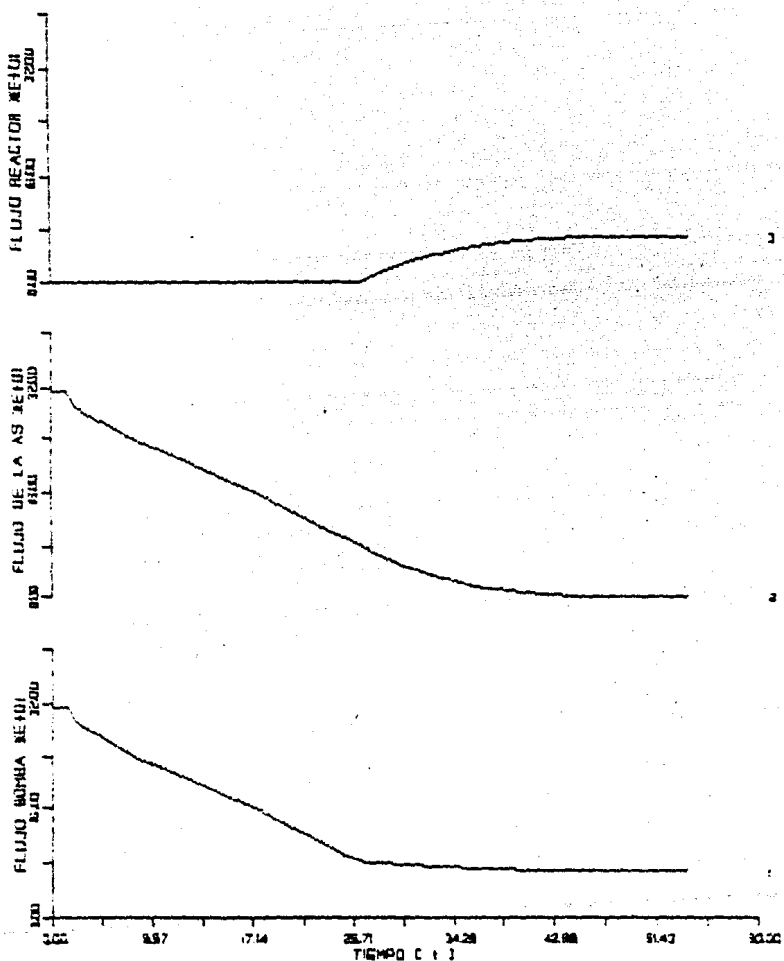
El sistema se encuentra en modo de prueba a la alberca de supresión, con succión de la misma. La válvula MV-8184 de la línea de prueba a la alberca de supresión se encuentra totalmente abierta.

Perturbación.

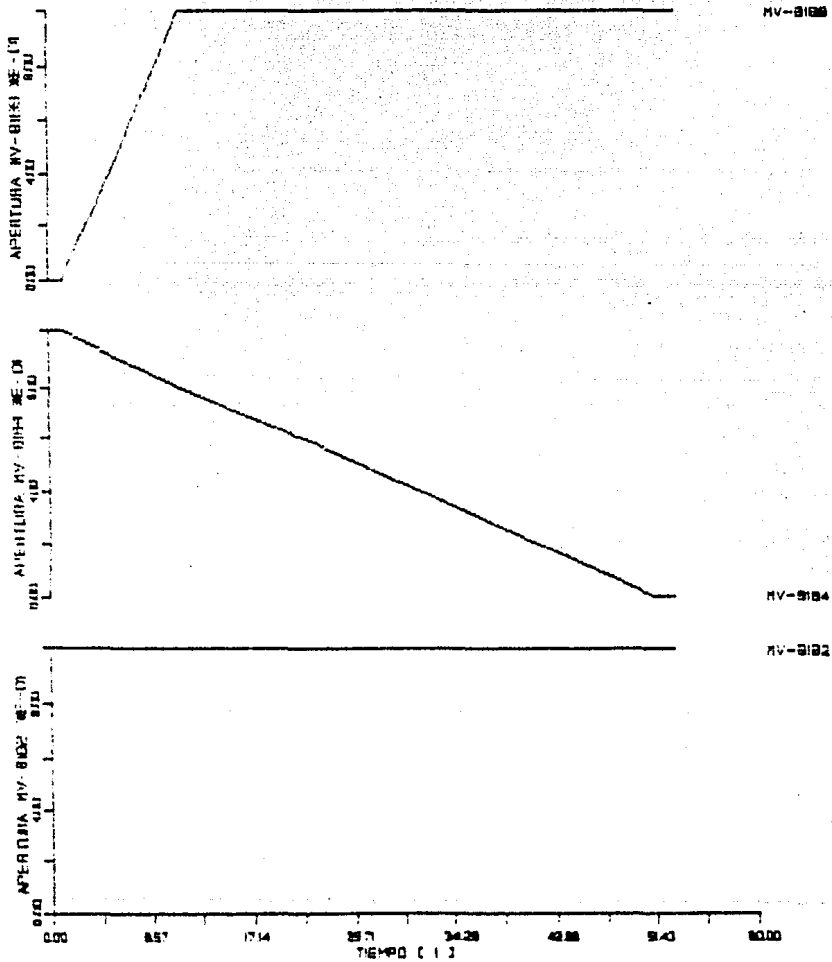
Se da un valor de presión mayor de 0.141 Kg/cm^2 en el pozo seco para que el sistema cambie a las condiciones de emergencia, se supone que hay un valor de 7894500.2 pascales en la vasija del reactor.

Dinámica del sistema.

En esta prueba la válvula de la línea de prueba a la alberca de supresión MV-8184 se cierra automáticamente al recibir una señal de inicialización por alta presión en el pozo seco. La válvula de inyección al reactor MV-8189 abre automáticamente para permitir la descarga de flujo a la vasija del reactor.



PRUEBA No 3
 COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA HPCS
 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
 2- FLUJO MASICO A LA ALA DE SUP.
 3- FLUJO MASICO AL REACTOR



PRUEBA No 3

COMPORTAMIENTO DE LA APERTURA DE LAS VALVULAS
 MV-8182, MV-8184 Y MV-8183

PRUEBA No. 4**Estado inicial del sistema HPCS.**

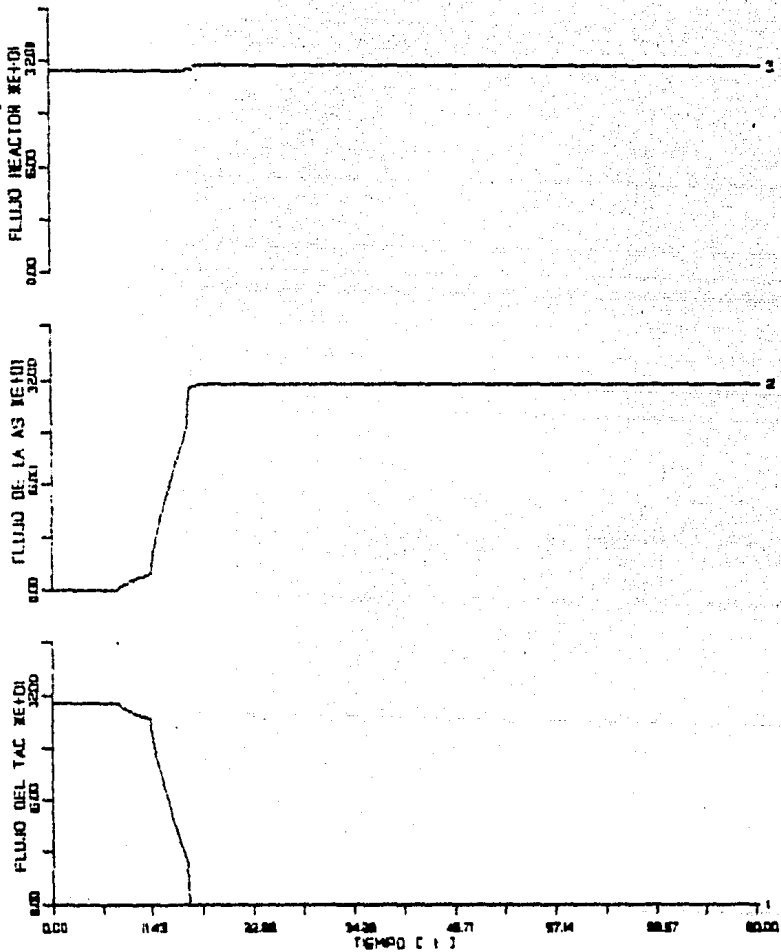
El sistema se encuentra en modo de emergencia con succión desde el tanque de almacenamiento de condensado.

Perturbación.

El nivel de agua en el tanque de almacenamiento de condensado llega a su valor bajo, habiendo un valor de 101352.97 pascales en la vasija del reactor.

Dinámica del sistema.

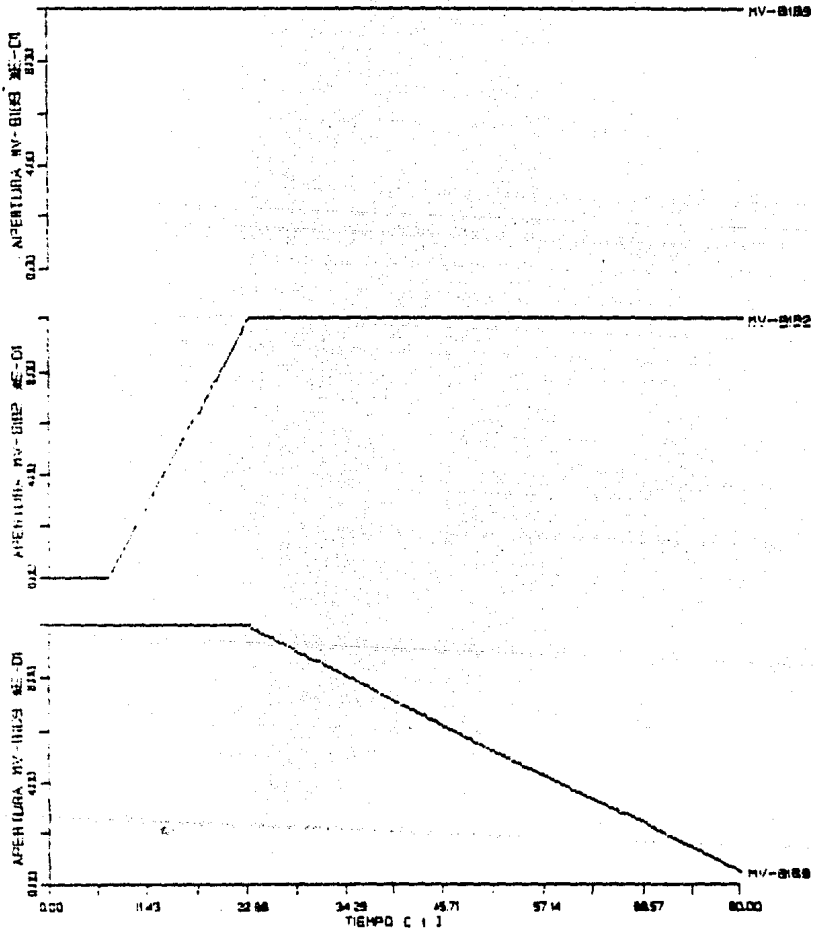
En esta prueba la válvula de succión de la alberca de supresión MV-8182 abre al recibir señal de bajo nivel de agua en el tanque de almacenamiento de condensado. Una vez abierta totalmente la válvula MV-8182, la válvula de succión del tanque de almacenamiento de condensado MV-8169 recibe señal de cerrar, permitiendo de esta forma al sistema seguir inyectando agua a la vasija del reactor, mientras exista la señal de iniciación del mismo.



PRUEBA No. 4

COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA MFCs

- 1- FLUJO MASICO DEL TAC
- 2- FLUJO MASICO DE LA ALB DE SUP
- 3- FLUJO MASICO AL REACTOR



PRUEBA No. 4

COMPORTAMIENTO DE LA APERTURA DE LAS VALVULAS
MV-8189, MV-8182 Y MV-8188

PRUEBA No. 5

Estado inicial del sistema HPCS.

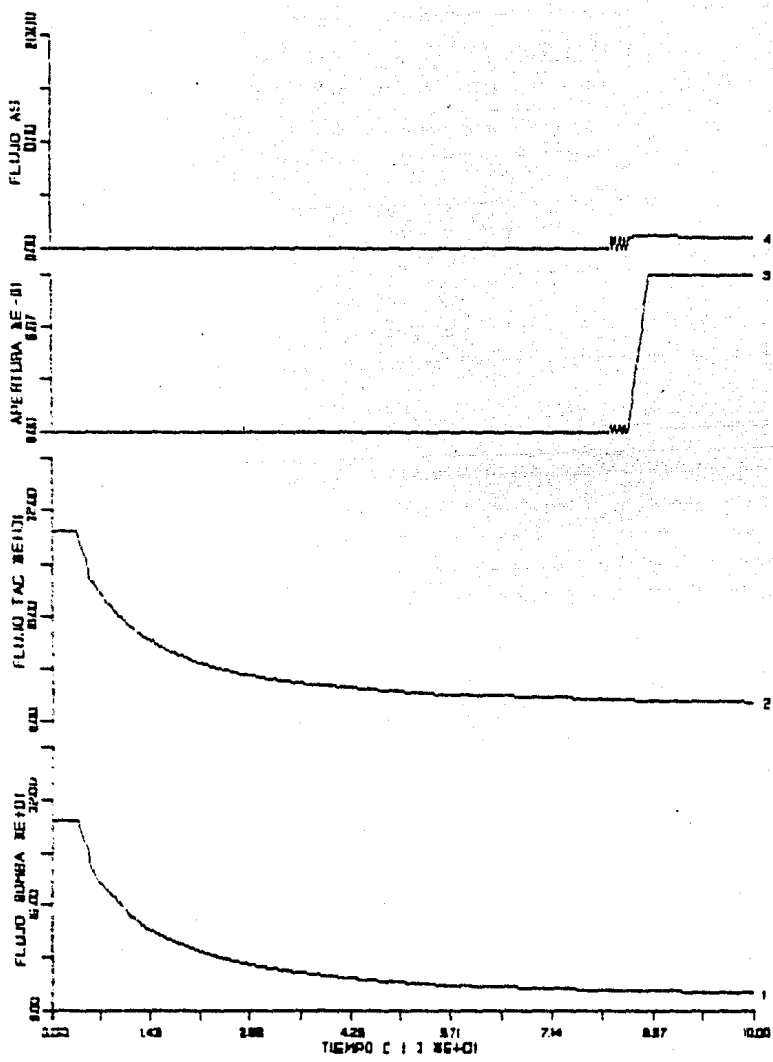
El sistema se encuentra en modo de prueba al tanque de almacenamiento de condensado, con succión del mismo. Las válvulas MV-8185 y MV-8187 de la línea de prueba al tanque de almacenamiento de condensado están totalmente abiertas.

Perturbación.

Se deja de alimentar voltaje al motor de la bomba principal.

Dinámica del sistema.

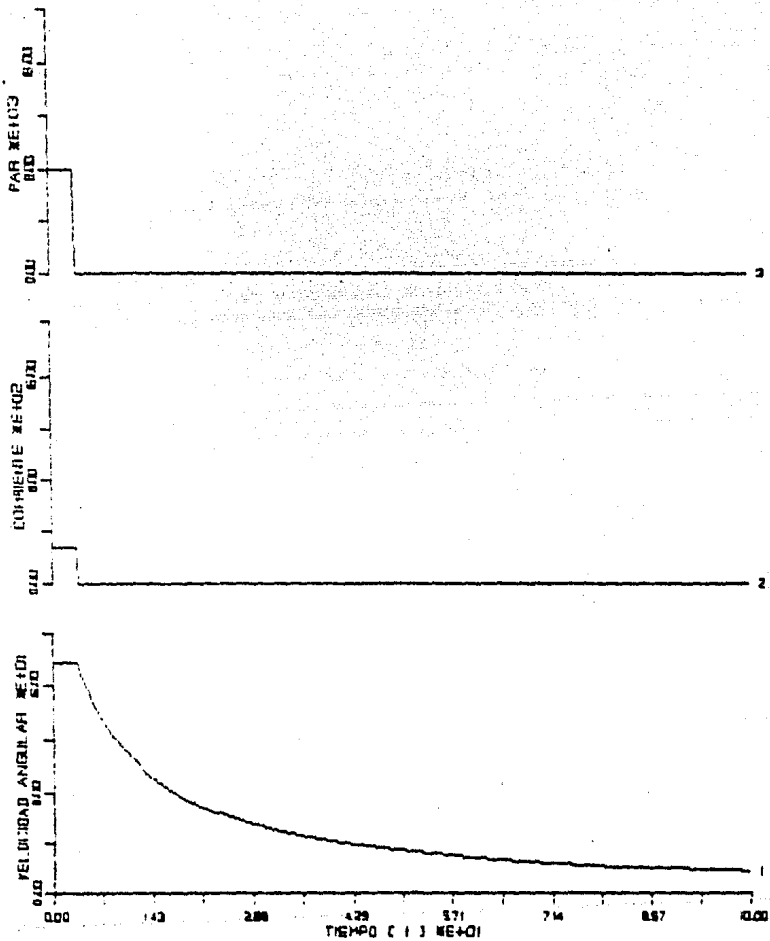
En esta prueba el motor de la bomba principal deja de funcionar, por lo que el flujo a la descarga de la bomba disminuye, mientras la bomba para totalmente. La válvula de flujo mínimo MV-8177 abre automáticamente al llegar a un valor menor a 30 Kg/s el flujo másico a la descarga de la bomba principal, descargándose parte del flujo a la alberca de supresión.



PRUEBA No. 5

COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA HROS.

- 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
- 2- FLUJO MASICO AL TAC
- 3- APERTURA DE LA VALVULA MV-0177
- 4- FLUJO MASICO A LA AS.



PRUEBA No. 5

COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA MPDS

- 1- VELOCIDAD ANGULAR
- 2- CORRIENTE
- 3- PAR

5.2 VALIDACION DEL MODELO LPCS

5.2.1 VALIDACION EN ESTADO ESTABLE

La tabulación de los resultados obtenidos en los diferentes modos de operación del modelo rocío del núcleo a baja presión, se ha definido de acuerdo a la información de diseño.

MODOS DE OPERACION DEL SISTEMA LPCS.

MODO DE OPERACION	DESCRIPCION
A	Modo de prueba a la AS, succión de la misma.
B	Modo de emergencia con presión en el reactor de 921829.41 pascales, succión de la AS.
C	Modo de emergencia con presión en el reactor 280616.73 pascales, succión de la AS.
D	Modo de emergencia con presión en el reactor 101352.97 pascales, succión de la AS.

TABLA 2 VALIDACION EN ESTADO ESTABLE DEL MODELO
 ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION

MODO DE OPERACION	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA BOMBA Kg/s		ERROR %
	VALOR DE DISEÑO	VALOR DEL MODELO	
A	315.45	315.36	0.02
B	234.69	234.69	0.00
C	288.95	288.95	0.00
D	315.45	315.45	0.00
ERROR PROMEDIO =			0.005

5.2.2 VALIDACION TRANSITORIA

A continuación se listan las variables utilizadas en las gráficas que permiten observar el comportamiento transitorio del sistema, al realizarse las pruebas correspondientes del modelo rocio del núcleo a baja presión.

- 1.- Par del motor de la bomba
- 2.- Corriente del motor
- 3.- Velocidad angular del motor
- 4.- Flujo másico a través de la bomba
- 5.- Flujo másico descargado al reactor
- 6.- Flujo másico descargado a la AS
- 7.- Apertura de la válvula MV-8161
- 8.- Apertura de la válvula MV-8162
- 9.- Apertura de la válvula MV-8166

PRUEBA No. 1

Estado inicial del sistema LPCS.

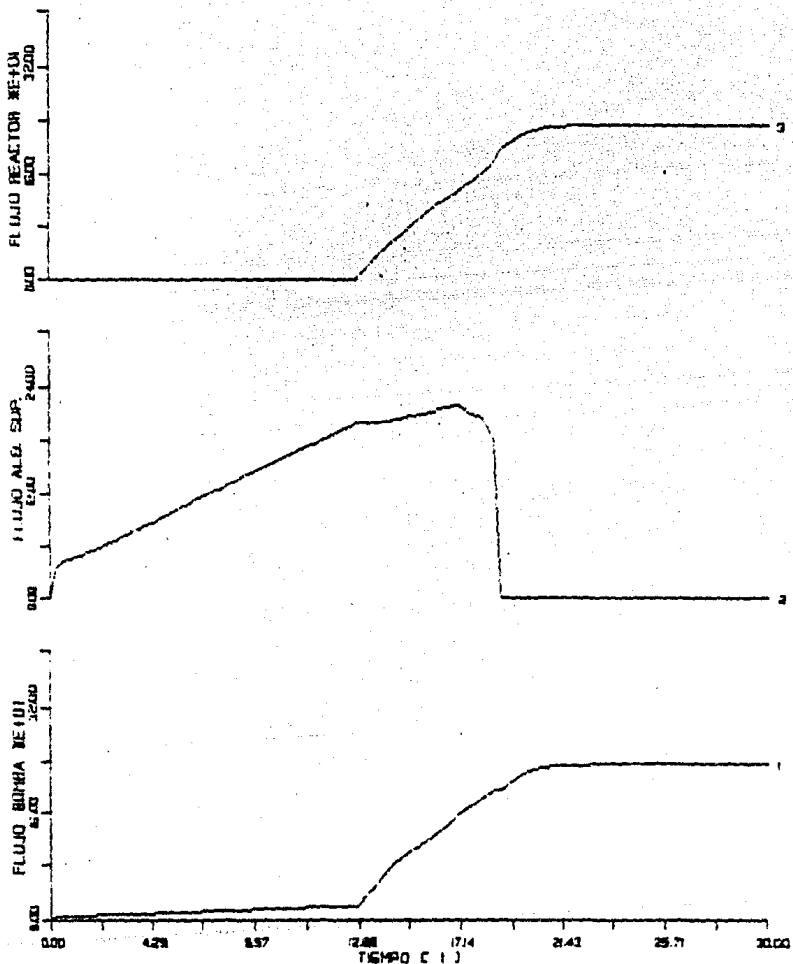
El sistema se encuentra en modo de reserva (Ver capítulo I seccion " Modos de operación del sistema LPCS "), con succión desde la alberca de supresión. La válvula MV-8152 esta totalmente abierta.

Perturbación.

Se da un valor de presión mayor de 0.141 Kg/cm² en el pozo seco para activar al sistema, se supone que hay un valor de 101352.97 pascales en la vasija del reactor.

Dinámica del sistema.

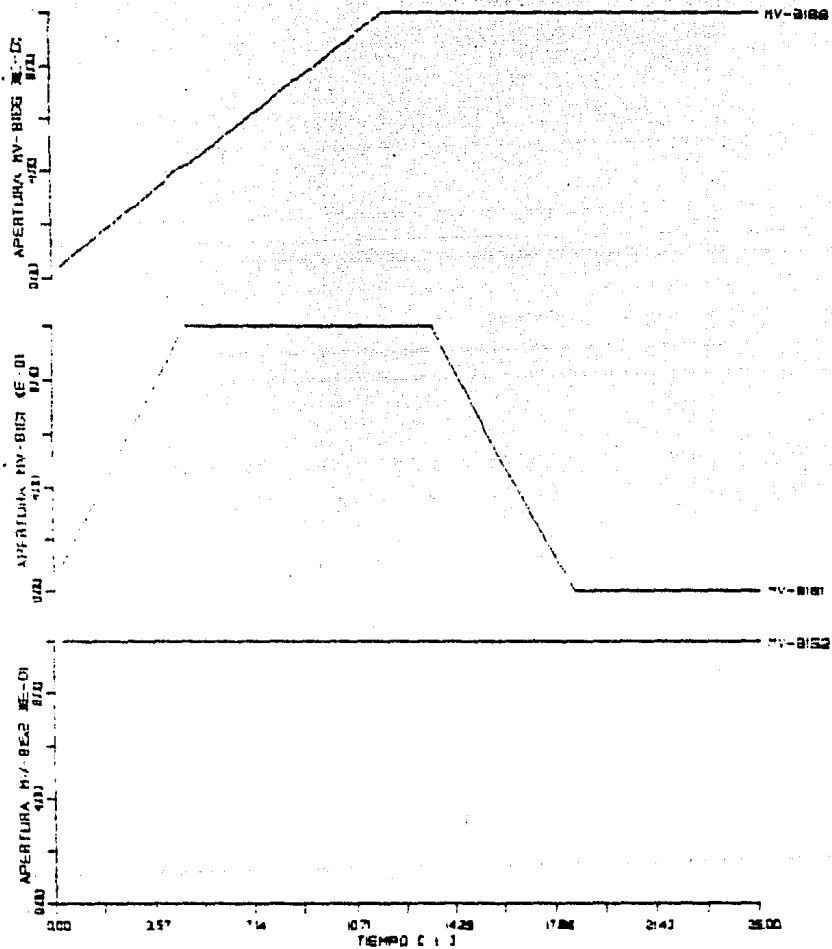
En esta prueba arranca el motor de la bomba principal al recibirse la señal de inicialización por alta presión en el pozo seco, la válvula de flujo mínimo MV-8161 abre automáticamente para permitir a la bomba descargar el flujo a la alberca de supresión mientras la válvula de inyección al reactor MV-8166 abre y la bomba vence la presión que hay en la vasija del reactor. Una vez que el flujo a través de la línea de descarga al reactor es mayor a 30 Kg/s, la válvula MV-8161 cierra.



PRUEBA No. 1

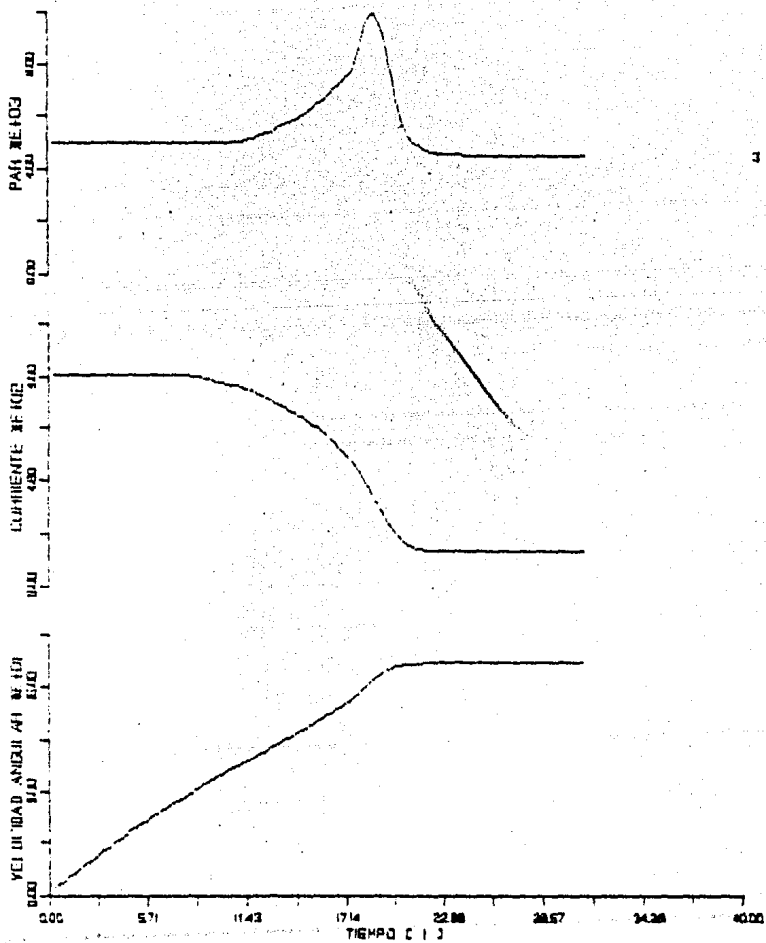
COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA LPS

- 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
- 2- FLUJO MASICO A LA ALBERCA DE SUPRESION
- 3- FLUJO MASICO AL REACTOR



PRUEBA No 1

COMPORTAMIENTO DE LA APERTURA DE LAS VALVULAS
 NV-8122, NV-8121 Y NV-8120



PRUEBA No 1
 COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA L.P.C.S
 1 - VELOCIDAD ANGULAR
 2 - CORRIENTE
 3 - PAR

PRUEBA No. 2

Estado inicial del sistema LPCS.

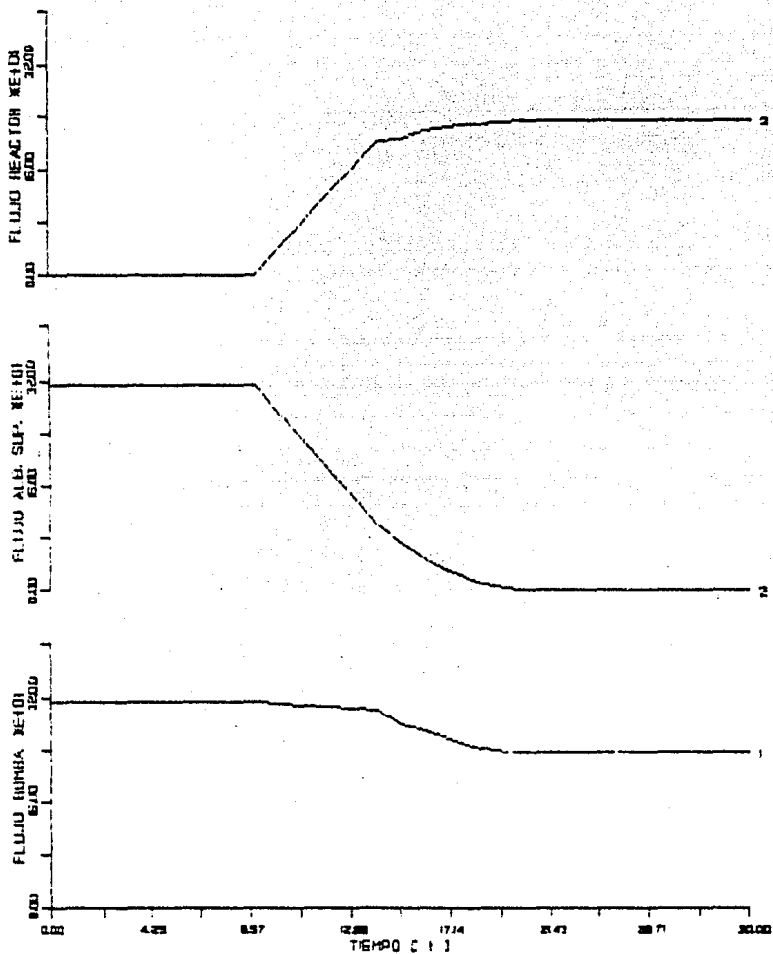
El sistema se encuentra en modo de prueba a la alberca de supresión, con succión de la misma. La válvula MV-8162 de la línea de prueba a la alberca de supresión se encuentra totalmente abierta.

Perturbación.

Se da un valor de presión mayor de 0.141 Kg/cm² en el pozo seco para que el sistema cambie a las condiciones de emergencia, se supone que hay un valor de 280616.73 pascales en la vasija del reactor.

Dinámica del sistema.

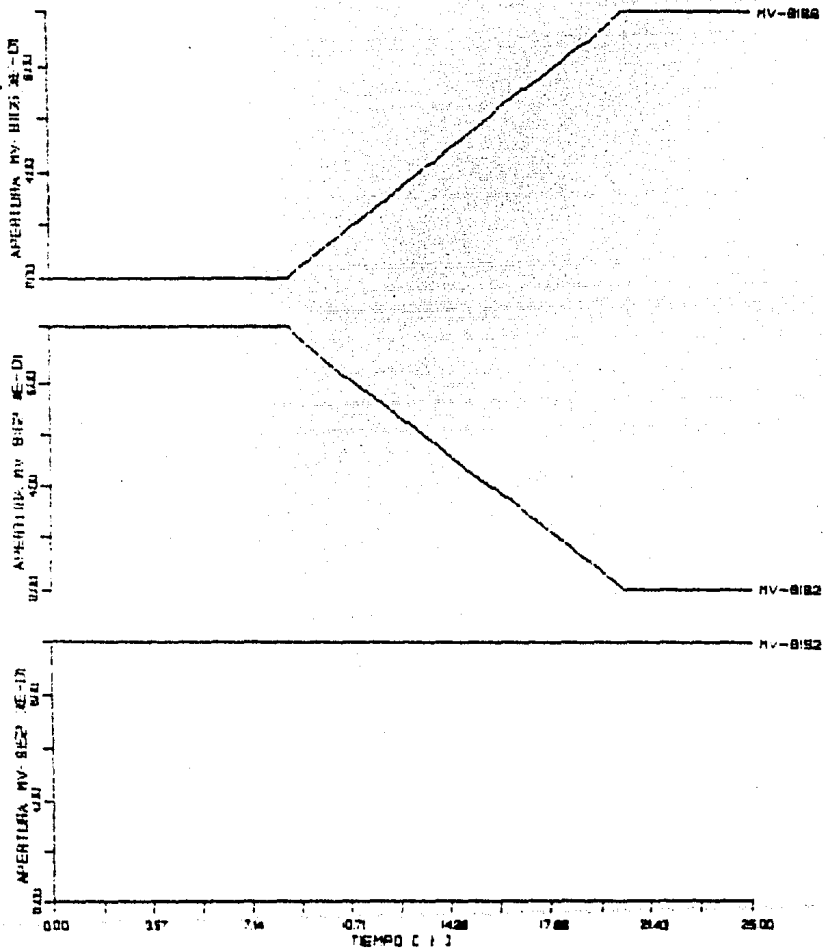
En esta prueba la válvula MV-8162 de la línea de prueba a la alberca de supresión se cierra al recibir una señal de inicialización por alta presión en el pozo seco. La válvula de inyección al reactor MV-8166 abre automáticamente para permitir la descarga de flujo a la vasija del reactor.



PRUEBA No. 2

COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA LPCS

- 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
- 2- FLUJO MASICO A LA ALBERCA DE SUPRESION
- 3- FLUJO MASICO AL REACTOR



PRUEBA No 2

COMPORTAMIENTO DE LA APERTURA DE LAS VALVULAS
 HV-812, HV-812 Y HV-812.

PRUEBA No. 3

Estado inicial del sistema LPCS.

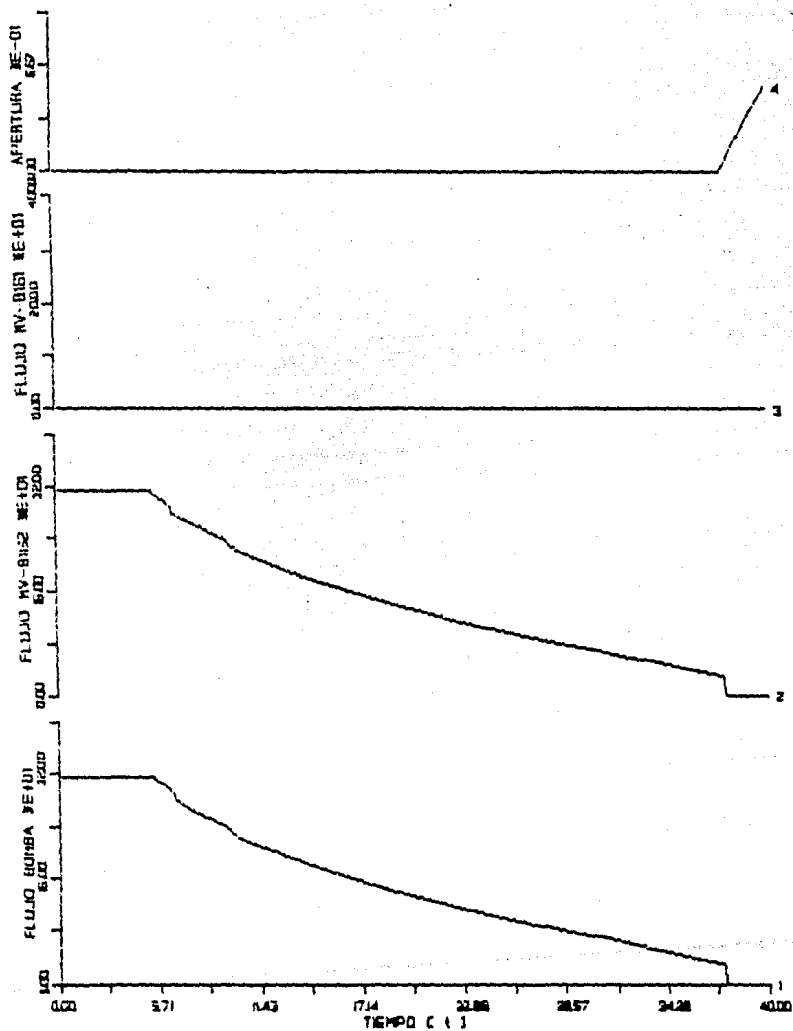
El sistema se encuentra en modo de prueba a la alberca de supresión, succión de la misma. La válvula MV-8162 de la línea de prueba a la alberca de supresión esta totalmente abierta.

Perturbación.

Se deja de alimentar voltaje al motor de la bomba principal.

Dinámica del sistema.

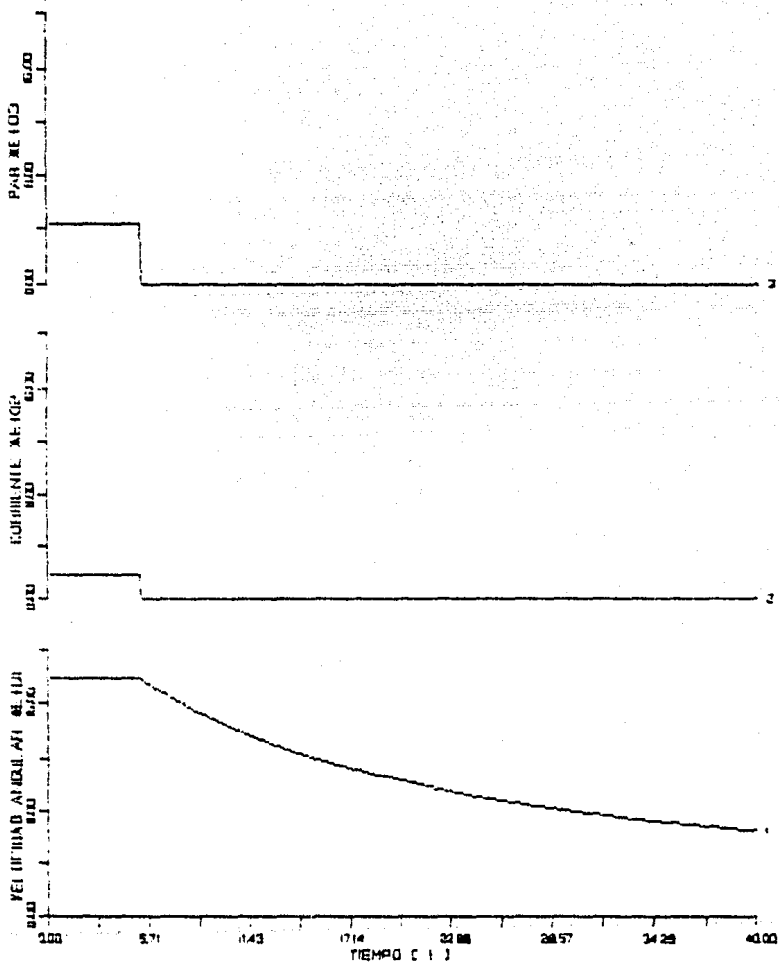
En esta prueba el motor de la bomba principal deja de funcionar, por lo que el flujo a la descarga de la bomba disminuye mientras la bomba para totalmente. La válvula de flujo mínimo MV-8161 abre al llegar a un valor menor a 30 Kg/s el flujo masico a la descarga de la bomba principal.



PRUEBA No. 3

COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA LPCS

- 1- FLUJO MASICO BOMBA PRINCIPAL
- 2- FLUJO MASICO VALVULA MV-8W2
- 3- FLUJO MASICO VALVULA MV-01S
- 4- APERTURA VALVULA MV-01S



PRUEBA No 3
 COMPORTAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA LFCB
 1.- VELOCIDAD ANGULAR
 2.- CORRIENTE
 3.- PAR

CONCLUSIONES

El trabajo presentado en esta tesis ha desarrollado los modelos de los sistemas rocío del núcleo a baja presión y rocío del núcleo a alta presión de la planta nucleoelectrica Laguna Verde.

Dichos sistemas forman parte de los sistemas de emergencia para enfriamiento del núcleo, los cuales tienen por objeto inyectar agua al reactor para enfriar las barras de combustible en caso de un accidente por pérdida de refrigerante.

En el proceso del desarrollo de los modelos se realizaron las siguientes actividades: definición del alcance del modelo, formulación, programación y validación.

La primera actividad consistió en estudiar el funcionamiento global del sistema y sus objetivos de operación, así como el de definir el alcance del modelo para fines de entrenamiento. Tomando como base lo anterior, se simplificó el sistema y se realizó un conjunto de suposiciones conceptuales de manera tal que no se viera afectado el alcance del modelo.

La segunda actividad fundamentó la formulación del modelo matemático, la cual a su vez se dividió en tres secciones: causalidad, ecuaciones y parámetros, ver capítulo 3.

La tercera actividad residió en codificar las ecuaciones algebraicas y diferenciales en lenguaje Fortran 77, para utilizar una computadora VAX 11/780 como herramienta de cálculo.

La cuarta actividad consistió en obtener resultados del modelo para compararlos con los datos de diseño y operación del sistema real. De esta manera se verifica si el modelo responde a las necesidades preestablecidas en su definición. Si no se obtienen los resultados requeridos se procede a rectificar desde la primera actividad en lo que respecta a las simplificaciones y suposiciones, hasta obtener los resultados adecuados que validen al modelo.

En el capítulo 5 se presenta los resultados de las pruebas en estado estable de los modelos, para este caso se obtuvieron valores con respecto al flujo másico a través de la bomba principal de ambos sistemas ya que sólo se cuenta con los datos de diseño de esta variable. De las pruebas realizadas se puede observar que

para el flujo másico a través de la bomba principal del sistema rocío del núcleo a alta presión se obtuvo un error máximo de 0.22 % y un mínimo de 0.0 % y de la del sistema rocío del núcleo a baja presión un máximo de 0.02 % y un mínimo de 0.0 %. Con respecto a la validación de transitorios se realizaron pruebas para los diferentes modos de operación de los sistemas obteniéndose las tendencias que se esperaban ya que no se cuenta con datos suficientes para validar cuantitativamente la dinámica.

La formulación se plantea en base a leyes naturales y a los ajustes de las curvas de diseño de los equipos. Por esta razón, el lograr un cambio en la respuesta del modelo para efectuar ajustes finos en la respuesta del mismo, se puede realizar modificaciones únicamente de parámetros si tener que modificar el código de las ecuaciones.

A partir del trabajo desarrollado se concluye que los modelos rocío del núcleo a alta presión y rocío del núcleo a baja presión responden satisfactoriamente de acuerdo a lo expuesto en el segundo párrafo anterior, para todos los modos de operación de los sistemas correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. MATAIX, "Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas", Harper & Row Latinoamericana, 1982.
- [2] R. LUTHE, A. OLIVERA, F. SCHUTZ, "Métodos Numéricos", LIMUSA, 1980.
- [3] LUYBEN, "Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers", Mc Graw-Hill Kogakusha, 1972.
- [4] KARASSIK, I. J. y CARTER, R., "Bombas Centrifugas", CECSA, 1971.
- [5] PERRY and CHILTON, "Chemical Engineers Hand-Book", Mc Graw-Hill Kogakusha, 1973.
- [6] OWEN C. JONES, "Nuclear Reactor Safety Heat Transfer", Hemisphere Publishing, 1981.
- [7] A.E. BERGLES, "Two-Phase Flow and Heat Transfer in the Power and Process Industries", Hemisphere Publishing, 1981.
- [8] E. GARCIA G., "Los Reactores Nucleares y la Producción de Electricidad", CFE, 1980.
- [9] E. MENDEZ, R. FERNANDEZ, D.L. HETRICK, J. MORALES, G. RAMOS, "Proceedings of the International Conference on Power Plant Simulation", IIE, 1984.
- [10] GORDON B. DAVIS, T. R. HOFFMAN, "Fortran 77 un Estilo Estructurado y Disciplinado", Mc Graw-Hill, 1984.
- [11] Información proporcionada por Comisión Federal de Electricidad Laguna Verde.

APENDICE 1

CLAVES DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LA INTERACCION
DE LOS DIAGRAMAS DE CAUSALIDAD

VARIABLE	CLAVE
Presión absoluta	PA
Flujo másico	WM
Velocidad angular	WA
Corriente eléctrica	II
Voltaje	VL
Nivel de agua	NL
Apertura de válvula	AP
Coefficiente de descarga	CD
Aceleración angular	WA
Velocidad de apertura	AP
Variación de nivel	NL

APENDICE 2

NOMENCLATURA PARA LA FORMULACION DE LOS MODELOS HPCS Y LPCS

INDICES LATINOS

A	Area [m ²]
A _p	Apertura [adimensional]
A _n	Parámetro A donde n=1,2,...
B _n	Parámetro B donde n=1,2,...
C _n	Parámetro C donde n=1,2,...
C	Coefficiente de descarga [m ⁻¹]
F	Frecuencia [c.p.s]
g	Gravedad [m/s ²]
H	Altura (Carga) [m]
I	Corriente [amp]
I _m	Momento de inercia [Kg*m ²]
K _n	Parámetro K donde n=1,2,...
N	Nivel de agua [m]
NP	Número de polos [adimensional]
P	Presión absoluta [Pa]
Q	Flujo volumétrico [m ³ /s]
S	Deslizamiento [adimensional]
T	Par [joule]
t	Tiempo [s]
V	Voltaje [volts]
W	Flujo másico [Kg/s]

LETRAS GRIEGAS

ρ	Densidad [Kg/m ³]
Δ	Delta (aumento o caída)
ω	Velocidad angular [rad/s]
π	Valor geométrico de 3.1416

SUBINDICES

as	Alberca de supresión
atm	Atmosférica
bl	Bomba de llenado
bp	Bomba principal
e	Entrada
f	Fricción
fe	Elemento de flujo
l	Línea
n	Nominal
ro	Restrictor de orificio
s	Salida
tc	Tanque de almacenamiento de condensado
tr	Tubo rociador
v	Válvula
vg	Válvula de globo
vc	Válvula de compuerta
vm	Válvula de mariposa

APENDICE 3

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION		
NUMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
A, B, C y D	VARIABLES INTERNAS DE LA RUTINA FLUPRE.FOR	---
DELTAER	DIFERENCIA DE ERRORES EN RUTINA NEWTON.FOR	Pa
DELTAHM	DIFERENCIA DE FLUJOS EN RUTINA NEWTON.FOR	Kg/s
ENLQ1TC	VARIACION DE NIVEL EN EL TAC.	m
DVAPV52	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8152.	apertura/s
DVAPV61	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8161.	apertura/s
DVAPV62	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8162.	apertura/s
DVAPV66	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8166.	apertura/s
DVAPV69	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8169.	apertura/s
DVAPV77	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8177.	apertura/s
DVAPV82	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8182.	apertura/s
DVAPV84	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8184.	apertura/s
DVAPV85	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8185.	apertura/s
DVAPV87	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8187.	apertura/s
DVAPV89	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8189.	apertura/s
DVEAPVA	VELOCIDAD DE APERTURA DE LAS VALVULAS.	apertura/s
DVEDO	DERIVADA DE VARIABLE DE ESTADO UTILIZADA EN LA RUTINA EULER	---
DWAPRA1	ACELERACION ANGULAR DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL	rad ²
ENLQ1AS	NIVEL 1 DEL AGUA CONTENIDA EN LA ALBERCA DE SUPRESION.	m
ENLQ2AS	NIVEL 2 DEL AGUA CONTENIDA EN LA ALBERCA DE SUPRESION.	m
EPALQAS	PRESION ABSOLUTA SOBRE LA SUPERFICIE DE LA ALB. DE SUP.	Pa
EPABEAC	PRESION ABSOLUTA DENTRO DE LA VASIIJA DEL REACTOR.	Pa

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
ERROK	VARIABLE QUE DEFINE LA APROXIMACION DE LA PRESION ABSOLUTA DE LA MASIA OBTENIDA POR EL SISTEMA HPCS CON LA DATA POR EL SISTEMA DE RECIRCULACION.	dimensional
ERPORX	VARIABLE DE APROXIMACION DE ERROK PARA SER COMPARADA CON LA OBTENIDA POR LOS SISTEMAS HPCS / LPCS.	dimensional
MPARSAC	PRESION ABSOLUTA A LA QUE DESCARGA EL SISTEMA HPCS AL REACTOR.	Pa
I	VARIABLE PARA CONTROL DE ITERACIONES DE LA RUTINA ELLIPRE.FOR	dimensional
IMMARRA	PARAMETRO PARA INCREMENTAR EL FLUJO MASICO INICIALIZABLE.	Kg/s
J	VARIABLE PARA CONTROL DE ITERACIONES DE LA RUTINA SUDEST.FOR	dimensional
K	VARIABLE PARA CONTROL DE ITERACIONES DE LA RUTINA NEWTON.FOR	dimensional
M50ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8150.	logica
M51ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8151.	logica
M60ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8160.	logica
M66ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8166.	logica
M69ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8169.	logica
M77ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8177.	logica
M80ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8180.	logica
M84ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8184.	logica
M85ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8185.	logica
M87ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8187.	logica
M89ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8189.	logica
M50CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8150.	logica
M51CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8151.	logica
M60CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8160.	logica

TESIS CON.
FALLAS DE ORIGEN

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS RÓCICO DEL NÚCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
 (continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
K66CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8166.	lógica
K65CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8169.	lógica
K77CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8177.	lógica
K81CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8182.	lógica
K84CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8184.	lógica
K85CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8185.	lógica
K87CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8187.	lógica
K89CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8189.	lógica
KAPIERT	VARIABLE PARA INDICAR APERTURA TOTAL DE LAS VALVULAS.	lógica
KAP69VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8169.	adimensional
KAP82VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8182.	adimensional
KAP77VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8177.	adimensional
KAP89VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8189.	adimensional
KAP84VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8184.	adimensional
KAP85VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8185.	adimensional
KAP87VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8187.	adimensional
KAPVALC	VARIABLE PARA APERTURA DE UNA VALVULA DE COMPUERTA.	apertura
KAPVALG	VARIABLE PARA APERTURA DE LA VALVULA DE GLOBO.	apertura
KAPVALV	VELOCIDAD DE APERTURA DE LAS VALVULAS.	apertura/s
KCEERRAD	VARIABLE PARA INDICAR CERRADA TOTALMENTE LA VALVULA.	lógica
KCE69VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8169.	MAA-4
KCE82VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8182.	MAA-4

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
KCD77VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8177.	mm-4
KCD89VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8189.	mm-4
KCD84VG	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8184.	mm-4
KCD85VG	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8185.	mm-4
KCD87VG	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8187.	mm-4
KCDVALC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA DE COMPUERTA.	mm-4
KCDVALG	COEFICIENTE DE DESCARGA DE UNA VALVULA DE GLOBO.	mm-4
KDMLTAC	DERIVADA DEL NIVEL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADO	m/s
KFWIMBI	FRECUENCIA DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	seg-1
KIIMBI	CORRIENTE DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	amp
KK69AVC	VALVULA MV-8169 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KK83AVC	VALVULA MV-8183 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KK77AVC	VALVULA MV-8177 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KK89AVC	VALVULA MV-8189 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KK84AVG	VALVULA MV-8184 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KK85AVG	VALVULA MV-8185 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KK87AVG	VALVULA MV-8187 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	dimensional
KKAPV69	OPERACION DE LA VALVULA MV-8169.	dimensional
KKAPV77	OPERACION DE LA VALVULA MV-8177.	dimensional
KKAPV82	OPERACION DE LA VALVULA MV-8182.	dimensional
KKAPV84	OPERACION DE LA VALVULA MV-8184.	dimensional
KKAPV85	OPERACION DE LA VALVULA MV-8185.	dimensional

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
KKAPU87	OPERACION DE LA VALVULA MV-8187.	adimensional
KKAPV89	OPERACION DE LA VALVULA MV-8189.	adimensional
KKAPVAL	VARIABLE PARA INDICAR LA OPERACION DE LA VALVULA.	adimensional
KKCVALC	PARAMETRO PARA CALCULAR EL COEFICIENTE DE DESCARGA DE UNA VALVULA DE COMPUERTA.	m ² -4
KKCVALG	PARAMETRO PARA CALCULAR EL COEFICIENTE DE DESCARGA DE UNA VALVULA DE GLOBO.	m ² -4
KKNOITC	NIVEL 1 DEL AGUA CONTENIDA EN EL TAC.	m
KKPOMB1	NUMERO DE POLOS DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS.	adimensional
KPADERB	CAIZA DE PRESION DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Pa
KPAE5P1	PRESION ABSOLUTA A LA ENTRADA DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Pa
KPAEFS1	PRESION ABSOLUTA A LA ENTRADA DEL FILTRO ST-001 HPCS.	Pa
KPAEV69	PRESION ABSOLUTA A LA ENTRADA DE LA VALVULA MV-8169.	Pa
KPASB81	PRESION ABSOLUTA A LA SALIDA DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Pa
KPASFE7	PRESION ABSOLUTA A LA SALIDA DEL ELEMENTO DE FLUJO FE-M007.	Pa
KPASV84	PRESION ABSOLUTA A LA SALIDA DE LA VALVULA MV-8184.	Pa
KPASV87	PRESION ABSOLUTA A LA SALIDA DE LA VALVULA MV-8187.	Pa
KSL1M1	DESPLAZAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	adimensional
KTR1M1	PAR PROPORCIONADO POR EL MOTOR A LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Joule
KTR2M1	PAR DE OPOSICION DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS AL MOTOR.	Joule
KVEAPVA	VARIABLE AUXILIAR PARA APERTURA DE LAS VALVULAS	adimensional
KV11M1	VOLTAJE DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Volt
KWASMP1	VELOCIDAD ANGULAR SIMCROMICA DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS.	rad-1

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ZOCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
KWABBA1	VELOCIDAD ANGULAR DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	SAK-1
KWABBA	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Kg/s
KWAF67	FLUJO MASICO A TRAVES DEL ELEMENTO DE FLUJO FE-M007.	Kg/s
KWAV69	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8169.	Kg/s
KWAV77	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8177.	Kg/s
KWAV82	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8182.	Kg/s
KWAV84	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8184.	Kg/s
KWAV85	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8185.	Kg/s
KWAV87	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8187.	Kg/s
KWAV89	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8189.	Kg/s
KWBEBA	FLUJO MASICO MAXIMO DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Kg/s
KWBEBA1	FLUJO MASICO MINIMO DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	Kg/s
KWDETC	FLUJO MASICO QUE DESCARGA EL SISTEMA HPCS AL IAC.	Kg/s
KWDEAS	FLUJO MASICO QUE DESCARGA EL SISTEMA HPCS A LA ALB. DE SUP.	Kg/s
KWDETAC	FLUJO MASICO A LA ENTRADA DEL IAC.	Kg/s
KWSTAC	FLUJO MASICO A LA SALIDA DEL IAC.	Kg/s
L	VARIABLE PARA CONTROL DE ITERACIONES DE LA RUINA FLUPRE.FOR	condicional
L52ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8152.	lógica
L61ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8161.	lógica
L62ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8162.	lógica
L66ABIE	APERTURA TOTAL DE LA VALVULA MV-8166.	lógica
L52CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8152.	lógica

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESTION Y BAJA PRESTION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
L61CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8161.	lógica
L62CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8162.	lógica
L66CERR	CERRADO TOTAL DE LA VALVULA MV-8166.	lógica
LAR52VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8152	lógica
LAR61VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8161	lógica
LAR66VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8166	lógica
LAR69VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8169	lógica
LAR77VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8177	lógica
LAR82VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8182	lógica
LAR89VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8189	lógica
LAR82V6	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8182	lógica
LAR84V6	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8184	lógica
LAR85V6	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8185	lógica
LAR87V6	VARIABLE PARA INDICAR QUE ABRE LA VALVULA MV-8187	lógica
LAP52VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8152.	adimensional
LAP61VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8161.	adimensional
LAP66VC	APERTURA DE LA VALVULA MV-8166.	adimensional
LAP62V6	APERTURA DE LA VALVULA MV-8162.	adimensional
LCER52VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8152	lógico
LCER61VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8161	lógico
LCER66VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8166	lógico
LCER69VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8169	lógico

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
LCER77VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8177	lógico
LCER82VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8182	lógico
LCER89VC	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8189	lógico
LCER83VG	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8162	lógico
LCER84VG	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8184	lógico
LCER85VG	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8185	lógico
LCER87VG	VARIABLE PARA INDICAR QUE CIERRA LA VALVULA MV-8187	lógico
LCDS2VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8152.	mm ⁴
LCDS6VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8161.	mm ⁴
LCDS66VC	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8166.	mm ⁴
LCDS2VG	COEFICIENTE DE DESCARGA DE LA VALVULA MV-8162.	mm ⁴
LFIMB1	FRECUENCIA DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	gAA-1
LIIMB1	CORRIENTE DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	amp
LK52AVC	VALVULA MV-8152 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	direcciona1
LK61AVC	VALVULA MV-8161 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	direcciona1
LK66AVC	VALVULA MV-8166 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	direcciona1
LK62AVG	VALVULA MV-8162 ABRE, CIERRA O PERMANECE EN SU POSICION.	direcciona1
LNPCMB1	NUMERO DE POLOS DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS.	direcciona1
LPADERB	CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Pa
LPABEB1	PRESION ABSOLUTA A LA ENTRADA DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Pa
LPABESI	PRESION ABSOLUTA A LA ENTRADA DEL FILTRO ST-001 LPCS.	Pa
LPABLAS	PRESION ABSOLUTA A LA ENTRADA DE LA ALBERCA DE SUPRESION	Pa

VARIABLES FORTRAN DE LOS MODELOS FOCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	UNIDAD
LPAREAC	PRESION ABSOLUTA A LA QUE DESCARGA EL SISTEMA LPCS AL REACTOR.	Pa
LPASFE2	PRESION ABSOLUTA A LA SALIDA DEL ELEMENTO DE FLUJO FE-M002.	Pa
LPASRB1	PRESION ABSOLUTA A LA SALIDA DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Pa
LSLIMB1	DESPLAZAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	adimensional
LTRIME1	PAR PROPORCIONADO POR EL MOTOR A LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Joule
LTKENB1	PAR DE OPPOSICION DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS AL MOTOR.	Joule
LVLIMB1	VOLTAJE DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Volt
LWAF6A1	VELOCIDAD ANGULAR DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	rad/s
LWAF6E1	VELOCIDAD ANGULAR SINCRONICA DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS.	rad/s
LWAF6E1	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA BOMBA PRINCIPAL LPCS.	Kg/s
LWAFV52	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8152.	Kg/s
LWAFV61	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8161.	Kg/s
LWAFV62	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8162.	Kg/s
LWAFV66	FLUJO MASICO A TRAVES DE LA VALVULA MV-8166.	Kg/s
LWAFFE2	FLUJO MASICO A TRAVES DEL ELEMENTO DE FLUJO FE-M002.	Kg/s
LWAFD65	FLUJO MASICO QUE DESCARGA EL SISTEMA LPCS A LA ALB. DE SUP.	Kg/s
NMIGS	NUMERO DE ITERACIONES DE LA RUTINA SUCESTI.	adimensional
NMINP	NUMERO DE ITERACIONES DE LA RUTINA NEWTON.	adimensional
PASO	PASO DE INTEGRACION DEL MODELO.	adimensional
TIIGSIM	TIEMPO TOTAL DE SIMULACION.	adimensional
TIENPO	TIEMPO.	s
VEDO	VARIABLE DE ESTADO.	---
Z1, Z2, Z3	VARIABLES INTERNAS DE LA RUTINA FLUPRE.FOR.	---

PARAMETROS FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
ENCLASAS	NIVEL 3 DEL AGUA CONTENIDA EN LA ALBERCA DE SUPRESION.	7.5	m
KAPITAC	AREA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADO.	116.7454	m ²
KALIASI	PARAMETRO A1 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA HPCS	0.46096154	imp/v
KALINBI	PARAMETRO A2 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA HPCS	0.26719	imp/v
KALINBI	PARAMETRO A1 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS	0.43718732E-03	J/vm ²
KALINBI	PARAMETRO A2 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS	0.11463232E-02	J/vm ²
KALINBI	PARAMETRO B2 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA HPCS	0.427067	imp/v
KALINBI	PARAMETRO B3 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA HPCS	0.47733516	imp/v
KALINBI	PARAMETRO B2 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS	-0.24350922E-02	J/vm ²
KALINBI	PARAMETRO B3 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS	-0.20573532E-01	J/vm ²
KALINBI	COEFICIENTE DE RESCARGA DEL FILTRO DE SUCCION SI-001 HPCS	48.35	m ² -1
KALINBI	COEFICIENTE DE RESCARGA DEL RESTRICTOR DE ORIFICIO RO-9179.	9201944	m ² -1
KALINBI	COEFICIENTE DE RESCARGA DEL RESTRICTOR DE ORIFICIO RO-3189.	39970.529	m ² -1
KALINBI	COEFICIENTE DE RESCARGA DEL ELEMENTO DE FLUJO EE-4007.	1035.3998	m ² -1
KALINBI	COEFICIENTE DE RESCARGA DEL TUBO SOJINADOR DEL SISTEMA HPCS.	16748.131	m ² -1
KALINBI	PARAMETRO C2 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA HPCS	0.21953086E-02	J/vm ²
KALINBI	PARAMETRO PARA EVALUAR LA VELOCIDAD SINCRONICA DEL MOTOR HPCS	0.125664	s ⁻¹
KALINBI	PARAMETRO NO. 1 PARA OBTENER EL CV DE VALVULA DE COMPUERTA.	1.0	apertura
KALINBI	PARAMETRO NO. 2 PARA OBTENER EL CV DE VALVULA DE COMPUERTA.	0.75	apertura
KALINBI	PARAMETRO NO. 3 PARA OBTENER EL CV DE VALVULA DE COMPUERTA.	0.5	apertura
KALINBI	PARAMETRO NO. 4 PARA OBTENER EL CV DE VALVULA DE COMPUERTA.	0.25	apertura
KALINBI	PARAMETRO NO. 5 PARA OBTENER EL CV DE VALVULA DE COMPUERTA.	0.0	apertura

PARAMETROS SORTAN DE LOS MODELOS SOCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE SORTAN	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
KK1VALC	PARAMETRO No. 1 PARA EVALUAR KCDVALC	1.041666E-02	ad/aen.
KK2VALC	PARAMETRO No. 2 PARA EVALUAR KCDVALC	1.0E-10	ad/aen.
KK3VALC	PARAMETRO No. 3 PARA EVALUAR KCDVALC	2.1180555E-01	ad/aen.
KK4VALC	PARAMETRO No. 4 PARA EVALUAR KCDVALC	-5.0347222E-02	ad/aen.
KK5VALC	PARAMETRO No. 5 PARA EVALUAR KCDVALC	3.277777	ad/aen.
KK6VALC	PARAMETRO No. 6 PARA EVALUAR KCDVALC	-1.393333	ad/aen.
KK7VALC	PARAMETRO No. 7 PARA EVALUAR KCDVALC	21.0254	ad/aen.
KK8VALC	PARAMETRO No. 8 PARA EVALUAR KCDVALC	-15.14785	ad/aen.
KK1VALG	PARAMETRO No. 1 PARA EVALUAR EL CV DE VALVULA DE GLOBO.	5.9E-04	ad/aen.
KK2VALG	PARAMETRO No. 2 PARA EVALUAR EL CV DE VALVULA DE GLOBO.	-5.53054734E-13	ad/aen.
KK3VALG	PARAMETRO No. 3 PARA EVALUAR EL CV DE VALVULA DE GLOBO.	3.23166837E-01	ad/aen.
KKAPMAX	PARAMETRO PARA DEFINIR APERTURA MAXIMA DE UNA VALVULA.	1.0	ad/aen.
KKAPMIN	PARAMETRO PARA DEFINIR APERTURA MINIMA DE UNA VALVULA	0.0	ad/aen.
KKC16R1	PARAMETRO C1 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA HPCS	14800.2730	BAR
KKC16R2	PARAMETRO C2 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA HPCS	-946.1965	BAR
KKC16R3	PARAMETRO C3 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA HPCS	5868.1729	BAR
KKC48R1	PARAMETRO C4 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA HPCS	-252.9821	BAR
KKC69VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-9169.	39.3926	BAR-4
KKC82VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-9182.	1519.9379	BAR-4
KKC77VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-9177.	12920.612	BAR-4
KKC89VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-9189.	114.59683	BAR-4
KKC84V6	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-9184.	2313.6852	BAR-4

PARAMETROS FUORTRAN DE LOS MODELOS RUCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FUORTRAN	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
KK035V6	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-8185.	5267.0114	mm ⁴
KK037V6	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-8187.	6267.0114	mm ⁴
KK035A0	PARAMETRO QUE DEFINE EL VALOR CERO EN LAS RUTINAS.	0.0	adimen.
KK031M1	VALOR 1 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR MPCS	1.0	adimen.
KK032M1	VALOR 2 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR MPCS	0.65	adimen.
KK033M1	VALOR 3 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR MPCS	0.956	adimen.
KK034M1	VALOR 4 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR MPCS	0.0	adimen.
KK031M3	VALOR 1 DEL DESLIZAMIENTO PARA DEF. LA EC. PAR DEL MOTOR MPCS	1.0	adimen.
KK032M3	VALOR 2 DEL DESLIZAMIENTO PARA DEF. LA EC. PAR DEL MOTOR MPCS	0.6	adimen.
KK033M3	VALOR 3 DEL DESLIZAMIENTO PARA DEF. LA EC. PAR DEL MOTOR MPCS	0.25	adimen.
KK034M3	IMPULSO DEL MOMENTO DE INERCIA DEL MOTOR DE LA BOMBA MPCS.	0.001	kgm
KK035M3	NIVEL MADO EN EL CAJOTE DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADO.	3.242	m
KK036M3	PRESION Y LA SOLUCION DE LA ECU. MPCS PARA ACTIVAR MV-8177.	32375.54	Pa
KK036M9	PRESION ABS. EN EL PUNTO SECO LA CUAL ACTIVA EL SISTEMA MPCS.	13827.325	Pa
KK037M3	PARAM. QUE RELACIONA PAR DE OPPOSICION DE LA ECU. AL MOTOR MPCS	0.25050381	3=AA2
KK038M9	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8169	0.0166666	aper/s
KK038M7	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8177	0.3333333	aper/s
KK038M3	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8182	0.0625	aper/s
KK038M4	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8134	0.02	aper/s
KK038M5	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8185	0.025	aper/s
KK038M7	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8187	0.025	aper/s
KK038M9	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8189	0.1	aper/s

PARAMETROS FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE FORTRAN	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
KWABBI	PARAMETRO PARA DEFINIR LA VEL. ANGULAR DE LA BOMPA.	6.2831853	---
KKWM18B	INTERVALO 1 PARA PRIMER RANGO DE LA EC. BOMBA HPCS.	0.0	Kg/s
KKWM28B	INTERVALO 2 PARA PRIMER Y SEGUNDO RANGO DE LA EC. BOMBA HPCS.	288.9553	Kg/s
KKWM38B	INTERVALO 3 PARA SEGUNDO RANGO DE LA EC. BOMBA HPCS.	315.434	Kg/s
KKWM8B1	FLUJO MASICO A LA SALIDA DE LA BBA. HPCS PARA ACTIVAR MW-8177.	30	Kg/s
KMPOM81	NUMERO DE POLOS DEL MOTOR DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	4.0	dimen.
KROAGUA	DENSIDAD DEL AGUA UTILIZADA EN EL SISTEMA HPCS.	1000	Kg/m ³
KWA18B1	VELOCIDAD ANGULAR DE LA BOMBA PRINCIPAL HPCS.	6.2831853	rev/s
LAI18B1	PARAMETRO A1 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA LPCS	0.1168289	amp/v
LAI28B1	PARAMETRO A2 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA LPCS	0.7519607464E-01	amp/v
LAT18B1	PARAMETRO A1 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS	0.285743E-02	J/vA ²
LAT28B1	PARAMETRO A2 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS	0.61036303E-02	J/vA ²
LB128B1	PARAMETRO B2 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA LPCS	0.167476694	amp/v
LB138B1	PARAMETRO B3 PARA LA ECUACION CORRIENTE DEL MOTOR BOMBA LPCS	1.557692	amp/v
LBT28B1	PARAMETRO B2 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS	-0.1094136003E-03	J/vA ²
LBT38B1	PARAMETRO B3 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS	0.1142982E-01	J/vA ²
LC01FS	COEFICIENTE DE DESCARGA DEL FILTRO DE SUCCION LPCS.	48.65	NA-4
LC058B0	COEFICIENTE DE DESCARGA DEL RESTRICTOR DE ORIFICIO RO-8158.	3290768	NA-4
LC063B0	COEFICIENTE DE DESCARGA DEL RESTRICTOR DE ORIFICIO RO-8163.	12493.406	NA-4
LC0M2FE	COEFICIENTE DE DESCARGA DEL ELEMENTO DE FLUJO FE-M002.	759.9689	NA-4
LC0T800	COEFICIENTE DE DESCARGA DEL TUBO ROCIADOR DEL SISTEMA LPCS.	10748.131	NA-4
LCT28B1	PARAMETRO B3 PARA LA ECUACION PAR DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS	0.931991106E-03	J/vA ²

PARAMETROS EORTRAM DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuación)

NOMBRE EORTRAM	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
LETE1WS	PARAMETRO PARA EVALUAR LA VELOCIDAD SINCRONICA DEL MOTOR LPCS	0.125664	stk-1
LXC1BB1	PARAMETRO C1 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA LPCS	3488.436	stk2
LXC2BB1	PARAMETRO C2 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA LPCS	-987.3	stk2
LXC3BB1	PARAMETRO C3 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA LPCS	5968.1729	stk2
LXC4BB1	PARAMETRO C4 DE LA ECUACION CAIDA DE PRESION DE LA BOMBA LPCS	-168.2175	stk2
LXC52VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-8152.	1202.8038	stk-4
LXC61VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-8161.	1201.9174	stk-4
LXC66VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-8166.	39.4	stk-4
LXC62VC	COEFICIENTE DE LA VALVULA MV-8162.	901.4358	stk-4
LXD11M1	VALOR 1 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR LPCS	1.0	adimen.
LXD21M1	VALOR 2 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR LPCS	0.6	adimen.
LXD31M1	VALOR 3 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR LPCS	0.05	adimen.
LXD41M1	VALOR 4 DEL DESLIZ. PARA DEF. LA EC. CORRIENTE DEL MOTOR LPCS	0.0	adimen.
LXD11B1	VALOR 1 DEL DESLIZAMIENTO PARA DEF. LA EC. PAR DEL MOTOR LPCS	1.0	adimen.
LXD21B1	VALOR 2 DEL DESLIZAMIENTO PARA DEF. LA EC. PAR DEL MOTOR LPCS	0.6	adimen.
LXD31B1	VALOR 3 DEL DESLIZAMIENTO PARA DEF. LA EC. PAR DEL MOTOR LPCS	0.05	adimen.
LXI1M61	INVERSO DEL MOMENTO DE INERCIA DEL MOTOR DE LA BOMBA LPCS.	0.001	Xgcm
LXP1PSV	PRESION ABS. EN EL POZO SECO LA CUAL ACTIVA EL SISTEMA LPCS.	13827.325	Pa
LXT1R81	PARAM. QUE RELACIONA PAR DE OPOSICION DE LA BBA. AL MOTOR LPCS	0.25950281	Jstk2
LXV1P52	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8152	0.05335	aper/s
LXV1P61	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8161	0.2	aper/s
LXV1P62	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8162	0.08333	aper/s

PARAMETROS FORTRAN DE LOS MODELOS ROCIO DEL NUCLEO A ALTA PRESION Y BAJA PRESION
(continuaci3n)

MONBRE FORTRAN	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
LKVAP66	VELOCIDAD DE APERTURA DE LA VALVULA MV-8166	0.01666	aper/s
LKNH1BB	INTERVALO 1 PARA PRIMER RANGO DE LA EC. BOMBA LPCS.	0.0	Kg/s
LKNH2BB	INTERVALO 2 PARA PRIMER Y SEGUNDO RANGO DE LA EC. BOMBA LPCS.	234.6973	Kg/s
LKNH8B1	ELUJO MASICO A LA SALIDA DE LA ERA. HPCS PARA ACTIVAR MV-8161.	30	Kg/s
LROAGUA	DENSIDAD DEL AGUA UTILIZADA EN EL SISTEMA LPCS.	1000	Kg/m ³
ZPAATMO	PRESION ATMOSFERICA DEL LUGAR	101352.97	Pa
ZACGRAV	ACELERACION DE LA GRAVEDAD DEL LUGAR.	9.81	m/s ²













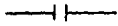









TESIS CON.

FALLAS DE ORIGEN

184

APENDICE 4

SIMBOLOGIA

	VALVULA DE GLOBO ABIERTA		BOMBA CENTRIFUGA
	VALVULA DE GLOBO CERRADA		VALVULA DE NO RETORNO DE PRUEBA
	VALVULA DE COMPUERTA ABIERTA		VALVULA SOLENOIDE
	VALVULA DE COMPUERTA CERRADA		INTERRUPTOR INDICADOR DE PRESION DIFERENCIAL
	VALVULA DE NO RETORNO		INDICADOR DE PRESION
	VALVULA DE ALIVIO		INTERRUPTOR DE PRESION
	CONEXION DE ADOPLAMIENTO		INDICADOR DE FLUJO
	ELEMENTO DE FLUJO		INTERRUPTOR INDICADOR DE PRESION
	RESTRICTOR DE ORIFICIO		TRANSMISOR DE FLUJO
	FILTRO DE SUCCION		INTERRUPTOR DE FLUJO
	VALVULA MOTORIZADA		ALARMA