

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1980

09.80.06

493

INSTRUMENTACION DEL REACTOR RP-O (PERU)

FERRUCCIO F. DALL'OSTO

C.N.E.A.RESUMEN

El Departamento de Instrumentación y Control de la Gerencia de Desarrollo (C.N.E.A.), colaboró en el Proyecto Perú haciéndose cargo del diseño y desarrollo de la instrumentación del Reactor Peruano Experimental de Potencia Cero (RP-O), coparticipando además, tanto en las tareas de producción y montaje de la misma, como en la puesta en marcha del reactor, con personal de la Dirección de Proyectos.

Este reactor se encuentra emplazado en la sede del Instituto Peruano de Energía Nuclear (I.P.E.N.) en Lima - Perú, y fué puesto a crítico por primera vez el pasado 20 de julio de 1978.

Esta presentación tiene por objeto la descripción de las características fundamentales de dicha instrumentación, compuesta por los siguientes sistemas: arranque, marcha, lógica de enclavamiento, lógica de scram, de movimiento e indicación de posición de barras de control, de monitoraje de área, avisos de intensidad sísmica, etc. Se hará una breve reseña de los elementos constitutivos de los sistemas antes mencionados, su filosofía general de diseño, y las tareas llevadas a cabo para la construcción, montaje y puesta en marcha; se hará incapié en las experiencias recogidas durante estas etapas.

Cabe destacar que todas las tareas se cumplie-

ron de acuerdo a un cronograma en un lapso menor que dieciseis meses.

1.- INTRODUCCION

El Departamento de Instrumentación y Control, en las sucesivas Reuniones Científicas de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear (IV - V - VI) presentó informes sobre diversos desarrollos en Instrumentación Nuclear; indicándose estos a continuación:

- Comparadores de Alarma y Amplificador de Corriente de Cámara.
- Impulsímetro con circuitos bombas.
- Amplificador Logarítmico de Corriente.
- Escalímetro de Tiempo y Cuentas Preestablecidas.
- Medidores de Temperatura.
- Impulsímetro con Realimentación Logarítmica.

Si se agrega a ello que el Departamento contaba para Marzo de 1977 con una serie de equipos ya desarrollados y/o en proceso de diseño y/o desarrollo como ser:

- Preamplificador de Cargas.
- Amplificador Conformador.
- Discriminador Monocanal.
- Fuentes de Alta Tensión de + 1 Kv y - 1 Kv, etc.

Se comprenderá que cuando se requirió su colaboración en el Proyecto Perú para la realización de la Instrumentación Electrónica del Reactor Experimental de Potencia Cero (RP-0), se llevaba recorrida ya una parte relativamente importante, dentro del camino total.

2.- TRABAJOS LLEVADOS A CABO EN LA ARGENTINA.

A partir de fines de marzo de 1977 se inició la confección de la probable lista de materiales a utilizar; la misma se completó hacia mediados de Abril, remitiéndose al proveedor.

A partir de esa fecha se trabajó tanto en la revisión y corrección de la lista original, así como en el ajuste y terminación de la información técnica de los equipos ya desarrollados.

Toda esta tarea se vió afectada por el hecho que entre Marzo de 1977 y Mayo del mismo año, el número de profesionales de la División Desarrollos se redujo de seis (6) a dos (2).

Si bien el planteo oficial del Departamento de Instrumentación y Control fué el de transferir la documentación necesaria a fin de poder encarar la producción fuera del ámbito de la Comisión Nacional de Energía Atómica, con la supervisión y colaboración del Departamento para esa etapa, a principios de Junio fué informado que debería prever la posibilidad de llevar a cabo la producción total dentro de la Institución, a excepción de los equipos del Sistema de Aviso de Intensidad Sísmica, que serían provistos por la Universidad Nacional de San Juan (I.D.I.A.).

En común acuerdo, se adoptó como única solución viable (dadas las factibilidades de la Institución) para poder finalizar la producción antes de completarse el mes de Noviembre de 1977, la de trabajar en tres sectores separados físicamente.

- Sede Central: Allí operarían los Grupos de Diseño,

Desarrollo de Prototipos, Confección de Documentación Técnica para producción y armado de los prototipos de producción. Además se encontraría en dicha Sede el depósito centralizador y el apoyo mecánico a la producción.

- Centro Atómico Constituyentes: En este, la Sección Mantenimiento y Montaje se abocaría a la planificación de la instalación y el montaje, efectuando además el Armado de la Consola de Operación y los Tableros de Comando y Potencia del Reactor. Por otro lado un grupo de la Dirección de Proyectos se encargaría de la revisión de la Documentación Técnicas de las Lógicas de Comando.
- Central Nuclear en Atucha: En ella, se realizaría la producción industrial de los equipos, contando con las facilidades logísticas de la misma. Como armadores se emplearía a un grupo de técnicos del Curso de Capacitación el que recibiría una instrucción previa sobre las tareas a realizar siendo estos dirigidos por el Jefe de la Sección Armado del Departamento de Instrumentación y Control.

De esta Planificación surgieron los cronogramas de tareas y las necesidades de contratación temporal de personal. Dichos cronogramas indicaban que la producción se iniciaría a mediados de Julio, extendiéndose hasta fines de Noviembre de 1977.

En la faz técnica, la dificultad inicial es-
tribó en la deficiente información técnica de equipos
de larga data, originando más de un inconveniente. Pa-
ra su solución se requirió un esfuerzo mayor de las
partes intervinientes, dada la dificultad que implicaba
la separación física de los grupos de trabajo. Así
fué como recién en Febrero de 1978 se finalizó la pro-
ducción en la Central Nuclear de Atucha, completándose
en Buenos Aires los procesos de puesta en marcha y ca-
libración. El embalaje de los equipos se realizó el
mes siguiente.

Como es de público conocimiento, en cualquier
ente oficial tanto la gestión de compras como la contra-
tación de personal presenta lentitud, originando en
nuestro caso el hecho que las tareas se prolongaran más
allá del tiempo estimado en el cronograma.

3.- TRABAJOS REALIZADOS EN LIMA - PERU

Debido a los atrasos en la obra civil del edi-
ficio del Reactor en Lima, el envío de la instrumenta-
ción fué retrasado hasta el 23 de Abril; luego de lo
cuál se iniciaron los ensayos de aceptación individual
de módulos, en las instalaciones del Instituto Peruano
de Energía Nuclear (I.P.E.N.). Bajo el control del per-
sonal de dicho Instituto, se labraron las actas corres-
pondientes.

Hacia mediados del mes de Mayo se procedió al
montaje de los equipos en la consola de operación y a
partir de allí se iniciaron las pruebas de los sistemas
de instrumentación en forma individual. Operando sólo
en primer término y acoplados a los respectivos sistemas
del Reactor con posterioridad, con el consiguiente la-

brado de las actas de aceptación por parte del personal del I.P.E.N. Hacia fines de Junio se iniciaron los ensayos combinados de todos los conjuntos y sistemas que conforman el Reactor, realizándose la Primera Puesta a Crítico el 20 de Julio.

4.- DESCRIPCION DE LA INSTRUMENTACION.

La misma fué construída totalmente con tecnología de estado sólido, sobre chasis modulares NIM.

Tanto el Sistema de Arranque, como el de Marcha, se encuentran dentro de un sistema de Jaula de Faraday, formada por:

- Los chasis de los módulos.
- La Consola de Operación.
- El doble blindaje aislado de los cables coaxiales portadores de las señales.
- Blindajes especiales que rodean a los detectores de neutrones.

Dicha Jaula de Faraday se encuentra puesta a tierra por una toma de buena calidad, formada por tres jabalinas en paralelo.

Por último, la distribución de potencia se encuentra puesta a tierra en un lugar apartado del sistema anterior.

- SISTEMA DE ARRANQUE

Se compone de tres (3) canales similares y pueda visualizarse en la fig. 1.

- SISTEMA DE MARCHA.

Esta compuesto por tres (3) canales similares de medición de flujo en escala logarítmica y de período. Un cuarto canal permite medir el flujo en escala lineal de múltiples rangos a fin de poder efectuar un mejor seguimiento de la evolución del Reactor, ver fig. 2.

- LOGICAS DE ENCLAVAMIENTO.

La función de las mismas es la de permitir o inhibir determinadas maniobras del Reactor, dependiendo del estado de múltiples parámetros del mismo y del tipo de operación que fué predeterminada (operación rutinaria, mantenimiento o masa crítica). Además, impide operar al Reactor si algún sistema no es encuentra encendido y/o algún módulo no es encuentra en su lugar.

- LOGICA DE SCRAM

Esta se encarga de provocar la parada intempestiva del Reactor, desenergizando los electroimanes que sujetan las Barras de Control y produciendo la apertura violenta de las válvulas de descarga rápida del moderador, cuando se produce alguna señal prefijada para originar Scram.

- TABLERO SINOPTICO.

Ubicado en la parte superior de la consola de operación, permite visualizar rápidamente el estado de la

totalidad de las funciones necesarias para operar el Reactor.

- SISTEMA DE MONITORAJE DE AREA.

Permite sensar la radiación gamma, en lugares predeterminados, mediante estaciones locales. Las señales convenientemente procesadas permitirán dar una alarma visual cuando el sistema presenta alguna falla o una señal de Scram, cuando se detecta un exceso de radiación frente al prefijado. Además, mediante un Medidor de Temperatura, se efectúa la lectura de la misma en dos puntos dentro del núcleo.

- SISTEMA DE AVISO SISMICO.

Está compuesto por: dos estaciones de aviso sísmico (ubicada una en el recinto del Reactor y otra próxima a la consola de operación), un sismoscopio y un acelerómetro. Los avisos sísmicos presentan tres umbrales de disparo, el primero de los cuales ($a = 1\%$ g) sólo origina alarma acústica y cualquiera de los otros dos ($a = 4\%$ y 7% g) provocan el Scram del Reactor.

- SISTEMA DE EXCITACION E INDICACION DE POSICION DE BARRAS DE CONTROL.

Se encuentra constituido por un lado, por las fuentes de excitación del motor de cada barra y sus correspondientes comandos de subida y bajada, y por el otro, por el sistema potenciométrico para determinar la posición de la barra de control y el respectivo amplificador, presentándose esta información sobre un pa-

nel digital de tres cifras.

- PUPITRES DE COMANDO Y OPERACIONES

Sobre ellos se encuentran los comandos de acciones del Reactor y sus sistemas auxiliares, el selector de operación a realizar, y el selector de señales a graficar; las que a su vez se encuentran indicadas por sendos instrumentos sobre el "Tablero Auxiliar".

Cabe destacar que los circuitos comparadores de alarma fueron diseñados con el principio de falla segura y la Lógica de Scram presenta un sistema de auto-chequeo constante a fin de informar sobre posibles fallas propias.

En la parte posterior de la consola de operación, una bornera codificada permite tanto una correcta distribución de las señales como brinda facilidades para el mantenimiento.

5.- DIFICULTADES ENCONTRADAS.

Si bien las tareas se efectuaron siguiendo los planes trazados, creemos conveniente comentar sucintamente los problemas de mayor dificultad que existieron:

- a) Ruido por interferencias electromagnéticas en los canales de arranque:

Luego de los ajustes adecuados en las tomas de tierra,

estos canales presentaban una relación Señal-Ruido mayor que 10 en el peor de ellos. Pero dada la longitud del cable que une el preamplificador con el detector (más de tres (3) metros), se hacía muy susceptible a las interferencias generadas al accionar las electroválvulas de desplazamiento de la fuente de neutrones y en menor grado a la desactivación de los motores de las Barras de Control. Los trabajos realizados tanto en el receptor como en los generadores permitieron que este efecto no produjera alteraciones apreciables en las mediciones.

Cabe destacar que la puesta a tierra de la Jaula de Faraday ya mencionada resultó ser de deficiente calidad, por lo que se estima que al corregirse la anomalía, los resultados serán mejores.

- b) Inestabilidad de lectura en los indicadores de posición de barras:

Para esta presentación se usaron convertidores análogo-digital (CAD) de tres (3) dígitos de la firma Analog Devices. Los mismos evidenciaron ser muy susceptibles a interferencias tanto irradiadas, como conducidas, por lo que hubo que actuar tanto sobre las interconexiones, como sobre el circuito de entrada del CAD.

- c) Comportamiento anómalo de los comandos de las Barras de Control según la operación seleccionada:

Esta dificultad se originaba debido a interferencias conducidas por lo que se modificó ligeramente el cableado correspondiente desapareciendo la anomalía.

d) Lógicas:

Se pudo observar durante los ensayos, algunos problemas con la concepción de la Lógica de Enclavamiento, debiéndose efectuar algunos cambios en las mismas, afortunadamente de escasa complicación.