

ANALIZADOR DE FLUJO NEUTRONICO EN TIEMPO REAL

Antonio S. Rojas S., Rodolfo A. Carrillo M., Eduardo Gabriel B.
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Gerencia de Ciencias Aplicadas
Departamento de Automatización e Instrumentación
Tel. 5 329 73 00 ext. 2439, 2431

Email: asrs@nuclear.inin.mx racm@nuclear.inin.mx egb@nuclear.inin.mx



1. Introducción

MX0100220

En base al estudio de las señales reales de flujo neutrónico de eventos de inestabilidad ocurridos en la Central Laguna Verde, donde los fenómenos de oscilación del núcleo del reactor están en el rango de 0 a 2.5 Hz., se ha visto la posibilidad de desarrollar un equipo de vigilancia y diagnóstico capaz de analizar en tiempo real el comportamiento del núcleo dentro de este rango de frecuencias.

La vigilancia continua del comportamiento de la señal de flujo neutrónico, requiere de instrumentación sofisticada y de la aplicación de diferentes métodos matemáticos para diagnóstico.

Un método importante para vigilar la estabilidad en el núcleo de reactor u otro sistema donde las señales sean variables en el tiempo es el empleo de la densidad espectral de potencia DEP, con el que podemos determinar las frecuencias y amplitudes contenidas en las señales.

Muchos instrumentos al realizar al menos una adquisición y procesamiento de las señales en rango mencionado, tienen un tiempo de respuesta de varios segundos, el analizador de Flujo Neutrónico ha sido diseñado de tal forma que adquiera y analice en tiempo real el comportamiento del flujo neutrónico a bajas frecuencias.

2. Desarrollo

El instrumento está desarrollado mediante programación gráfica LabVIEW, utiliza una tarjeta de adquisición de datos comercial de 16 canales, el instrumento trabaja en ambiente Windows 95/98 y se presenta en la pantalla de la computadora con sus controles y opciones de operación.

En la figura 1, se muestra el diagrama a bloques del instrumento.

3. Funcionamiento

Las señales de flujo neutrónico, temperatura, presión y otras variables a monitorear son detectadas con sus correspondientes sensores, cada sensor está acondicionado o está conectada directamente a la terminal de entradas de la tarjeta de adquisición de datos.

De las señales adquiridas ocho canales están designados a sensores de flujo neutrónico y son presentadas en dos gráficas, cada gráfica muestra cuatro señales simultáneas en el dominio del tiempo, y en otras dos gráficas, cada una muestra 4 espectros independientes, otra gráfica muestra 4 señales simultáneas de temperatura con sus respectivos indicadores numéricos y una gráfica más que puede ser utilizada para monitorear otras variables como presión, corriente, voltaje, etc.

Para que el instrumento pueda ser utilizado con fines de diagnóstico cada DEP cuenta con un indicador numérico, mostrando el valor de la amplitud del pico más predominante del espectro así como su valor en frecuencia.

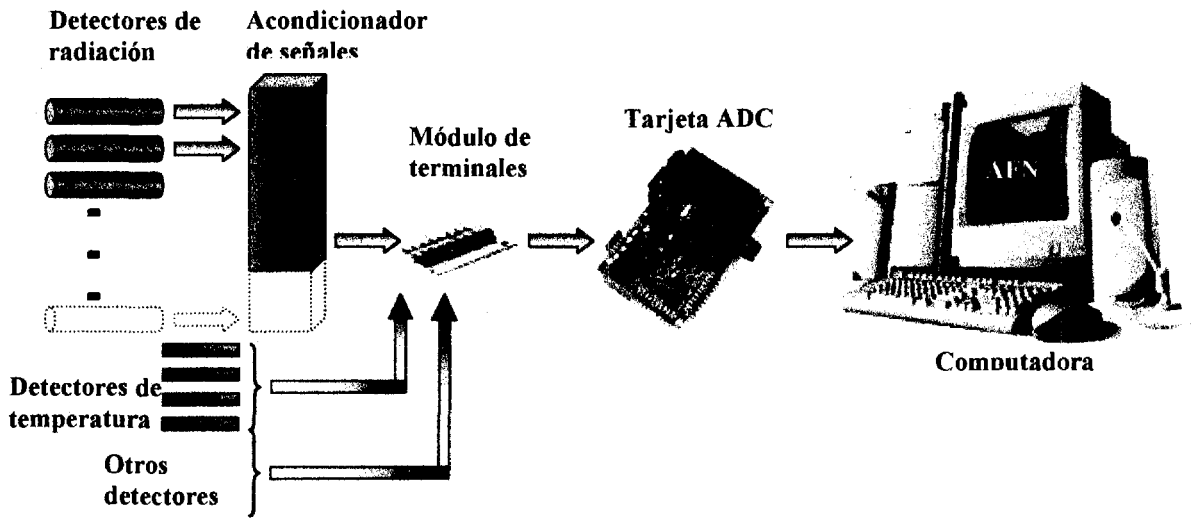


Figura 1.- Diagrama a bloques del Analizador de Flujo Neutrónico

4. Métodos de análisis

En el análisis de ruido neutrónico se utilizan las fluctuaciones aleatorias de la señal para obtener información, las fluctuaciones pueden ser representadas por descriptores estadísticos que caractericen el estado de un sistema.

La función de autocorrelación describe la dependencia general de los valores a un tiempo dado, con los valores a otro tiempo, matemáticamente se define como:

$$R(t) = \int x(t)x(t + \tau)dt \quad \text{ec. 1}$$

La DEP está relacionada con la función de autocorrelación mediante la transformada de Fourier, la información proporcionada para la DEP está en el dominio de la frecuencia, cuya definición matemática es:

$$s(\omega) = \int R(\tau)e^{-i\omega\tau}d\tau \quad \text{ec. 2}$$

En esta versión del analizador, se utiliza la DEP como método de análisis o descriptor,

éste descriptor proporciona picos y valles que están relacionadas con el comportamiento del sistema o proceso para la adecuada identificación de los fenómenos que puedan ocurrir en el núcleo del reactor.

5. Procesamiento de datos reales

Para el procesamiento de los datos reales adquiridos el programa almacena en un arreglo n datos donde:

n = resolución.

Cuando el número de datos de entrada es igual a n el instrumento empieza a calcular la DEP, mediante incrementos de 1 dato (dato actual) y la eliminación de los primeros datos en cada adquisición la resolución se mantiene igual a n , entonces la DEP se está calculando cada nuevo dato que se adquiere.

La adquisición de las señales se puede realizar con una frecuencia de muestreo variable, pero para este tipo de análisis se muestrea a 5 Hz, es decir, que se tienen 5 adquisiciones a cada segundo, la resolución de la DEP se puede

variar dependiendo de la calidad que se desee de la DEP, con 256 datos en un rango de 2.5 Hz se tiene una resolución de 0.00976 Hz por cada punto, suficientes definir una anomalía en el espectro de frecuencias.

6. Registro de eventos

El instrumento cuenta con un reloj en sincronía con el reloj interno de la computadora, donde el eje x de cada presentación gráfica está representado por la hora actual, con esto se puede analizar en que momento pudo haber ocurrido un evento importante.

El instrumento cuenta con la opción de almacenar todos los datos adquiridos durante un proceso, éste lo almacena en la dirección donde el usuario lo desee (disco duro, disco flexible, etc.). Los datos son almacenados en una tabla con formato ASCII, la tabla contiene la información como el tiempo en hora, minutos y segundos así como los datos de cada canal, ver tabla 1.

| Hora | Datos Canal 1 | Datos Canal 2 | | Datos Canal 16 |
|---------|---------------|---------------|-------|----------------|
| 8:00 AM | 1.057 | 0.875 | | -7.84 |
| . | . | . | | . |
| . | . | . | | . |
| 5:35 PM | 0.695 | 5.780 | | 1.876 |

Tabla 1.- Formato del almacenamiento de la información de un evento.

En algunos procesos o eventos no existen muchas variaciones y la adquisición es rápida almacenándose, el instrumento cuenta con un control de retardo donde el usuario selecciona el intervalo de tiempo en que se debe de almacenar cada adquisición.

7. Conclusiones

El instrumento se encuentra en desarrollo y de acuerdo con los avances tecnológicos se pretende adquirir mas de 64 canales simultáneamente para el monitoreo de variables importantes como es una planta nuclear.

Un equipo de monitoreo y diagnóstico de fallas en tiempo real, sería útil para mejorar los índices de comportamiento del núcleo del reactor, que al reducir fallas inesperadas incidirá en aumentar más la seguridad de la planta.

8. Resultados

Se realizaron comparaciones con un analizador de señales comercial y con otros analizadores computarizados dentro del rango de interés, presentándose una amplia diferencia en el tiempo de respuesta con respecto al Analizador de Flujo Neutrónico.

9. Bibliografía

1. Antonio S. Rojas S., Rodolfo A. Carrillo M. "Monitor de la densidad espectral de potencia (aplicado a las señales de los ARPM's de la CLV)", IT.AU-9804.
2. Eduardo Gabriel B., Juan M. Bravo S., Rodolfo A. Carrillo M., Antonio S. Rojas S. "Analizador de Flujo Neutrónico", IF.AU-9904.
3. Rogelio Castillo Durán, Rodolfo Carrillo Mendoza, Antonio S. Rojas Salinas, "Análisis Tiempo-Frecuencia del Evento de Oscilación de Potencia Ocurrido en Laguna Verde", IX Congreso de la SNM/XVI Reunión de la SMSR, Oaxaca 1998.
4. LabView user manual. January 1996.
5. LabView Analysis VI Reference Manual. January 1996.