

Sistema de Toma de Datos y Control del Experimento DABASCO

J. Alberdi Primicia
A. Artigao Arteaga
J. M. Barcala Riveira
J. C. Oller González

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Depósito Legal: M -14226-1995

ISSN: 1135 - 9420

NIPO: 238-00-002-0

Editorial CIEMAT

CLASIFICACIÓN DOE Y DESCRIPTORES

S22

NUCLEAR POWER PLANTS; REACTOR SAFETY; DATA ACQUISITION; DATA ACQUISITION SYSTEMS; CONTROL SYSTEMS; CONTAINMENT SYSTEMS; PROGRAMMING

Sistema de Toma de Datos y Control del Experimento DABASCO

Alberdi, J.; Artigao, A.; Barcala, J.M.; Oller, J.C.

18 pp. 5 fig. 5 refs.

Resumen:

El experimento DABASCO pretende profundizar en el conocimiento existente de los fenómenos termohidráulicos de la contención durante un hipotético accidente severo en una central nuclear. Este documento describe las características del sistema de adquisición de datos y control usado en el experimento DABASCO. El sistema se estructuraba en torno a una tarjeta de adquisición PCI-MIO-16E-4 y una aplicación desarrollada con LabView.

DABASCO Experiment Data Acquisition and Control System

Alberdi, J.; Artigao, A.; Barcala, J.M.; Oller, J.C.

18 pp. 5 fig. 5 refs.

Abstract:

DABASCO experiment wants to study the thermohydraulic phenomena produced into the containment area for a severe accident in a nuclear power facility. This document describes the characteristics of the data acquisition and control system used in the experiment. The main elements of the system were a data acquisition board, PCI-MIO-16E-4, and an application written with LaBView.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TOMA DE DATOS	6
SENSORES	6
<i>Caudalímetros</i>	7
<i>Controlador de flujo</i>	8
<i>Termopares</i>	8
EQUIPOS UTILIZADOS EN EL SAD.....	9
<i>Tarjeta PCI-MIO-16E-4</i>	9
<i>SCXI-1000</i>	11
3. PROGRAMAS.....	12
BIBLIOGRAFÍA.....	13

Introducción

La CE financia dentro del área de Seguridad Nuclear en el IV Programa Marco, el proyecto DABASCO, (Common Experimental Data Base for the development of Physical Models and Correlations for Thermal-Hydraulic Containment Analysis), que tiene como objetivo, mediante la realización de todo un conjunto de experimentos de efectos separados, profundizar en el conocimiento existente de los fenómenos termohidráulicos de la contención durante un hipotético accidente severo.

Dentro del proyecto DABASCO el CIEMAT contribuye con un programa de investigación sobre la eliminación de yodo en contención mediante el uso de rociadores, para lo que se ha diseñado y construido la instalación GIRS (Gaseous Iodine Removal by Sprays). Este proyecto, dedicado al estudio de la eficacia de dichos sistemas de rociado en la absorción de yodo gaseoso, pondera la importancia de variables tales como el pH del agua de rociado, temperatura y tamaño de gotas, representativas de aquéllas presentes en un accidente severo. El sistema de rociado forma parte de las salvaguardias de la contención en los reactores de agua ligera y sirve tanto para reducir la temperatura y presión en el medio como para retirar de la atmósfera de la contención los productos de fisión y aerosoles (término fuente) producidos en caso de un hipotético accidente severo. Los datos obtenidos serán utilizados en futuras aplicaciones de la evaluación de dicho término fuente.

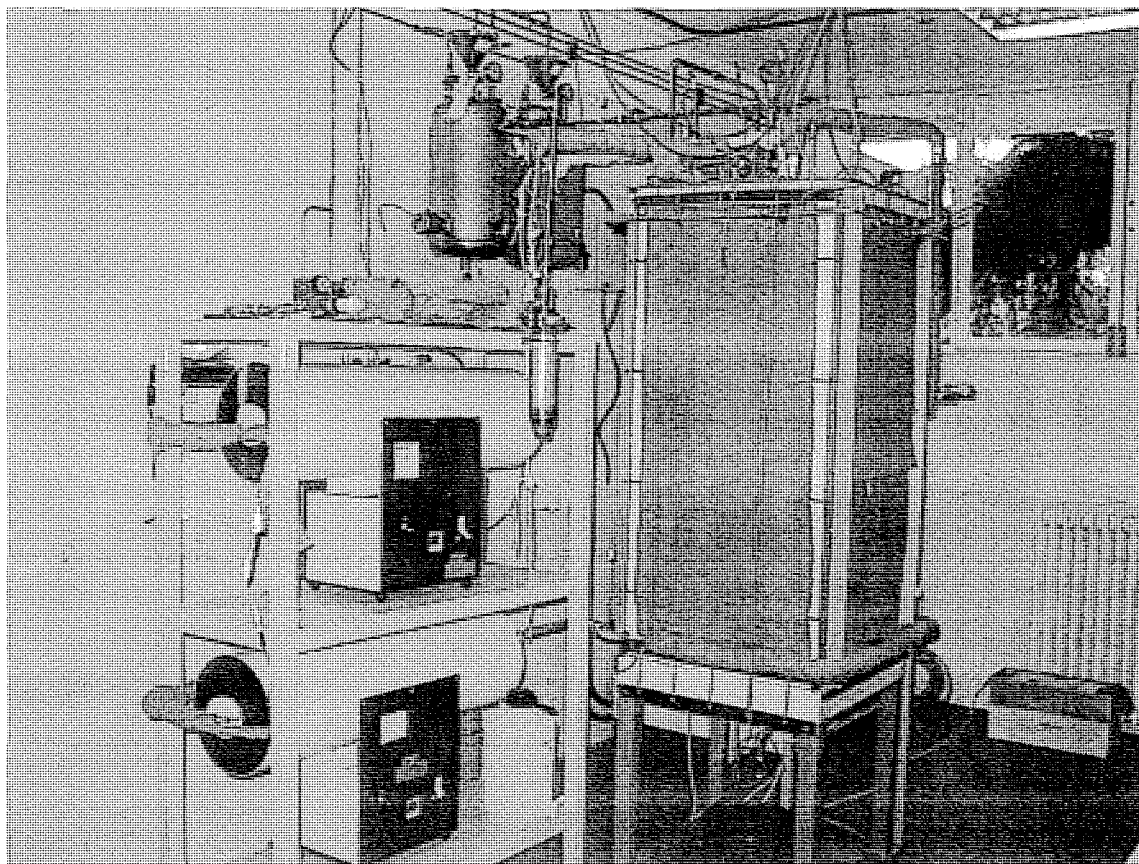


Figura 1. Vista general de la vasija de la instalación del experimento.

La instalación GIRS consiste en una vasija prismática (ver Figura 1) de base cuadrada (50 cm*50 cm) y 1.30 m de altura y cinco líneas que engloban: el sistema de suministro de aire y nitrógeno, el sistema de producción de yodo, el sistema de limpieza, y las líneas de muestreo para caracterización de la fase gaseosa y líquida. Se generará una atmósfera de yodo en el interior de la vasija y, accionando el sistema de rociado, se cuantificará la descontaminación en función de las variables anteriormente señaladas y el tiempo.

La instalación se completa con un sistema de adquisición de datos diseñado por el propio CIEMAT. Este documento describe la electrónica y la programación que constituyen ese sistema de adquisición de datos.

Elementos del sistema de toma de datos

Los datos del experimento DABASCO son recolectados por un sistema automático (ver Figura 2) construido alrededor de una tarjeta de adquisición de datos PCI-MIO-16E-4 de National Instruments y de una aplicación para toma de datos y monitorización de la instalación escrita con LabView.

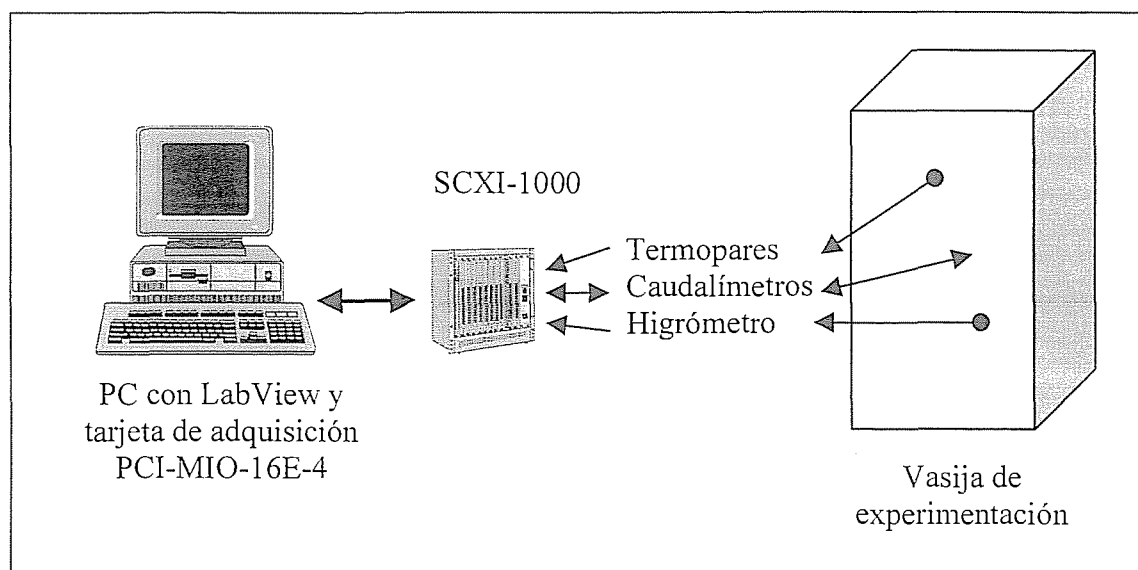


Figura 2. Esquema con los componentes electrónicos del SAD.

Sensores

En este experimento era necesario registrar datos provenientes de 11 sensores de temperatura, 1 higrómetro, 3 caudalímetros y 1 regulador de flujo. Este último además precisaba una señal de control para fijar el flujo que debía dejar pasar. Por lo tanto el sistema de adquisición de datos, en adelante SAD, debía monitorizar 16 sensores y controlar un regulador de flujo. En la tabla 1 puede verse una lista con los sensores presentes, tipo de sensor usado y los canales del sistema de adquisición de datos a los

que se unieron. En la figura 5 puede verse un esquemático de la instalación tal y como aparecía en la aplicación software desarrollada durante este proyecto. En ese esquemático están representados los sensores en las posiciones que ocupaban.

Tabla 1. Lista de sensores.

Nombre	E/S	Dispositivo	Canal	Descripción	Tipo de señal
C1	AI	SCXI-1100	0	Caudal de agua+HCl	4-20 mA
C3	AI	SCXI-1100	4	Caudal de aire	4-20 mA
C4	AI	SCXI-1100	1	Caudal de nitrógeno	4-20 mA
C6	AI	SCXI-1100	5	Caudal de muestreo	0-5 V
H10	AI	SCXI-1100	3	Higrómetro	4-20 mA
HT10	AI	SCXI-1100	2	Temperatura	4-20 mA
T0	AI	SCXI-1100	0	Temperatura	Termopar J
T1	AI	SCXI-1100	1	Temperatura	Termopar J
T10	AI	SCXI-1100	10	Temperatura	Termopar J
T2	AI	SCXI-1100	2	Temperatura	Termopar J
T3	AI	SCXI-1100	3	Temperatura	Termopar J
T4	AI	SCXI-1100	4	Temperatura	Termopar J
T5	AI	SCXI-1100	5	Temperatura	Termopar J
T6	AI	SCXI-1100	6	Temperatura	Termopar J
T7	AI	SCXI-1100	7	Temperatura	Termopar J
T8	AI	SCXI-1100	8	Temperatura	Termopar J
T9	AI	SCXI-1100	9	Temperatura	Termopar J
MedConOut	AO	PCI-MIO-16E-4	0	Caudal de muestreo	0-5 V
MedConIn	AI	PCI-MIO-16E-4	2	Caudal de muestreo	0-5 V

Caudalímetros

Los caudalímetros son sensores de la serie Top-Trak Series 820 de la empresa Sierra Instruments, inc. Son transductores que se alimentan entre 12-15Vdc (opcionalmente a 24Vdc). Proporcionan una señal de 0-5Vdc, u opcionalmente 4-20mA, proporcional linealmente a la masa de gas que se pretende medir. Tanto la alimentación como la señal de medida son accesibles a través de un conector de 9 contactos tipo sub-D. También disponen de un display en el que puede leerse directamente la medida.

El gas entra en el cuerpo del sensor y se divide en dos flujos. La mayoría del gas circula a través de una membrana con caminos diseñados específicamente para producir un flujo laminar. Esto crea una diferencia de presión que fuerza el paso de una pequeña cantidad de gas a través del otro camino, donde se encuentra el sensor.

En estos modelos el elemento sensible al flujo se encuentra en la parte superior. Como los dos flujos son perfectamente laminares, la proporción entre el flujo total y el flujo medido permanece constante. Dos sensores de temperatura (RTD) colocadas alrededor del tubo del sensor permiten proporcionar una cantidad de calor constante al gas.

Durante la operación, el flujo de gas transporta calor desde la primera resistencia hacia la segunda. La diferencia de temperatura resultante es detectada por las RTD y da una señal de salida. Esta señal es directa y linealmente proporcional a la masa del flujo de

gas. Estos sensores se calibran para un tipo de gas determinado y si se usan para otro diferente deben recalibrarse o bien usar la fórmula de conversión adecuada para el nuevo gas.

Controlador de flujo

El controlador de flujo es una unidad UFC-9150 de la marca Unit Instruments, inc. Admite una señal externa en el rango de 0-5Vdc para indicarle que cantidad de flujo debe permitir pasar a través suya. Esta unidad proporciona una señal 0-5Vdc proporcional al flujo que mide en cada momento.

Termopares

Los termopares usados son termopares tipo J contruidos en el Ciemat.

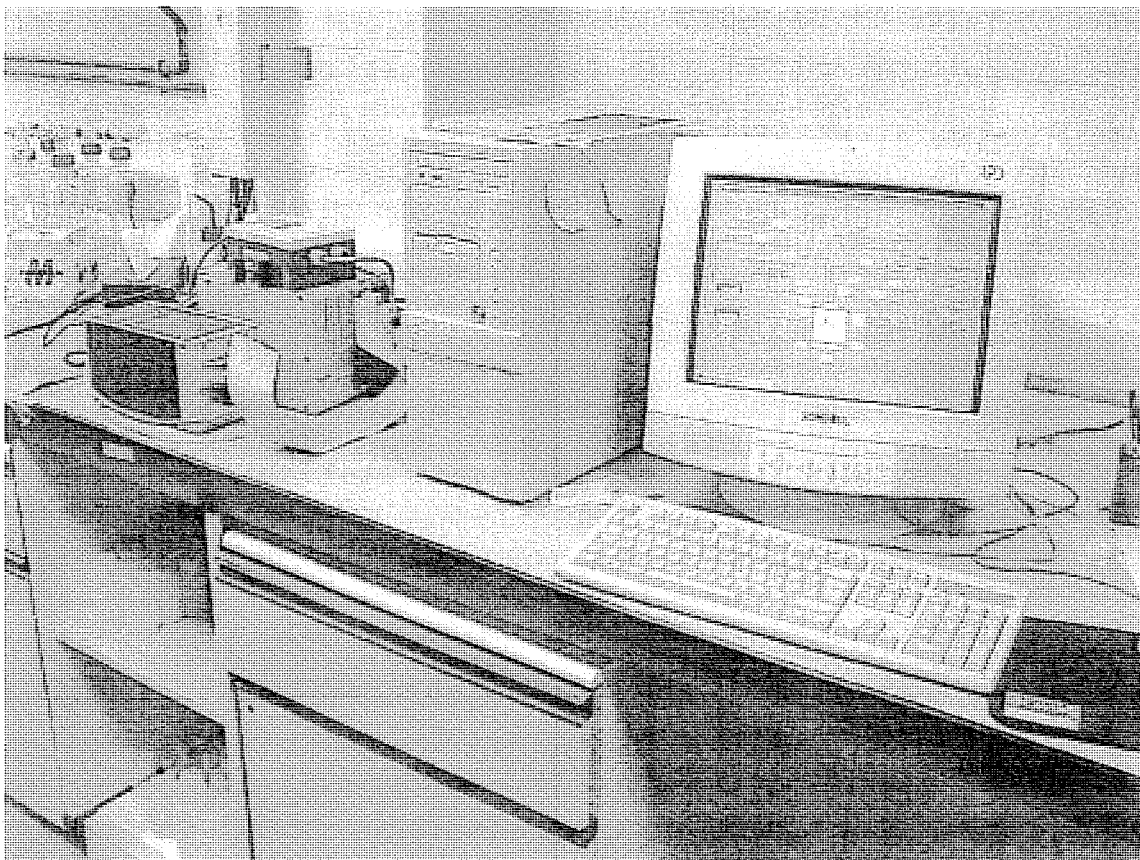


Figura 3. Vista general del sistema de adquisición de datos usado en el experimento. A la izquierda el chasis SCXI, a la derecha el ordenador de adquisición en el que se colocó la PCI-MIO-16E-4. En la pantalla puede verse la interfase de la aplicación LabView.

Equipos utilizados en el SAD

El SAD estaba compuesto por una tarjeta PCI-MIO-16E-4 de National Instruments colocada en el bus de un PC. Para hacer la adaptación de señal se usaba un chasis SCXI-1000 de 4 slots con sus correspondientes módulos SCXI-1100 y los accesorios necesarios (SCXI-1300 y SCXI-1361). El chasis SCXI se conectaba a la tarjeta mediante un cable SCXI-1349 de 1 m de longitud. Todo este material fue proporcionado por la misma empresa que la tarjeta.

Tarjeta PCI-MIO-16E-4

Las tarjetas de la serie PCI E son tarjetas Plug&Play, con E/S analógicas, digitales y temporizadores para buses PCI. La PCI-MIO-16E-4 usada en este experimento dispone de un convertidor A/D de 12 bits con 16 canales de entrada en modo común u 8 diferenciales. También dispone de 2 canales analógicos de salida en voltaje con un convertidor D/A de 12 bits, 8 líneas compatibles TTL para E/S digitales, y 2 contadores/temporizadores de 24 bits. Estas tarjetas son totalmente configurables via software.

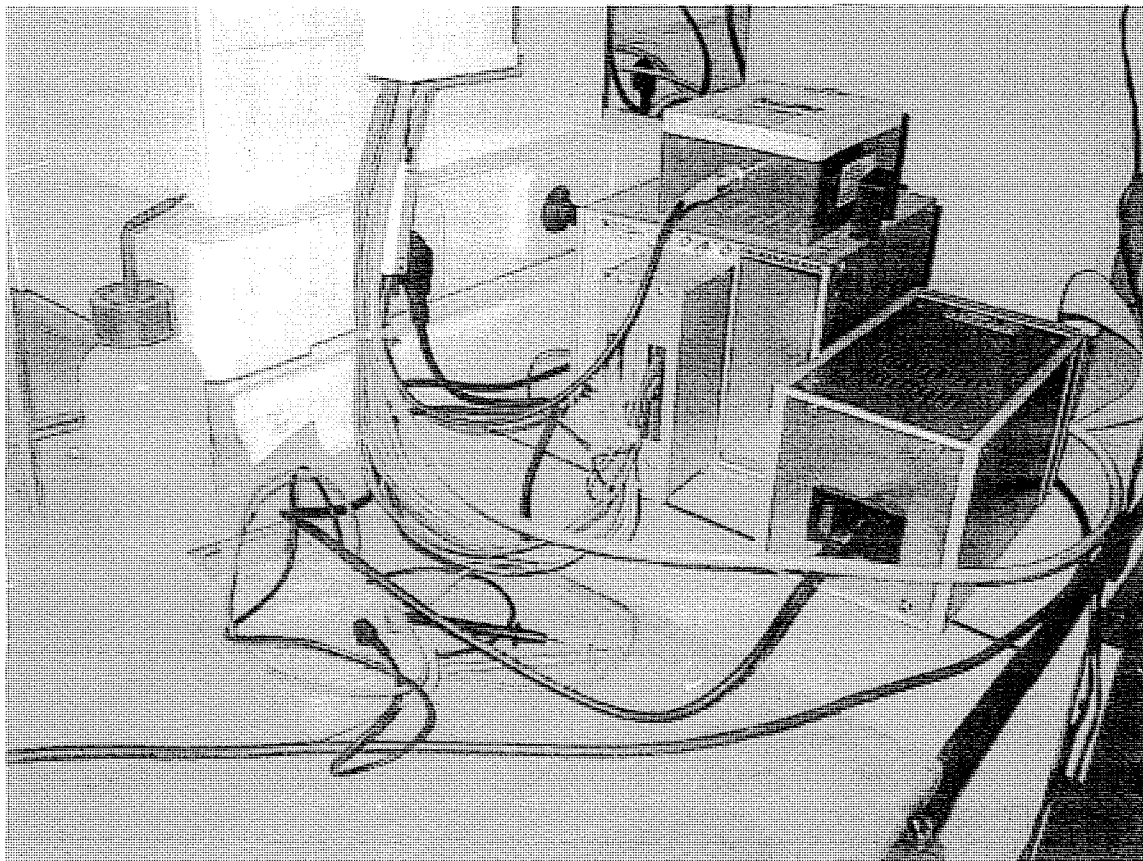


Figura 4. Chasis SCXI-1000 con los módulos usados en el experimento. Las otras cajas contienen electrónica adicional usada en el experimento.

La serie PCI incluye la capacidad de ejercer el control del bus lo que hace posible aplicaciones de toma de datos robustas y en multitarea. Al asumir el control del bus se mejoran las prestaciones totales del sistema al permitir la transferencia directa de datos entre la tarjeta y la memoria del ordenador sin ocupar la CPU.

La tarjeta usa multiplexadores CMOS analógicos para recibir hasta 16 señales en modo común u 8 señales diferenciales. Estos multiplexadores tienen una protección contra sobrevoltajes de $\pm 25V$ o $\pm 35V$ cuando están alimentados y de $\pm 15V$ o $\pm 25V$ cuando están sin alimentación. El convertidor analógico-digital tiene rangos de entrada y ganancias programables via software. La tarjeta dispone de buffers FIFO que garantizan que ningún dato se pierde ni siquiera durante largos tiempos de latencia del sistema operativo. Pueden realizarse múltiples conversiones A/D con E/S programada, interrupciones o DMA.

Otra cualidad de esta tarjeta es la posibilidad de añadir un ruido blanco gaussiano a la señal a medir. Posteriormente la señal más el ruido son promediados para obtener un resultado de más resolución. Este método disminuye los efectos del ruido que pueda traer la señal y mejora la linealidad diferencial. Tras promediar, el dato conseguido del convertidor A/D es tan preciso como el proveniente de otro convertidor A/D con más bits de resolución.

El amplificador de instrumentación NI-PGIA con el que viene equipada esta tarjeta consigue estabilizarse a una precisión de 12 bits en menos de $2\mu s$ tanto para una ganancia de 1 como de 100. Cuando se usan diferentes ganancias en cada canal el amplificador necesita más tiempo para estabilizarse.

Los canales pueden ser muestreados en cualquier orden y a la máxima velocidad de conversión. Además, cada canal puede ser programado con una ganancia diferente, tanto bipolar como unipolar, y como entrada diferencial o en modo común.

La tarjeta tiene dos salidas analógicas con convertidores digital-analógicos de 12 bits de resolución y configuración individual de cada canal, bien unipolar o bipolar.

Dispone de 8 líneas digitales de E/S. La dirección de cada una de estas líneas es programable. La tarjeta tiene registros específicos en los que pueden leerse y escribirse los valores de estas líneas.

También dispone de una circuitería de calibración para las líneas de entrada y salida analógica. La tarjeta puede calibrarse a través del software para acomodarse a las situaciones ambientales de cada momento evitando errores debidos a los desplazamientos por el tiempo y la temperatura. Para ello usa un referencia interna que garantiza una alta estabilidad y precisión a lo largo del tiempo y un amplio rango de temperaturas. Las constantes de calibración de fábrica están permanentemente almacenadas en una EEPROM y no pueden modificarse. Una porción de la EEPROM permite almacenar constantes modificables por el usuario. Siempre puede devolverse la tarjeta a su estado inicial usando los valores de fábrica. La tarjeta se proporciona con un certificado de calibración ISO-9002.

SCXI-1000

El conjunto de chasis SCXI-1000 y los módulos insertados en su interior se encargan de hacer el acondicionamiento de señal de los sensores y actúan como multiplexador para presentar estas señales a la tarjeta de toma de datos a través de un cable plano de unión. El chasis SCXI contiene un bus analógico, un bus digital y un controlador que regula las operaciones de los buses.

En este tipo de chasis pueden alojarse hasta cuatro módulos de señal. Existen diversos tipos de módulos de entradas analógicas que pueden multiplexar, amplificar, filtrar y aislar señales en voltaje o en corriente. También hay módulos específicos que suministran alimentación a los sensores, para galgas de esfuerzo, RTDs y E/S digitales.

Los bloques de terminales preparados para unirse directamente al frontis de un módulo SCXI proporcionan un método rápido y fácil de conectar señales de E/S al sistema. Hay dos tipos de bloques de terminales: de montaje directo o TBX.

En el experimento se usaron bloques de montaje directo que conectan los transductores a los terminales en el interior de una caja totalmente apantallada. La caja dispone de cierres de seguridad para impedir el movimiento de los cables. Algunos bloques disponen de un sensor de temperatura para compensación del punto frío en las medidas con termopares. Estos bloques también pueden realizar cierto acondicionamiento de señal.

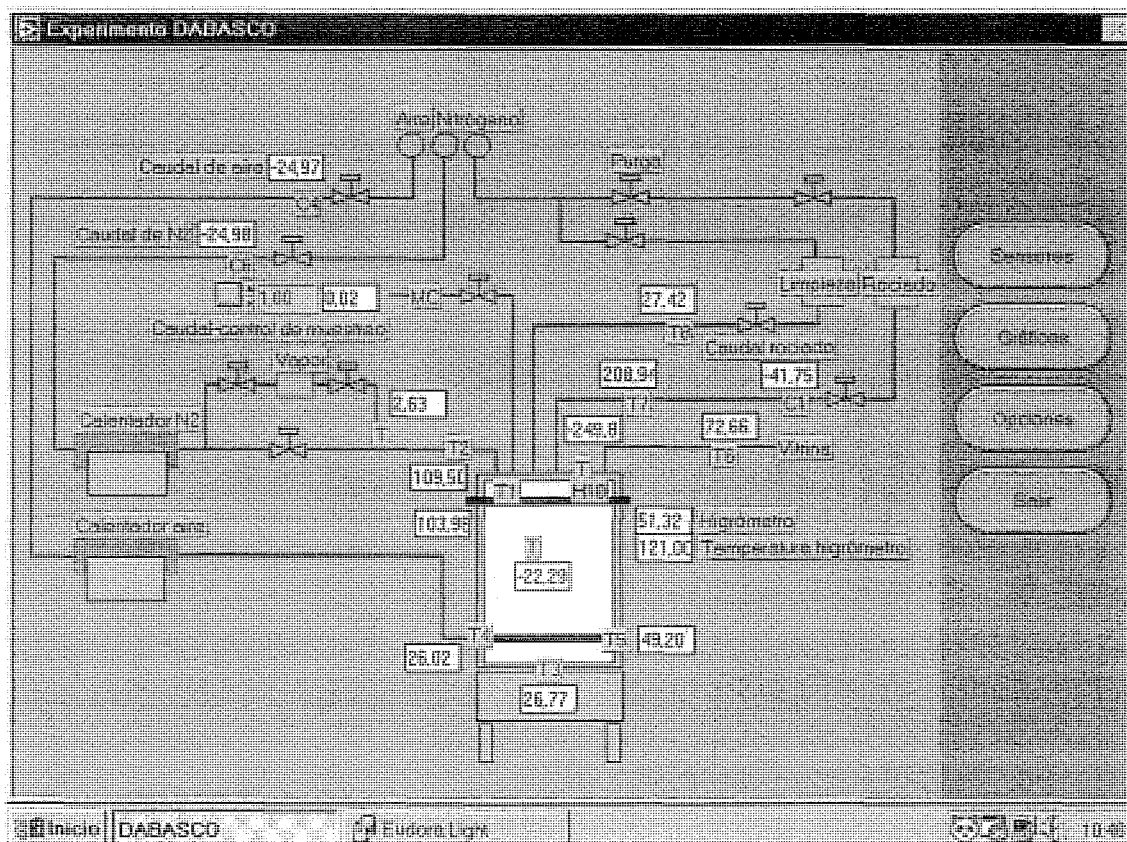


Figura 5. Pantalla principal de la aplicación de toma de datos del experimento.

3. Programas

Para este proyecto se escribió una aplicación con LabView que se encargaba de la recogida de datos y servía de interfase con el usuario. Esta aplicación hacía uso del driver NI-DAQ para acceder a la tarjeta. Las funciones proporcionadas por este driver incluyen rutinas para entrada analógica, conversión A/D a alta velocidad, salida analógica, generación de formas de onda, E/S digital, operaciones con contadores y temporizadores, SCXI, RTSI (Real Time System Integration) y autocalibración.

La aplicación consta de una pantalla principal donde puede verse un esquemático de la instalación (figura 5). La vasija donde se lleva a cabo el experimento ocupa la posición central. Sobre ella se distribuyen varios termopares que miden la temperatura de su superficie. En su interior también se coloca un termopar junto con un higrómetro.

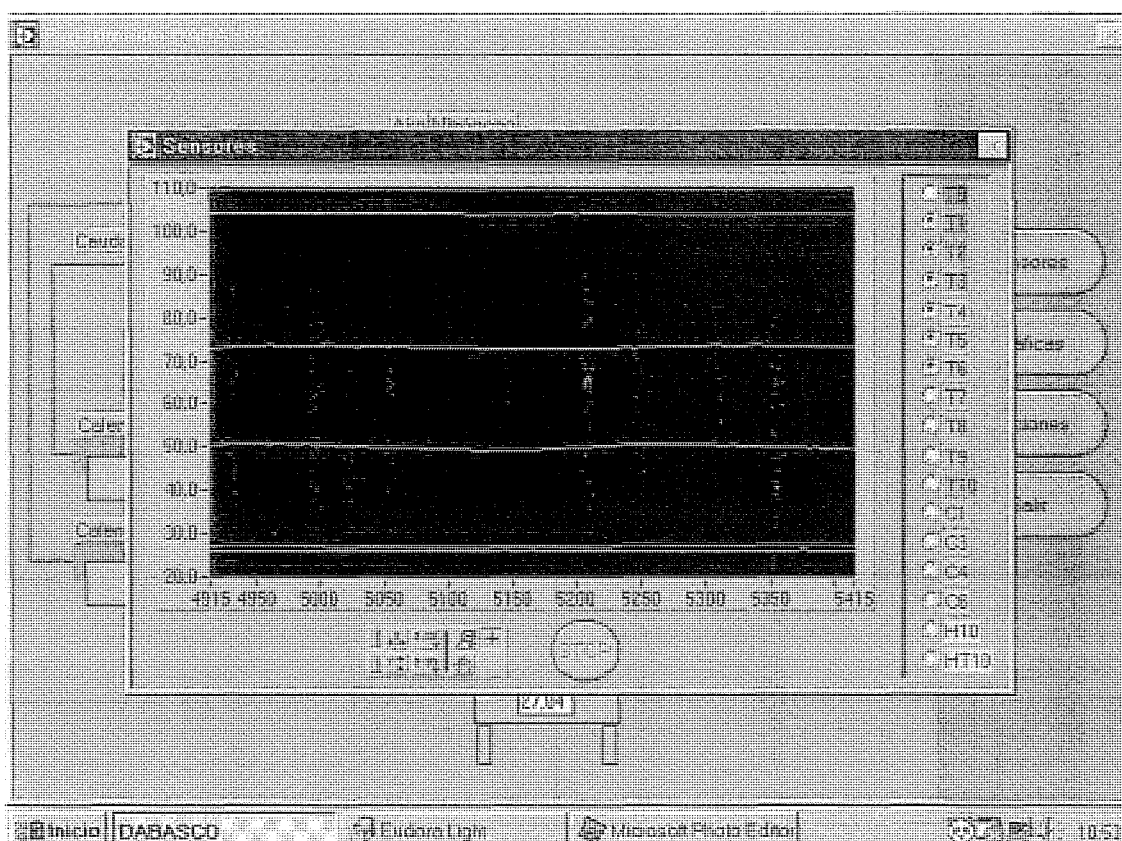


Figura 6. Gráfica donde se representan los valores de los sensores elegidos por el usuario.

En las tuberías que llevan los diferentes gases y líquidos hacia la vasija de experimentación se colocan termopares y caudalímetros. En la figura 5 podemos ver la disposición general del experimento.

Los diferentes sensores se leen continuamente y sus valores quedan reflejados en la pantalla en tiempo real y en las posiciones que ocupan realmente en la instalación. También se dispone de un control para cambiar el flujo en el medidor-controlador.

En el lado derecho de la pantalla hay una serie de botones que conducen a pantallas gráficas y de opciones. Usando los botones 'Sensores' y 'Gráficas' aparecen pantallas con representaciones gráficas de los valores de los sensores en función del tiempo. Estas gráficas se actualizan en tiempo real a medida que los datos van siendo adquiridos. La gráfica correspondiente a la selección 'Sensores' muestra los valores de cuatro sensores determinados, siempre los mismos, considerados esenciales para el transcurso de los experimentos. En la otra selección, 'Gráficas', el usuario puede elegir libremente los sensores que le interesen activando o desactivando los controles colocados a la derecha de la pantalla.

Por último tiene una pantalla de 'Opciones' donde es posible cambiar la cadencia a la que se registran los datos en un fichero y el nombre de ese fichero de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- PCI E Series User Manual. National Instruments. 1997.
- SCXI Chassis User Manual. National Instruments. 1996.
- Getting Started with SCXI. National Instruments. 1996.
- SCXI-1100 User Manual. National Instruments. 1994.
- Measurement and Automation Catalogue. National Instruments. 1999.

