

Sistema de adquisición de datos para medir desorción ó absorción de hidrógeno activadas térmicamente

Jorge Runco, Marcos Meyer
IFLP - Depto.de Física – Facultad de Cs.Exactas– UNLP
CONICET
{ runco, meyer }@fisica.unlp.edu.ar

Resumen

Este trabajo se enmarca dentro de las actividades llevadas en conjunto entre el Laboratorio de Electrónica y el grupo de Física Experimental cuya línea de investigación tiene como objetivo el estudio de materiales nanoestructurados aptos para el almacenamiento de hidrógeno.

Además de las técnicas habituales de caracterización (difracción de rayos X, microscopía electrónica, calorimetría diferencial y volumetría [1], [7], en muestras que contengan Fe, es posible utilizar Espectroscopía Mössbauer [2], sensible al entorno atómico de los átomos de Fe. En este sentido, sería muy importante poder observar la evolución de la señal Mössbauer (en la modalidad de velocidad constante) en simultáneo con la detección del flujo de hidrógeno asociado a la desorción o absorción activadas térmicamente.

Con esta finalidad se ha construido un horno basado en un calefactor [3] anular, con cámara de acero refrigerada por agua, acoplado a un fluxímetro. La experiencia consiste en calentar la muestra de modo controlado, registrando el tiempo, la temperatura y el flujo de hidrógeno mientras de manera independiente y simultánea se mide el espectro Mössbauer.

En este trabajo se muestra el desarrollo e implementación de un sistema que controla y automatiza la adquisición de los parámetros antes mencionados.

El experimento es controlado a través de un sistema de cómputo (Notebook ó PC), midiendo, controlando, registrando y graficando en forma automática la evolución de las variables del experimento (temperatura y flujo de gas), en función del tiempo. El software se desarrolló en un lenguaje de programación de alto nivel (Matlab, Delphi) ofreciendo al usuario una interfaz gráfica típica de los lenguajes visuales.

Palabras claves: Espectroscopía Mössbauer, procesos, absorción y desorción, adquisición de datos.

1. Introducción

Uno de los desafíos más importantes para el desarrollo y la utilización del hidrógeno como vector energético es la posibilidad de almacenarlo de manera segura y eficiente.

Actualmente existen varias formas de hacerlo, cada una de ellas posee ventajas y desventajas. El almacenamiento de hidrógeno en estado gaseoso es el más simple, pero es muy voluminoso y necesita de altas presiones en los depósitos de confinamiento.

El almacenamiento en estado líquido necesita de depósitos a muy bajas temperaturas, debiendo emplearse grandes cantidades de energía para mantener temperaturas criogénicas.

Debido a que el hidrógeno es altamente reactivo hay una gran cantidad de elementos susceptibles de reaccionar con él para la formación de hidruros. Si las condiciones de presión y temperatura son adecuadas, podrían utilizarse hidruros como una alternativa más eficiente respecto a los modos anteriormente mencionados.

Entre otras ventajas, la absorción en metales [1], formando una fase hidruro respecto de los sistemas actuales (compresión y la licuefacción), no requiere trabajo para comprimir o licuar ni tampoco temperaturas criogénicas.

Una cuestión importante en la investigación experimental es el análisis de las propiedades de absorción-desorción de hidrógeno de nuevos materiales, como así también el estudio de las cinéticas de absorción y desorción.

2. Descripción del sistema de medida

Continuando con el desarrollo de equipamiento que permita realizar nuevas experiencias para estudiar las cinéticas de absorción-desorción de hidrógeno a distintas temperaturas, en este trabajo se muestra el horno construido, su control y el sistema que automatiza la experiencia.

Permite estudiar las cinéticas de absorción-desorción de hidrógeno, a distintas temperaturas, manteniendo constante la presión en la cámara de reacción, en un amplio rango de temperaturas (300K hasta 1000K) y presiones (1 mbar hasta 50 bar).



Figura 1. Horno utilizado

La imagen muestra el horno donde se encuentra la muestra a ensayar. El mismo está refrigerado con agua y se estudió su respuesta a fin de poder modelizarlo para realizar el control del mismo.

Se aplicó un escalón de potencia y se midió la respuesta del mismo (evolución de la temperatura) y en base a esto se determinó la estrategia de control más adecuada. Como resultado se utilizó un modelo con distintas técnicas de control (proporcional, proporcional + integral) de acuerdo a las especificaciones de la experiencia en cuanto a si se realizaba la misma llevando a una temperatura determinada a la muestra y luego debía mantenerse en ese valor con un determinado error, ó si la misma se realizaba siguiendo un crecimiento lineal de la temperatura (rampa). Todo esto fue tenido en cuenta a la hora de seleccionar el algoritmo de control.

La figura 2 muestra el diagrama esquemático de la experiencia donde se ve la interconexión de los distintos módulos y componentes.

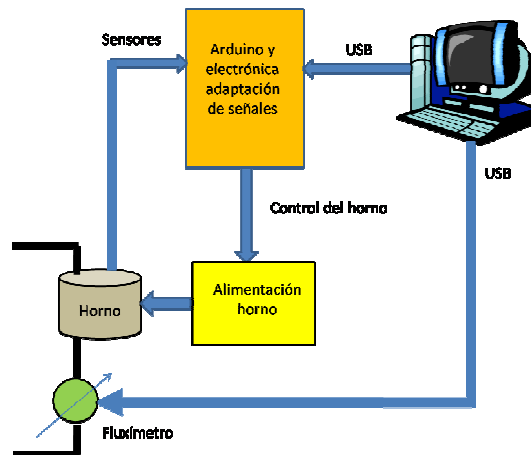


Figura 2

El instrumento de medida se desarrolló sobre sistema de cómputo, notebook ó tipo PC, que por medio de puertos usb controla a un microcontrolador arduino [4] y al medidor de flujo (fluxímetro).

El convertor A/D que posee la plaqueta arduino y electrónica adicionada para acondicionar las señales, son los encargados de la medida de temperatura y presión [5]. Salidas digitales del arduino se utilizan para controlar la etapa de potencia que alimenta al horno. Mientras que el medidor de flujo es controlado directamente desde un puerto USB, pues el instrumento entrega la información en forma digital (Protocolo MODBUS [6]).

Durante el desarrollo de la experiencia los parámetros antes mencionados, temperatura, presión y flujo de gas, son adquiridos y almacenados. El sistema cuenta con la posibilidad

de realizar la experiencia a temperatura constante, temperatura creciendo linealmente (rampa de temperatura).

Esta experiencia fue diseñada para poder medir simultáneamente, con equipo adicional, el efecto Mosbauer y la variación de esta señal con la desorción y absorción de hidrógeno dependiente de la temperatura. La figura 3 muestra la disposición del equipo adicional que no fue mostrado en la figura 2.

Con el equipamiento desarrollado, que permite controlar el flujo gaseoso y la temperatura, en las medidas realizadas por el detector se reflejarán los efectos que producirán las variaciones de dichos parámetros.

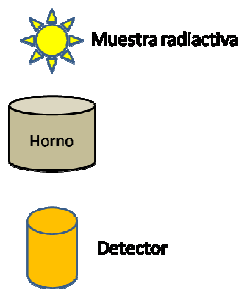


Figura 3

3. Conclusiones

Este equipo fue desarrollado a pedido de un grupo de Investigación del IFLP (Instituto de Física de La Plata) – Depto. de Física (Fac. Ciencias Exactas – UNLP) que investigan en el tema. Permite seguir la evolución de la señal Mosbauer (equipo adicional) en función de la desorción y absorción de hidrógeno activadas térmicamente (equipo mostrado en este trabajo).

Se desarrolló e implementó un equipo de “bajo costo” realizado con componentes comerciales que permite estudiar la absorción y desorción de hidrógeno en metales. El desarrollo fue realizado “a medida” para cumplir los requerimientos de las experiencias en cuanto a los distintos parámetros a medir. Se desarrolló e implementó el módulo de adaptación de señales y el software que controla y automatiza la experiencia como así también la cámara que contiene a la muestra y al calefactor del horno. También la etapa de potencia que alimenta al horno.

4. Referencias

- [1] Optimización de un hidruro complejo para almacenamiento de hidrógeno. Tesis doctoral Junio 2009 – Cardozo, César Luis - Centro Atómico Bariloche.
- [2] Blatt, Frank J, Modern Physics, McGraw Hill, 1992. [Efecto Mossbauer](#), Ch 15.
- [3] Watlow ULTRAMIC Advanced Ceramic Heaters. <https://www.watlow.com>
- [4] http://dfists.ua.es/~jpomares/arduino/page_03.htm
- [5] Data Acquisition and Control Handbook. Keithley
- [6] MODBUS Protocol Specification - <http://www.modbus.org>
- [7] Sievert-type measurement and acquisition system for the study of hydrogen storage in solids. Runco J. Meyer M. CACIC 2013 – Mar del Plata - Argentina