

Automatización del posicionamiento de un detector y adquisición de datos para un Difractómetro de Rayos X

Jorge Runco¹, Alberto Ghisolfi²

¹Prof. Titular Ded. Exclusiva

²Profesional Principal - CONICET

^{1,2}Depto.de Física – Facultad de Cs.Exactas– UNLP - IFLP

{ runco, ghisolfi }@fisica .unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se describe la implementación del control y automatización del posicionamiento del detector y adquisición de datos, de un difractómetro de rayos x.

El sistema forma parte del equipamiento de la cámara de reacción de un acelerador de iones de 400 KV que posee el Depto. de Física de la UNLP, y está montado de manera de poder hacer difracción [1] sobre muestras que están simultáneamente siendo tratadas con el acelerador. Esta cámara de reacción se encuentra en vacío y el generador de rayos x es externo a la cámara, entrando a la misma a través de una ventana de berilio. El detector está solidario a un sistema mecánico conectado a un motor paso a paso que permiten llevarlo a distintas posiciones.

Se propone un sistema de adquisición [2] automático para la colección de datos y para ser utilizado en una segunda etapa para una experiencia de correlación con otras variables, como por ej. el seguimiento automático del pico de un difractograma para variaciones de temperatura de la muestra.

Palabras claves: cristalografía, procesos, difracción, adquisición de datos.

1. Introducción

La cristalografía [1] es una técnica experimental que permite estudiar materiales, observando la dispersión y difracción de rayos x que inciden sobre el mismo.

Los rayos X interactúan con la materia a través de los electrones que la forman y que se están moviendo a velocidades mucho menores que la de la luz. Cuando la radiación electromagnética X alcanza un electrón cargado éste se convierte en fuente de radiación electromagnética secundaria dispersada.

Según la longitud de onda y de las relaciones de fase de esta radiación dispersada, nos podemos referir a procesos elásticos, o inelásticos (dispersión Compton), dependiendo de

que no cambie, o cambie, la longitud de onda, y de coherencia o incoherencia según que las relaciones de fase se mantengan en el tiempo y en el espacio, o no.

Los intercambios de energía y momento que se producen pueden incluso dar lugar a la expulsión de un electrón fuera del átomo, seguido de la ocupación del nivel de este electrón por electrones de niveles superiores.

Todos estos tipos de interacciones dan lugar a diferentes procesos en el material como pueden ser: refracción, absorción, fluorescencia, dispersión Rayleigh, dispersión Compton, polarización, difracción, reflexión.

La figura 1 muestra el esquema de la experiencia para estudiar materiales mediante difracción de rayos x.

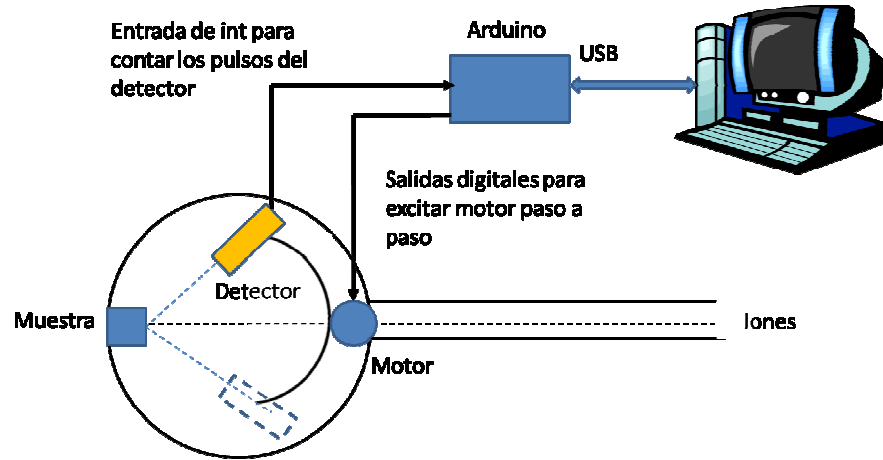


Figura 1. Disposición esquemática del equipamiento

Los rayos x inciden sobre la muestra y son difractados en distintas direcciones, observando como son dispersados estos rayos al impactar con el material, se puede estudiar la estructura cristalina del mismo. El detector va cambiando de posición y va contando la cantidad de rayos (pulsos) que fueron dispersados por la muestra en las distintas direcciones (posiciones).

La cámara de reacción se encuentra en vacío y el generador de rayos x es externo a la misma, conectada a ella a través de una ventana de berilio. El detector está montado sobre un goniómetro dentro de la cámara y es movido por un motor paso a paso, donde la posición es sensada a través de un encoder angular (sensor de posición).

La geometría está determinada entre otras cosas por el soporte del material a irradiar, el cual limita el ángulo de barrido aproximadamente a 270° .

El detector, montado sobre el goniómetro, es un tubo fotomultiplicador [3] con su correspondiente base (polarización de electrodos), fuente de alta tensión y preamplificador, estos dos últimos fuera de la cámara. En la figura 2 se muestra una imagen de la cámara de reacción y generador de iones.

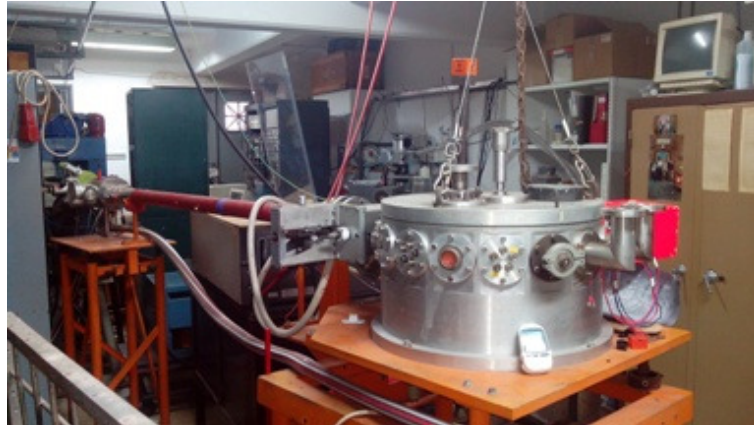


Figura 2

2. Descripción del sistema de medida

Con el fin de automatizar la medida, las distintas funciones a realizar son:

- Posicionar el detector: llevarlo a una posición determinada, cambiar de posición en décimas de grado ó en grados.
- Adquisición de datos: contar la cantidad de pulsos recibidos del detector una cantidad de tiempo pre-determinada en cada posición
- Almacenamiento de datos para posterior procesamiento.
- Graficar los pulsos contados en función de la posición del detector.
- Repetir lo anterior en varios ciclos.

Una experiencia típica es: posicionar al detector en una posición inicial, medir la cantidad de pulsos que llegan del detector, almacenar el resultado, cambiar la posición y repetir un número determinado de ciclos la experiencia graficando la evolución de los parámetros medidos, en este caso número de pulsos contados en función de la posición.

Para tal fin se desarrolló en software que automatiza la experiencia sobre un sistema de cómputo, notebook ó PC, ofreciendo al usuario una interfaz gráfica característica de los lenguajes de alto nivel. A través del puerto usb se envían comandos que son interpretados por un sistema arduino[4] que actúa como interfaz de hardware con el resto del equipo.

Los pulsos del detector, rayos x dispersados, ingresan por la entrada de interrupciones del arduino y son contados por éste, y sumados al valor contado en el ciclo anterior. Por medio de las salidas digitales se genera la excitación del motor paso a paso del detector y su sentido de giro. Se utiliza el conversor A/D del arduino para la medida de temperatura con el agregado de electrónica que adapta la señal para ser medida.

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.

La cámara de reacción, el generador de rayos x y la etapa de potencia que excita al motor, forman parte del equipo existente en el Depto. de Física de la UNLP y se implementó la interfaz con componentes comerciales para interactuar con este equipo. Se desarrolló el software “a medida” que automatiza y controla toda la experiencia, permitiendo cumplir los requerimientos del grupo de investigación en cuanto a los distintos parámetros a medir durante la realización de la experiencia.

El Laboratorio de Electrónica atiende los requerimientos de los distintos grupos de investigación participando en el desarrollo de equipamiento auxiliar para aplicaciones específicas, requerimientos de nuevas configuraciones experimentales y apoyo en la puesta en marcha de nuevos experimentos. Dentro de este marco fue desarrollado el sistema presentado en este trabajo.

4. Referencias

[1] The Basics of Crystallography and Diffraction: Third Edition (International Union of Crystallography Texts on Crystallography) 3rd Edition. Christopher Hammond.

[2] Data Acquisition and Control Handbook. Keithley

[3] Photomultiplier tubes. Principles & applications. Philips

[4] http://dfists.ua.es/~jpomares/arduino/page_03.htm