Construcción de un espectrómetro Mössbauer de retrodispersión a bajas temperaturas aplicado a la caracterización de muestras superparamagnéticas Fe_3O_4 (Magnetita)

M. en C. N. Chávez Hernández[1,2], Dr. E. F. Reguera Ruíz[1] y Dr. H. T. Yee Madeira [2]

[1]*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.*
[2] *Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer y Técnicas Complementarias, Escuela Superior de Física y Matemáticas-IPN Av. IPN s/n. Edif Z-7, 3a. Sección, UPALM, Col. Lindavista, México, D.F., C.P. 07738*

Resumen
Entre las diferentes técnicas de análisis de las propiedades microscópicas de los materiales, la espectroscopia Mössbauer es la que permite detectar los cambios fraccionales de energía más pequeños ($\Delta E/E \sim 10^{-12}$) en los niveles energéticos de un núcleo atómico, ya que con ella se pueden determinar estados iónicos, campos eléctricos y magnéticos locales, etc. En este trabajo se construirá un sistema para caracterizar muestras superparamagnéticas Fe_3O_4 (Magnetita) aplicando la técnica de espectroscopia Mössbauer con retrodispersión a bajas temperaturas, que será realizado en el Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer y Técnicas Complementarias-ESFM, así como en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.

Introducción
En 1957, Rudolph Mössbauer descubrió el efecto que hoy lleva su nombre y que lo hizo merecedor del Premio Nobel en Física en 1961[1][2]. La espectroscopia basada en el efecto Mössbauer (EM) es una técnica de absorción nuclear resonante basada en la posibilidad de que procesos de absorción y emisión de energía nuclear (fotones γ) puedan ocurrir sin que los núcleos de los isótopos involucrados retrocedan. Dependiendo de la rigidez del material en el cual se encuentran los isótopos, existe una probabilidad de que esto ocurra.

Procedimiento Experimental
Utilizando el efecto Mössbauer en la caracterización de muestras superparamagnéticas como es el caso de la magnetita (Fe_3O_4), las interacciones hiperfinas pueden ser claramente observadas. La causa de este efecto es la interacción de un parámetro nuclear con su entorno (por ejemplo, la interacción del momento cuadrupolar con el gradiente del campo eléctrico; el rango de energía es de 10^{-6} a 10^{-9} eV). Si las componentes nucleares (por ejemplo, el momento cuadrupolar nuclear) son conocidas, es posible obtener conclusiones sobre la naturaleza de los alrededores nucleares [3].
El isotopo Mössbauer que será utilizado es el ^{57}Fe el cual tiene un ancho de línea de $\Gamma=4.5\times10^{-9}$ eV. La transición utilizada en la espectroscopia Mössbauer es la de los núcleos en descomposición de su primer estado excitado al estado fundamental, emitiendo radiación gamma (γ) a 14.4 keV. Las pequeñas variaciones de energía que están presentes son suficientes (en la región de 10^{-8} eV o unos pocos mm/s) para obtener un espectro Mössbauer.
El método más frecuentemente utilizado para obtener un espectro Mössbauer es el de transmisión y reabsorción de rayos γ. El sistema que será implementado se organiza como se muestra en la figura 1[4].

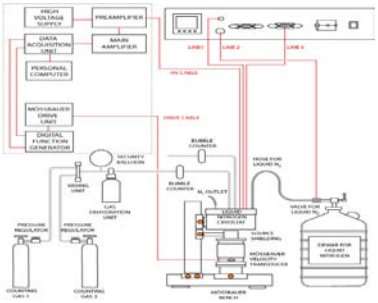

Figura 1. Modelo a implementar en la instalación experimental para mediciones CEMS a bajas temperaturas.

Conclusiones
Es posible demostrar que la técnica de espectroscopia nuclear Mössbauer con retrodispersión aplicada al análisis de compuestos superparamagnéticos genera la obtención de una nítida resolución suficiente para evaluar características importantes a nivel de interacciones hiperfinas en los espectros detallados mediante el control de la energía de una emisión sin retroceso.

Agradecimientos
Agradecemos al Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer y Técnicas complementarias-ESFM del Instituto Politécnico Nacional, por su apoyo a este trabajo.

Referencias
[1] R. L. Mössbauer, Z. Phys., 124:151 (**1958**).
[2] V. I. Goldaskii, R. H. Herber, Chemical Applications of Mössbauer Effect, Academic Press, N. Y., **(1968).**
[3] WissEl-Wissenschaftliche Elektronik GMBH, Conversion Electron Detector RIKON-5 Manual, Germany, **(2004)**.
[4] D. J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Pearson Prentice Hall, 2nd ed., **(2005)**.