



# RiUPTC

Repositorio Institucional  
UPTC

[repositorio.uptc@uptc.edu.co](mailto:repositorio.uptc@uptc.edu.co)

## Características magnéticas y estructurales del sistema Fe-20at%Al en función de la frecuencia y tiempo de molienda al implementar un agente externo de molienda

### Magnetics and structural characteristics of Fe-20at%Al system as a function of frequency and milling time by using a process control agent

Marvin Montoya Rangel 1, Juan Marcos Marín Ramírez 2, Liliana Del Socorro Tirado Mejía 3, Milton Humberto Medina Barreto 1, Beatriz Cruz Muñoz 1

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Propiedades Magnéticas y Magnetoópticas de nuevos Materiales. Departamento de Física, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

<sup>2</sup> Departamento de Física, Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

<sup>3</sup> Grupo de Optoelectrónica. Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

Email: [marmontoya@utp.edu.co](mailto:marmontoya@utp.edu.co)

**Resumen.** Se realizó la síntesis de Fe-20at%Al por aleación mecánica (AM) para diferentes frecuencias de oscilación y tiempo de molienda, en un mezclador MM400-Restch con relación masa bolas-masa polvo 4:1. La caracterización estructural se realizó por difracción de rayos X, y la caracterización magnética mediante magnetometría de muestra vibrante y espectroscopia Mössbauer de transmisión (MS) a temperatura ambiente. En la primera etapa se realizó la molienda a frecuencia variable (15-30Hz) para 6 horas de molienda sin la presencia de Agente Controlador del Proceso (PCA). El análisis de los difractogramas reveló que en 25Hz inició el proceso de formación de la fase  $\alpha$ -Fe(Al). Debido a la adherencia presentada por los polvos en las paredes de los jarros, en la segunda etapa se utilizó etanol como PCA variando el tiempo de molienda entre 6 y 12 horas a 25Hz. Se halló que el parámetro de red, calculado a partir del refinamiento de los difractogramas, aumentó con respecto al del  $\alpha$ -Fe, siendo  $(0,2884 \pm 0,0008)\text{nm}$  y  $(0,2872 \pm 0,0006)\text{nm}$  para cada etapa, indicando la difusión de átomos de Al en la matriz del Fe. Con respecto al tiempo, el análisis magnético reveló un comportamiento ferromagnético blando con campos coercitivos entre 10,8Oe y 59,9Oe, una magnetización remanente entre 0,58emu/g y 3,3emu/g y un ensanchamiento progresivo de los picos Mössbauer mostrando el carácter desordenado de la fase  $\alpha$ -Fe(Al). El uso de PCA evitó la adherencia pero disminuyó considerablemente la dinámica del proceso de AM, lo que conlleva al aumento del tiempo de molienda para la conformación de la fase  $\alpha$ -Fe(Al).

**Abstract.** The synthesis of Fe-20at% Al was made via mechanical alloying (MA) for different oscillation frequencies and milling times, in a mechanical mixer MM400-Restch with 4:1 ball to powder weight ratio. Structural characterization by X-ray diffraction and magnetic characterization via vibrating sample magnetometer and Mössbauer transmission spectroscopy at room temperature, was carried out. In the first stage we set a variable frequency (15 to 30Hz) during milling up to 6 hours of milling time without the presence of a process control agent (PCA). The diffractogram's analysis shows that after 25Hz, the  $\alpha$ -Fe(Al) phase formation process begins. Because the powder's adhesion to the walls on jars, in the second stage it was used ethanol as PCA and the milling time was set between 6 and 12 hours at 25Hz. It was found that the lattice parameter increased with respect to  $\alpha$ -Fe, being  $(0.2884 \pm 0.0008)\text{nm}$  and  $(0.2872 \pm 0.0006)\text{nm}$  indicating the diffusion of Al atoms into the matrix of Fe, calculated from the refinement of the XRD.

Regarding the time, the magnetic analysis revealed a soft ferromagnetic behavior with remanent magnetization between 10,8Oe to 59,9Oe, coercive fields among 0,58emu/g to 3,3emu/g and a progressive broadening of the Mössbauer peaks related to the disordered character of  $\alpha$ -Fe(Al) phase. By using PCA prevents adhesion but decreases the MA dynamic process which leads to an increase in the milling time in order to form the  $\alpha$ -Fe(Al) phase.