

Preinforme: Magnetostricción

Sergio Laverde* and Samuel Hernandez**
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
(Dated: 24 de abril de 2025)

I. OBJETIVOS

II. MARCO TEÓRICO

- **Ejercicio 1:** Supongamos que la distancia desde el espejo móvil (el que tiene la bobina) hasta el divisor de haz es x_1 y la del espejo fijo x_2 . Entonces sabemos que la diferencia de camino entre haces es $\delta = 2(x_1 - x_2)$. De ondas sabemos que para que halla interferencia destructiva se debe cumplir que $\delta = (m + \frac{1}{2})\lambda$, con $m \in \mathbb{Z}$. Ahora bien, si el espejo móvil se desplaza d y recorre N mínimos, entonces

$$2(x_1 - (x_2 - d)) = \left(m + N + \frac{1}{2}\right)\lambda \\ \Rightarrow d = \frac{1}{2} \left[\left(m + N + \frac{1}{2}\right)\lambda - \delta \right].$$

Reemplazamos para δ y entonces $d = \frac{N}{2}\lambda$.

- **Ejercicio 2:** Resumen del artículo [1]:

En primer lugar, el fenómeno de magnetostricción se presenta en materiales, sobre todo ferromagnéticos, cuando son sometidos a un campo magnético. Consiste en la expansión o contracción del material en la dirección del campo magnético. Es decir, si tenemos una barra de largo L rodeada de un solenoide, esta se expandirá o contraerá una distancia ΔL en la dirección del campo magnético. La razón $\lambda = \frac{\Delta L}{L}$ es lo que llamamos *magnetostricción*.

Además, la magnetostricción es siempre positiva y alcanza un valor de saturación una vez se alcanza un valor crítico para el módulo del campo magnético.

Por otro lado, atómicamente, los electrones generan dos campos magnéticos, el que está dado por su espín, y el que genera su 'órbita' alrededor del núcleo. Esto hace que por cuestiones de estabilidad, los electrones tiendan a alienar sus espines. Si esto lo hicieran todos, tendrían energía muy grande y el material sería inestable. Por esto se crean

los llamados dominios. Cuando se induce un campo magnético, algunos dominios crecen y otros se hacen pequeños. La energía resultante de este proceso se equilibra con la elástica que mantiene la estructura cristalina. Al llegar al equilibrio, la estructura habrá cambiado y vemos el cambio

- **Ejercicio 3:** Tanto el Fe como el Ni son materiales ferromagnéticos. Estos materiales se caracterizan por una magnetización espontánea, la cual se debe al alineamiento paralelo de los momentos magnéticos de sus átomos. Esta característica se origina a partir de la interacción de intercambio entre electrones, la cual prevalece sobre la agitación térmica mientras la temperatura esté por debajo de un valor específico (358°C Ni y 770°C Fe). En el experimento de magnetostricción, esta propiedad ferromagnética resulta fundamental porque tanto la magnetización, la histéresis magnética y el calentamiento térmico producen deformaciones en los metales de Fe y Ni comparables entre sí. Para obtener mediciones precisas, es necesario mantener la temperatura controlada dentro de un margen de $\pm 0,1$ K, registrar tanto la curva de magnetización creciente como la decreciente, y aplicar campos magnéticos lo suficientemente intensos para alcanzar la saturación magnetostricativa, lo que minimiza los efectos de histéresis.

- **Ejercicio 4:** La deformación térmica de 1m de Ni al cambiar 1K la temperatura está dada por:

$$\Delta L_T = (13,4 \times 10^{-6} \frac{1}{K})(1m)(1K) = 13,4\mu m$$

mientras que la deformación de magnetización es de:

$$\Delta L_M = (30 \times 10^{-6})(1m) = 30\mu m$$

Esto implica que cambios de temperatura del orden de 1K causan deformaciones comparables a las causadas por magnetización.

III. MONTAJE EXPERIMENTAL Y METODOLOGÍA

Primero, se llevó a cabo el montaje experimental siguiendo la configuración indicada en la figura 1. Para lograr una correcta observación del patrón de

* Correo institucional: s.laverdeg@uniandes.edu.co

** Correo institucional: sm.hernandezc1@uniandes.edu.co

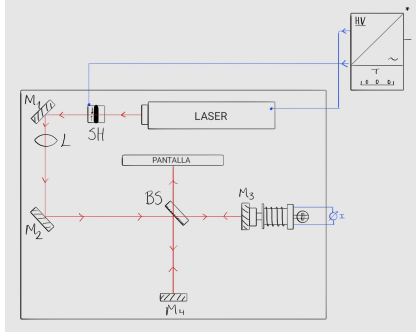


Figura 1. Montaje experimental.

Consiste en: láser monocromático, obturador óptico (SH), shutter control (superior derecha), lente convergente (L), espejos (M_1 , M_2 , M_3 , M_4), beam splitter (BS), pantalla, bobina, metales de estudio (hierro, cobre y níquel).

interferencia, se realizaron varios ajustes iniciales, comenzando por la retirada del lente de la disposición. Los espejos fueron alineados de tal manera que el haz

reflejado regresara al punto de origen. El espejo M_3 se colocó al final de la barra del material en estudio, asegurándose de que, al insertarlo en la bobina, el material quedara distribuido equitativamente a ambos lados, con el objetivo de garantizar una magnetización uniforme. El divisor de haz fue ubicado de modo que una parte del haz llegara al espejo M_4 y otra al M_3 ; luego, se hicieron coincidir los haces reflejados y se colocó nuevamente el lente, lo que permitió visualizar un patrón de interferencia de forma circular.

Una vez que se alineó el sistema óptico, se conectó la bobina y se realizó un barrido de corriente en el rango de 0.5 a 5 amperios. Antes de comenzar con la recolección de datos sobre el número de mínimos, se consideró que los materiales requerían un proceso previo de pre-magnetización. Este procedimiento se repitió para cada una de las barras. En el caso del níquel, se efectuó un barrido desde -5 hasta 5 amperios y luego en sentido inverso. Finalmente, se midió el campo magnético utilizando un teslámetro para diferentes configuraciones de corriente, con el objetivo de emplear estos valores en el análisis posterior.

[1] Ekreem, N., Olabi, A., Prescott, T., Rafferty, A., and Hashmi, M. (2007). An overview of magnetostriction, its use and methods to measure these properties. *Journal of Materials Processing Technology*, 191(1):96–101. Advan-

ces in Materials and Processing Technologies, July 30th - August 3rd 2006, Las Vegas, Nevada.