

Procesos de activación térmica en nanoestructuras ferromagnéticas

Luis López Díaz^{1*}, L. Torres¹, Eduardo Martínez² y Óscar Alejos³

¹Departamento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca.

²Departamento de Ingeniería Electromecánica, Universidad de Burgos. E-09001 Burgos.

³Departamento de Electricidad y Electrónica. Universidad de Valladolid. E-47071, Valladolid.

Desde un punto de vista teórico, el estudio de las nanoestructuras ferromagnéticas se aborda mediante un modelo mesoscópico semiclassical, tradicionalmente conocido con el nombre de micromagnetismo, que se sitúa a una escala grande en comparación con la escala atómica pero suficientemente pequeña como para resolver la estructura interna de paredes y vórtices. En la primera parte de la presentación se expondrán brevemente los aspectos fundamentales de este formalismo: hipótesis de partida, términos de energía, ecuaciones básicas, limitaciones, etc. En particular, se hará énfasis en el término de interacción entre una corriente de espín polarizada y los espines de la red atómica (*transferencia de par de espín*), que está acaparando gran interés en estos últimos años, ya que abre nuevas posibilidades para manipular la respuesta del material con vistas a su utilización en dispositivos tecnológicos tales como memorias magnéticas, osciladores, etc. Por otro lado, también nos detendremos para comentar la inclusión del efecto de la agitación térmica en el modelo mediante el formalismo de la dinámica de Langevin. Es este un punto conflictivo que da lugar a una serie de problemas tanto de índole conceptual como práctico, y que aún no ha sido resuelto de forma satisfactoria. Muy brevemente veremos algunas soluciones parciales que se han propuesto al respecto.

En la segunda parte de charla nos centraremos en un tipo particular de nanoestructuras: paredes *cabeza-con-cabeza* (*head-to-head*) en *nanotiras* de sección rectangular (ver fig. 1) y se expondrán algunos resultados de nuestro grupo de investigación en este campo. Empezaremos presentando los distintos tipos de paredes que pueden presentarse en esta geometría y sus propiedades dinámicas. A continuación, veremos cómo en el movimiento libre de una pared bajo la aplicación de un campo y una corriente, la inclusión de la agitación térmica nos permite obtener un buen acuerdo cuantitativo con resultados experimentales¹ (ver fig. 2). También se estudiará el proceso de *depinning* de una pared anclada en un estrangulamiento. Se mostrará cómo dicho estrangulamiento ejerce una fuerza atractiva sobre la pared que puede caracterizarse mediante un potencial de tipo elástico, lo cual nos permite utilizar, en paralelo con las simulaciones micromagnéticas, un sencillo modelo de pared rígida

unidimensional². Usando ambos modelos obtendremos las curvas límite de *depinning* en función del campo y la corriente aplicados. Veremos el efecto de la agitación térmica en dichas curvas, compararemos con resultados experimentales y veremos cómo a partir de dicha comparación es posible obtener información acerca del grado de adiabaticidad en la interacción de la corriente con la pared, lo cual tiene interés desde el punto de vista teórico, dada la incertidumbre en del mismo³.

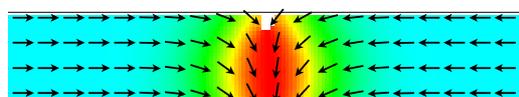


Figura 1. Pared *head-to-head* anclada en un estrangulamiento.

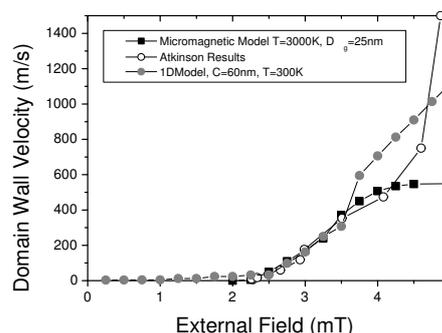


Figura 2. Comparación de las simulaciones micromagnéticas y del modelo de pared rígida con resultados experimentales.

* lld@usal.es.

¹ E. Martínez, L. López-Díaz, L. Torres, C. Tristan, O. Alejos, Phys. Rev. B 75, 174409 (2007).

² E. Martínez, L. López-Díaz, L. Torres, C. Tristan, O. Alejos, Phys. Rev. Lett. 98, 267202 (2007).

³ D. Ravelosona et al., Phys. Rev. Lett. 95, 117203 (2005).