



SALÃO DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA
XXX SIC

15 A 19
OUTUBRO
CAMPUS DO VALE



Estudo dos mecanismos de magnetização via detecção simultânea de suas componentes X e Y



Nathan Finger
Orientador: Julian Penkov Geshev

Laboratório de magnetismo - Instituto de Física, UFRGS
nathanfinger@gmail.com



Resumo

O estudo da magnetização e seus processos de reversão vem sendo importantes tanto por interesse fundamental quanto para aplicações tecnológicas, o que demonstra a importância de pesquisas por propriedades particulares dos materiais.

A variação da magnetização é composta por rotações reversíveis e irreversíveis de domínios magnéticos e se resulta da interação desses domínios com seus vizinhos e com um campo magnético externo. A forma e os parâmetros da curva de magnetização podem ser seriamente afetados por diversos fatores, como a interação entre entidades com propriedades magnéticas distintas ou a existência de anisotropias nos materiais que proporcionam eixos preferenciais de magnetização.

Algumas propriedades da magnetização como a existência de eixos preferenciais de magnetização podem ser observadas e analisadas através de medidas da componente perpendicular ao campo aplicado.

1. Medidas de detecção simultânea de duas componentes da magnetização

O comportamento histerético da magnetização, em geral, inclui rotações reversíveis e irreversíveis e pode variar os parâmetros como a orientação do campo magnético externo aplicado e anisotropias magnetocristalinas. Devido a suas dimensões reduzidas, nanoestruturas representam uma classe de materiais de propriedades interessantes. O estudo desses fenômenos é essencial para compreendermos como ocorrem os processos de magnetização nos domínios magnéticos dos materiais.

Realizamos medidas de magnetização em um magnetômetro de amostra vibrante (VSM) de forma a conseguirmos obter o sinal de magnetização tanto no sentido do campo aplicado (X) como o sinal perpendicular (Y) ao campo. Através do sinal e das curvas de magnetização da componente perpendicular é possível obter informações complementares sobre as propriedades e dos processos de magnetização das amostras. Com a detecção simultânea dos sinais X e Y podemos verificar e medir eixos fáceis de magnetização, o que é importantíssimo em medidas de histereses magnéticas.

2. Eixos fáceis de magnetização

A aplicação de um campo magnético externo em diferentes direções em uma amostra pode resultar em curvas completamente distintas, sendo de grande importância então a localização dos eixos fáceis de magnetização: os eixos onde a magnetização da amostra é facilitada, maximizada.

Variando o ângulo de aplicação do campo externo podemos encontrar a direção onde a histerese magnética apresenta maior coercividade; entretanto o eixo fácil nem sempre coincide com esta, mas analisando o sinal Y da magnetização podemos encontrar os eixos fáceis procurando pela direção com menor magnetização nessa direção. Espera-se que quando o campo é aplicado na direção do eixo fácil a magnetização na direção Y seja mínima, muito próxima de zero.

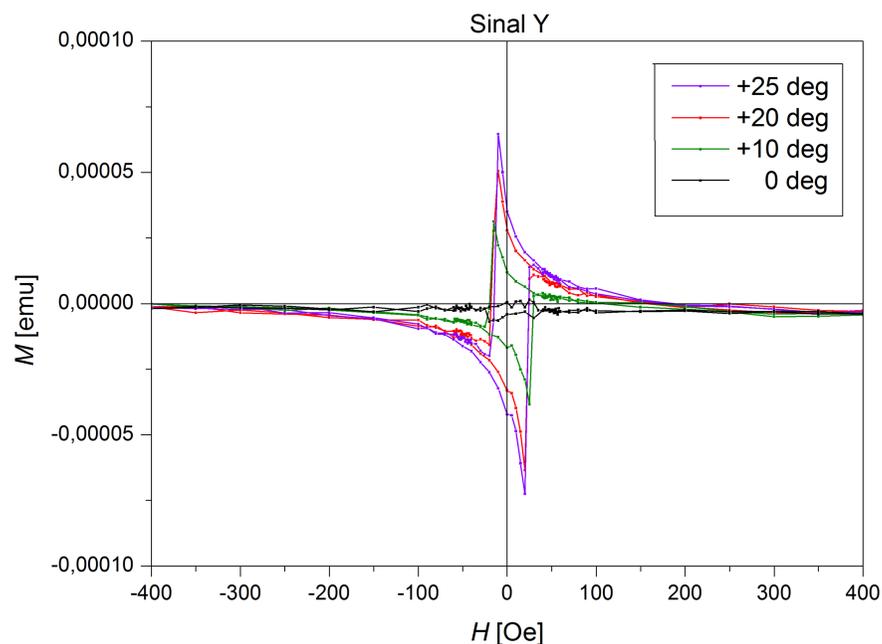


Figura 1: Filme de Co com espessura de 5nm [1] (temperatura ambiente). Medidas de magnetização na direção Y com variação no ângulo do campo aplicado mostrando a aproximação do eixo fácil.

Em algumas amostras é ainda mais evidente a necessidade de encontrarmos com precisão os eixos fáceis/duros devido a grandes mudanças na forma e nos parâmetros da curva de histerese. Podemos ver na figura 2 que a variação de poucos graus na direção do campo aplicado incide em uma ampla mudança da magnetização na direção Y da amostra, além de modificar a forma da histerese obtida para a magnetização na direção X (ou na magnetização total).

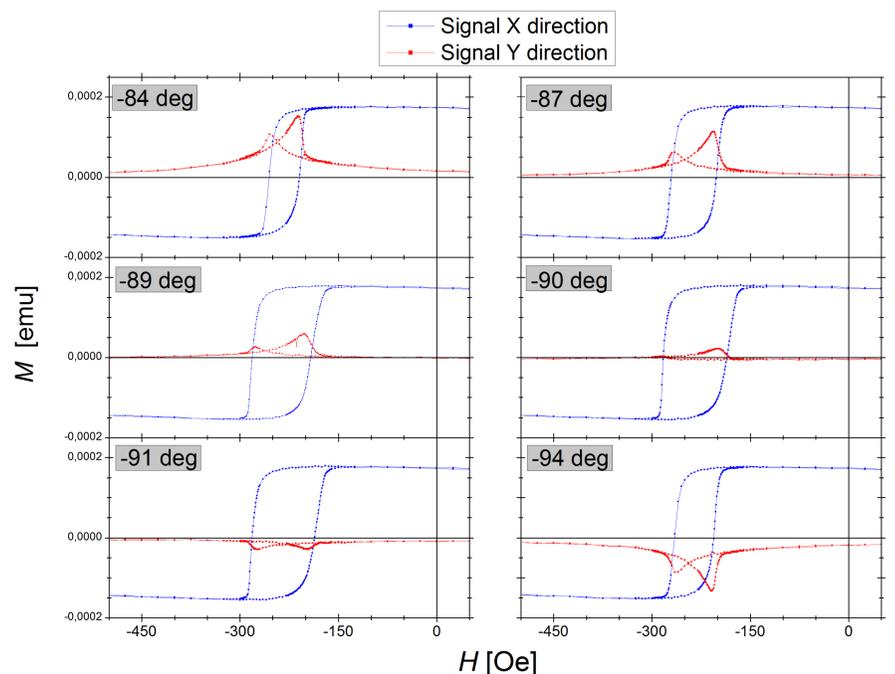


Figura 2: Amostra de filme de Co/IrMn [1] (5nm/7nm, à temperatura ambiente) que apresenta Exchange Bias: histereses magnéticas com variação angular em torno de um eixo inicial arbitrário. O eixo fácil da amostra se encontrava a aproximadamente 90° da posição inicial.

Além de detectar os eixos fáceis com grande precisão e confiabilidade, através da detecção simultânea de das duas componentes, como mostrado em 2, podemos perceber claramente que a magnetização total não permanece constante na volta do campo coercivo, o que pode nos indicar que as rotações dos domínios magnéticos não ocorrem simultaneamente, ou que os domínios magnéticos saem do plano.

3. Perspectivas futuras

Experimentos seguem sendo feitos para tentar relacionar diferentes anisotropias com regiões das curvas de histerese através de diagramas FORC[2] a fim de tentar obter mais informações sobre os mecanismos de magnetização de forma a obter uma caracterização magnética mais completa e de forma mais direta.

Ainda devem ser feitas medidas de magnetização de amostras variando seu o posicionamento no VSM através das diferentes configurações e hastes de forma que possamos obter a magnetização das amostras na direção das três componentes.

Referências

- [1] A. Harres, R. Cicheler, L. Pereira, J. Schmidt, and J. Geshev, "Remanence plots technique extended to exchange bias systems," *Journal of Applied Physics*, vol. 114, no. 4, p. 043902, 2013.
- [2] A. P. Roberts, D. Heslop, X. Zhao, and C. R. Pike, "Understanding fine magnetic particle systems through use of first-order reversal curve diagrams," *Reviews of Geophysics*, vol. 52, no. 4, pp. 557–602, 2014.
- [3] J. L. F. Cuñado, A. Bollero, T. Pérez-Castañeda, P. Perna, F. Ajejas, J. Pedrosa, A. Gudín, A. Maldonado, M. A. Niño, R. Guerrero, *et al.*, "Emergence of the stoner-wohlfarth astrod in thin films at dynamic regime," *Scientific reports*, vol. 7, no. 1, p. 13474, 2017.
- [4] A. P. Guimarães, "Magnetism and magnetic resonance in solids," 1998.