

ESTUDO POR RESSONÂNCIA FERROMAGNÉTICA DA MAGNETIZAÇÃO DE FITAS DE NÍQUEL

CABRAL, Flávia Peixoto¹; PELEGRINI, Fernando²

Palavras-Chave: FMR, fitas de polímero magnético, campo desmagnetizante.

1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

A técnica de Ressonância Ferromagnética (FMR) é empregada para investigar as propriedades magnéticas de fitas de níquel. Espectros para diferentes orientações do campo magnético aplicado foram obtidos para um variado conjunto de amostras, permitindo-nos explorar diversos aspectos da técnica e demonstrar seu potencial para a determinação de propriedades magnéticas fundamentais.

Neste trabalho através da análise dos espectros de FMR das amostras de fitas de níquel, encontrou-se o campo de desmagnetização com o auxílio do sinal de marcadores paramagnéticos e em seguida calculamos os fatores desmagnetizantes para as diversas amostras. Verificou-se a variação do campo desmagnetizante, e conseqüentemente do fator de desmagnetização, em relação às modificações de dimensões e espessuras das amostras de fitas de polímero magnético.

2 METODOLOGIA

O equipamento utilizado para as medidas de ressonância ferromagnética foi um espectrômetro Bruker ESP-300 operando em Banda-X. Todos os espectros apresentados foram obtidos à temperatura ambiente, com a frequência da microonda em torno de 9,78 GHz.

Foram utilizadas neste trabalho amostras de fitas de polímero magnético. Para encontrar o fator de desmagnetização da amostra utilizamos o marcador: 1,1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH).

3 TEORIA

Em uma experiência de FMR a amostra é posicionada na região de máxima amplitude de intensidade do campo magnético da radiação numa cavidade ressonante. Nessas condições, ela pode absorver energia da onda eletromagnética e as alterações que esta absorção provoca na onda são a origem do sinal detectado experimentalmente, baseado no qual são feitos os estudos das características físicas das amostras.

Considerando apenas as configurações paralela ($\theta=0^\circ$) e perpendicular ($\theta=90^\circ$) do campo externo aplicado H_0 , podemos obter o sistema de equações (1-3), onde $H_{//}$ e H_{\perp} são os valores do campo externo para ressonância em cada uma das configurações, respectivamente, e assim obter o valor de $4\pi M_s$.

$$\frac{\omega}{\gamma} = \sqrt{H_{//} (H_{//} + 4\pi M_s)} \quad (1)$$

$$\frac{\omega}{\gamma} = H_{\perp} - 4\pi M_s \quad (2)$$

$$4\pi M_s = H_{\perp} + \frac{1}{2} H_{//} - \left| H_{//} \right| \sqrt{H_{\perp} + \frac{5}{4} H_{//}} \quad (3)$$

Os campos desmagnetizantes que resultam da formação de pólos magnéticos num material, dependem da forma específica das amostras e da intensidade de sua magnetização [2]. Efeito que pode ser representado por:

$$H_D = D \cdot M \quad (4)$$

onde D é o fator desmagnetizante [1].

O fator desmagnetizante para um filme, pode ser obtido por:

$$D_a = \frac{1}{4\pi r} \quad (\text{campo externo perpendicular}) \quad (5)$$

$$D_b = D_c = \frac{\pi^2}{r} \quad (\text{campo externo paralelo}) \quad (6)$$

Deste modo, H_D deve ser medido através da utilização de marcadores sendo que algumas investigações podem resultar em boas aproximações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estudadas neste trabalho, 6 amostras com diferentes dimensões e espessuras. As amostras estudadas neste trabalho, com seus respectivos códigos, estão relacionadas na tabela 1.

Tabela 1 - Relação das amostras medidas

Amostra	Dimensões (mm)	Espessura (mm)	Amostra	Dimensões (mm)	Espessura (mm)
RS	3,5 x 5,0	0,7	QS	4,0 x 4,0	0,7
RD	3,5 x 5,0	1,4	QD	4,0 x 4,0	1,4
RT	3,5 x 5,0	2,1	QT	4,0 x 4,0	2,1

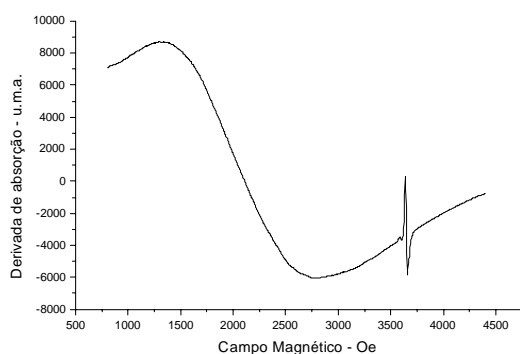


Figura 1 - Espectro de FMR da amostra RD – posição do marcador 3645.00 Oe 18L.

A Figura 1 mostra o espectro de FMR para a amostra 18L, para a configuração paralela do campo magnético aplicado. Verifica-se que o campo de ressonância do marcador paramagnético colocado sobre a superfície da amostra, é de 3645.0 Oe, deslocado, portanto de 156.0 Oe em relação ao seu valor normal de 3489.0 Oe, devido ao campo desmagnetizante presente na amostra. O deslocamento do campo de ressonância do marcador paramagnético é, portanto uma medida do campo desmagnetizante.

Os resultados experimentais e os valores de $4\pi M_s$, H_D e D obtidos a partir das equações (1-4) para todas as amostras são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Valores da magnetização de saturação, campo desmagnetizante e fator de desmagnetização para as amostras de polímero magnético.

Amostra	$H_{ }$ (Oe)	H_{\perp} (Oe)	$4\pi M_s$	M_s	H_D (Oe)	D
RS	2169.2	3950.9	1233.9	98.2	73.4	0.75
RD	2132.7	3829.3	1195.2	95.1	156.0	1.64
RT	2103.5	3805.0	1156.5	92.0	219.3	2.38
QS	2439.1	3699.6	862.0	68.6	66.1	0.96
QD	2351.5	3651.0	890.1	70.8	124.5	1.76

QT	2300.5	3626.7	909.3	72.4	161.0	2.22
----	--------	--------	-------	------	-------	------

As variações do campo de desmagnetização com a espessura da amostra são mostradas nas figuras 4 e 5 para os dois conjuntos de amostras.

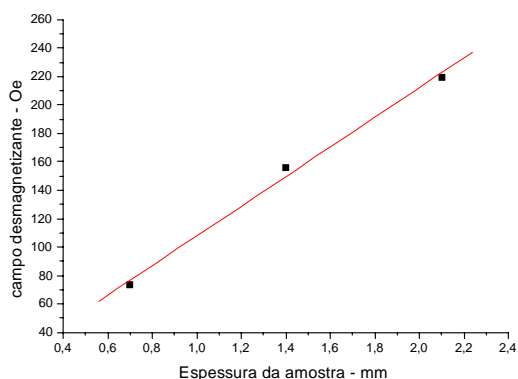


Figura 2 – Gráfico do campo desmagnetizante em função da espessura das amostras RS, RD e RT.

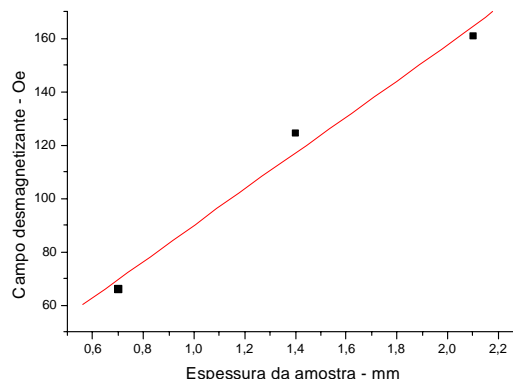


Figura 3 – Gráfico do campo desmagnetizante em função da espessura das amostras QS, QD e QT.

Analisando os gráficos das figuras 2 e 3 notamos que quando aumentamos a espessura das amostras e mantemos constante a proporção dimensional, o fator desmagnetizante também se torna maior. Outro fato interessante que pudemos notar foi de que a espessura e o campo desmagnetizante são diretamente proporcionais, ou seja, quando duplicamos a espessura da amostra o campo de desmagnetização também é aproximadamente o dobro e o mesmo acontece ao triplicarmos a espessura. Já o campo de ressonância, tanto no caso paralelo como no perpendicular, decresce com o aumento da espessura da amostra como pode ser visto na tabela 2.

5 CONCLUSÃO / COMENTÁRIOS FINAIS

Além das características típicas dos espectros de FMR de filmes finos, os resultados experimentais apresentados neste trabalho nos permitiram estudar a influência de diversos aspectos das amostras sobre o seu comportamento magnético e conseqüentemente sobre os espectros de FMR. Com esta técnica conseguimos determinar o campo de desmagnetização H_D e o fator desmagnetizante D de diferentes amostras do polímero magnético. Pudemos ainda acompanhar o acréscimo do fator desmagnetizante devido ao aumento da espessura das amostras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B. D. Cullity, Introduction to Magnetic Materials, Addison-Wesley, Reading, (Massachusetts), 1972.
- [2] P. David, M. Heath. J. Phys. C: Solid State Phys., **3** (1970) 1356-1362.
- [3] M. A. Howson. Contemporary Physics., **35** (1994) 347-359.

¹ Bolsista de iniciação científica Instituto de Física - Laboratório de Ressonância Magnética, flavia@fisica.grad.ufg.br

² Orientador/Instituto de Física/UFG, pelegin@fis.ufg.br