

# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>5</b>
<b>Prólogo</b>	<b>8</b>
<b>1. Introducción general</b>	<b>10</b>
1.1. Sistemas granulares ferromagnéticos . . . . .	10
1.1.1. Arreglos de partículas monodominios . . . . .	11
1.1.2. Superparamagnetismo . . . . .	12
1.1.3. Films granulares ferromagnéticos . . . . .	14
1.2. Films granulares y capas FM continuas . . . . .	16
<b>2. Técnicas de fabricación y caracterización</b>	<b>20</b>
2.1. Técnicas de fabricación . . . . .	20
2.1.1. Magnetron Sputtering DC . . . . .	20
2.1.2. Magnetron Sputtering RF . . . . .	21
Crecimiento de films granulares . . . . .	22
2.2. Caracterización: AES, XPS, XEDS/EDS y TEM . . . . .	24
2.2.1. Espectroscopía de electrones Auger, AES . . . . .	24
2.2.2. Espectroscopía de fotoelectrones, XPS . . . . .	26
2.2.3. Análisis dispersivo en energía de rayos X, XEDS/EDS . . . . .	27
2.2.4. Microscopía de electrones de transmisión, TEM . . . . .	29
2.3. Mediciones de propiedades magnéticas . . . . .	30
2.3.1. Resonancia ferromagnética . . . . .	30
2.3.2. Magnetómetro VSM . . . . .	33
2.3.3. Magnetómetro SQUID . . . . .	34

<b>3. Modelo y aspectos generales</b>	<b>35</b>
3.1. Acople entre dos capas ferromagnéticas . . . . .	35
3.1.1. Energía libre para un sistema de dos capas acopladas . . . . .	36
3.1.2. Ecuación de movimiento . . . . .	37
3.2. Modos de resonancia en sistemas simétricos . . . . .	38
3.2.1. Acople ferromagnético ( $J > 0$ ) . . . . .	39
3.2.2. Acople antiferromagnético ( $J < 0$ ) . . . . .	41
3.3. Modos de resonancia en sistemas asimétricos . . . . .	45
3.3.1. Acople ferromagnético ( $J > 0$ ) . . . . .	45
Susceptibilidad escalar e intensidad de los modos . . . . .	47
Campos de resonancia y relación de intensidades . . . . .	50
3.3.2. Acople antiferromagnético ( $J < 0$ ) . . . . .	54
3.4. Modelo para tricapas . . . . .	55
3.4.1. FM Granular fuertemente acoplado . . . . .	55
3.4.2. Qué se espera a partir del modelo . . . . .	57
Número de modos de resonancia . . . . .	58
Dependencia con los parámetros $t$ y $x$ . . . . .	59
Acople entre $M_{eff}^{(1)}$ y $M_{eff}^{(2)}$ ( $H_E \neq 0$ ) . . . . .	61
<b>4. Fe Fe-SiO<sub>2</sub> Fe (<math>J &gt; 0</math>) caso simétrico</b>	<b>62</b>
4.1. Fabricación y caracterización . . . . .	62
4.2. Magnetización DC . . . . .	65
4.3. Estudio de resonancia ferromagnética . . . . .	69
4.3.1. Variación angular dentro del plano . . . . .	69
4.3.2. Modos ópticos y acústicos . . . . .	70
4.3.3. Aporte del espaciador granular a la señal magnética . . . . .	78
4.4. Conclusiones . . . . .	81
<b>5. Fe Fe-SiO<sub>2</sub> Py (<math>J &gt; 0</math>) caso asimétrico</b>	<b>84</b>
5.1. Fabricación y caracterización . . . . .	84
5.2. Magnetización DC . . . . .	85
5.3. Estudio de resonancia ferromagnética . . . . .	88
5.3.1. Dependencia con los parámetros $t$ y $x$ . . . . .	90

ÍNDICE GENERAL	7
5.3.2. Dependencia con la frecuencia $\nu_r$	92
5.3.3. Relación de intensidades y campo de interacción $H_E$	94
5.3.4. Variaciones angulares	98
5.4. Conclusiones	98
<b>6. Co Ru Co (<math>J &lt; 0</math>) caso simétrico</b>	<b>101</b>
6.1. Fabricación y caracterización	102
6.2. Magnetización DC en el sistema Co Ru Co	104
6.3. FMR en el sistema Co Ru Co	106
6.3.1. Efectos de la asimetría sobre las mediciones de FMR	112
6.4. SAF Granular	114
6.5. Conclusiones	117
<b>7. Conclusiones generales</b>	<b>119</b>
7.1. Interacción entre capas FM continuas separadas por un espaciador granular	119
7.1.1. Muestras simétricas de Fe Fe-SiO <sub>2</sub>  Fe	120
7.1.2. Muestras asimétricas de Fe Fe-SiO <sub>2</sub>  Ni <sub>80</sub> Fe <sub>20</sub>	120
7.2. Antiferromagneto sintético y capas granulares	121
7.3. Perspectivas	121
<b>A. Campo demagnetizante y anisotropías</b>	<b>123</b>
A.1. Campo demagnetizante	123
A.2. Anisotropía uniaxial	125
A.3. Interacción de intercambio	125
<b>B. Tensor susceptibilidad</b>	<b>126</b>
<b>C. Sobre la orientación de la microonda</b>	<b>128</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>130</b>
<b>Publicaciones</b>	<b>133</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>135</b>