

Índice general

Índice general	v
Motivación y organización de la tesis	1
1. Introducción general	3
1.1. Manganitas ($R_{1-x}T_xMnO_3$)	4
1.1.1. Estructura	4
1.1.2. Dopaje: Diagrama de fase magnético	6
1.1.3. Interacciones	8
1.2. Anisotropías Magnéticas	10
1.2.1. Anisotropía Uniaxial	10
1.2.2. Anisotropía Cúbica	11
1.3. Magnetorresistencia	12
1.3.1. Magnetorresistencia colosal (CMR)	12
1.3.2. Magnetorresistencia anisotrópica (AMR)	12
1.3.3. Magnetoresistencia gigante (GMR)	14
1.3.4. Magnetoresistencia túnel (TMR)	16
2. Técnicas Experimentales	19
2.1. Pulverización catódica o <i>Sputtering</i>	19
2.2. Rayos X: Reflectividad (XRR) y Difracción (XRD)	22
2.3. Análisis de superficies	25
2.3.1. Espectroscopía de fotoelectrones (XPS)	25
2.4. Microscopio de fuerza atómica (AFM)	26
2.4.1. Conducción en Microscopio de Fuerza Atómica (CAFM)	28

2.5. Medidas magnéticas	28
2.5.1. Magnetómetro de muestra vibrante (VSM)	29
2.5.2. Magnetómetro SQUID (<i>Superconducting Quantum Interference Device</i>)	29
2.5.3. Resonancia ferromagnética (FMR)	30
2.6. Medidas de magneto-transporte.	30
2.7. Microfabricación.	31
3. Fabricación de las muestras y caracterización estructural	33
3.1. Crecimiento de las muestras	33
3.2. Difracción de rayos X	34
3.2.1. Modelos cinemático y dinámico	36
3.2.2. Difracción en un cristal finito	36
3.2.3. Difracción de rayos X en multicapas	37
3.3. Reflectividad de rayos X	40
3.3.1. Modelo óptico para ángulos pequeños	41
3.4. Propiedades estructurales del LSMO, LNO, STO y CMO	44
3.4.1. Influencia del sustrato sobre los films de LSMO	46
3.4.2. Variación con el espesor del parámetro de red de películas STO/LS _x MO	49
3.5. Superredes LSMO/LNO: apilamiento y estructura.	50
3.6. Resumen y conclusiones	56
4. Resonancia ferromagnética en películas delgadas de La_{0.75}Sr_{0.25}MnO₃ y multicapas a base de manganitas	57
4.1. Descripción teórica de resonancia ferromagnética	57
4.1.1. Precesión	58
4.1.2. Amortiguamiento	59
4.2. Medidas de resonancia ferromagnética en films simples de La _{0.75} Sr _{0.25} MnO ₃	60
4.2.1. Variación angular de la línea FMR dentro del plano del film (IP)	61
4.2.2. Variación angular de la línea FMR fuera del plano del film (OOP)	62
4.3. Cálculo de anisotropías magnéticas	64
4.3.1. Ajuste numérico IP y OOP	65
4.4. Análisis de los anchos de línea	68
4.4.1. Cálculo del ancho de línea IP	74

4.4.2. Ancho de línea OOP	75
4.5. Dependencia en temperatura del espectro FMR	76
4.5.1. Anisotropías en función de temperatura	76
4.5.2. ΔH IP en función de temperatura	78
4.6. Dependencia del espectro FMR con el espesor de las películas	81
4.7. Resonancia ferromagnética en tricapas LSMO/LNO/LSMO	84
4.7.1. Medidas FMR en LSMO/LNO/LSMO	85
4.8. Conclusiones	89
5. Estudio magnético y de magnetotransporte en multicapas de manganitas con comportamiento tipo <i>exchange bias</i>	91
5.1. <i>Exchange Bias</i>	91
5.1.1. Fenomenología en películas delgadas	92
5.1.2. Modelo teórico	94
5.2. Sistemas estudiados	96
5.3. Resultados de las medidas de magnetización	96
5.3.1. Film simple	96
5.3.2. Bicapa	97
5.3.3. Tricapa	100
5.3.4. Multicapas	102
5.4. Magneto-transporte	106
5.4.1. Film Simple	107
5.4.2. Bicapa	107
5.4.3. Multicapa	109
5.5. Estudio de las interfaces LSMO/LNO con XPS.	111
5.6. Conclusiones	113
6. Heteroestructuras $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{MO}_3/\text{CaMnO}_3$	115
6.1. Films de CaMnO_3 (CMO)	115
6.1.1. Transporte eléctrico	118
6.2. Caracterización estructural y magnética del sistema $\text{LS}_{0.33}\text{MO}/\text{CMO}$	119
6.2.1. Estructura cristalina de bicapas $\text{LS}_{0.33}\text{MO}/\text{CMO}$	119

6.2.2.	Caracterización estructural de tricapas LS _{0.33} MO/CMO/LS _{0.33} MO	121
6.2.3.	Medidas de magnetización en bicapas LS _{0.33} MO/CMO	124
6.2.4.	Caracterización magnética en tricapas LS _{0.33} MO/CMO/LS _{0.33} MO	125
6.3.	Transporte eléctrico.	127
6.3.1.	Conductividad con CAFM en bicapas LS _{0.33} MO/CMO	129
	Imágenes CAFM en LS _{0.33} MO/CMO	130
	Curvas $I - V$	132
6.4.	Conclusiones	134
7.	Microfabricación de junturas túnel magnéticas	137
7.1.	Fabricación de junturas túnel magnéticas	139
7.2.	Crecimiento y caracterización de las muestras FM/I/FM	139
	Máscaras utilizadas	140
7.3.	Procesos de grabado de motivos	140
7.4.	Calibraciones	142
7.4.1.	Calibración depósito de SiO ₂	142
7.4.2.	Calibración del ataque iónico reactivo de SiO ₂	142
7.4.3.	Calibración del proceso RIE de manganitas	144
7.5.	Microfabricación de las junturas LS _{0.33} MO/CMO/LS _{0.33} MO	145
7.5.1.	Pistas de LS _{0.33} MO/CMO/LS _{0.33} MO	146
7.5.2.	Grabado de los pilares	147
7.5.3.	Depósito de SiO ₂ . Aislante y soporte mecánico	149
7.5.4.	Depósito de Au	151
7.6.	Medidas en MTJ LS _{0.33} MO/CMO/LS _{0.33} MO	152
7.7.	Conclusiones	155
8.	Conclusiones generales	157
	Bibliografía	159

ÍNDICE GENERAL

IX

Publicaciones

171

Agradecimientos

173