

**CARACTERIZACION MAGNETICA Y DE TRANSPORTE EN BICAPAS
FERRO- $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$ /ANTIFERRO $\text{La}_{1/3}\text{Ca}_{2/3}\text{MnO}_3$**

LORENA MARIN MERCADO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
FISICA**

Directora

MARIA ELENA COMEZ (Ph.D)

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADEMICO DE FISICA
SANTIAGO DE CALI**

2007

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN		
1.	INTRODUCCION	1
2.	MAGNETIZACIÓN Y MATERIALES MAGNÉTICOS	
2.1	INTRODUCCIÓN	5
2.2	INDUCCIÓN MAGNÉTICA Y MAGNETIZACIÓN	5
2.3	DENSIDAD DE FLUJO	6
2.4	SUCEPTIBILIDAD Y PERMEABILIDAD	7
2.5	FERROMAGNETISMO	10
2.6	CICLO DE HISTÉRESIS	11
2.7	ANTIFERROMAGNETISMO	13
3.	MANGANITAS	
3.1	INTRODUCCIÓN	16
3.2	ÓXIDOS DE MANGANESO	16
3.3	ESTRUCTURA CRISTALINA Y ELÉCTRICA	17
3.4	DIAGRAMA DE FASES	20
4.	EXCHANGE BIAS	
4.1	INTRODUCCIÓN	23
4.2	ACOPLAMIENTO DE INTERCAMBIO FERROMAGNÉTICO-ANTIFERROMAGNÉTICO	23
4.3	MODELO FENOMENOLÓGICO DE EXCHANGE BIAS	25
4.4	MODELO TEÓRICO	27
5.	TÉCNICAS EXPERIMENTALES	
5.1	INTRODUCCIÓN	30
5.2	CRECIMIENTO DE LAS PELÍCULAS DELGADAS FERROMAGNÉTICAS Y ANTIFERROMAGNETICAS DEL SISTEMA $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$	30

5.3	CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA	33
5.4	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	34
5.5	CARACTERIZACIÓN MAGNÉTICA	36
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
6.1	CRECIMIENTO Y MORFOLOGÍA	40
6.2	PROPIEDADES ELÉCTRICAS	45
6.3	CARACTERIZACIÓN MAGNÉTICA	49
7	CONCLUSIONES Y PERPECTIVAS	62

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de grado es el estudio de las propiedades magnéticas y de transporte en bicapas de $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ Ferromagnética/Antiferromagnética. Las manganitas, presentan una gran diversidad de propiedades magnéticas y de transporte. Además, sus estructuras y parámetros de red son muy similares, lo que las convierte en excelentes candidatos para fabricar dispositivos con interfaces de buena calidad.^[1]

El espesor total de las muestras se mantuvo constante (70nm), conociendo la tasa de deposición para ambos tipos de óxidos magnéticos, la cual fue determinada por un estudio de Rayos-X previo a este trabajo ^[2]. Las relaciones entre la capa FM y AF denotadas como t_F y t_{AF} son respectivamente de 1/6, 6/1 y 2/5.

Las bicapas fueron caracterizadas eléctricamente utilizando la técnica de las cuatro puntas, donde se comparo la película con relación de espesores 1/6 y la de 6/1, encontrando que presenta mayor resistividad la que contiene la capa antiferromagnéticas mas gruesa. La caracterización morfológica se hizo por la medio de microscopía de fuerza atómica, AFM, encontrando que la bicapa con mayor cantidad de material ferromagnético presenta una rugosidad cuadrática media un poco mayor que la que tiene menos material ferromagnético. Las medidas magnéticas fueron realizadas en un magnetómetro SQUID, con campo magnético aplicado en el plano de la película. Se realizaron ciclos de histéresis magnética a diferentes temperaturas sin aplicar ningún campo al enfriar la muestra (ZFC) y aplicando campo al enfría la muestra de 1T (FC). Se encontró que el efecto de intercambio preferencial, conocido como “*Exchange Bias*” tiene además una dependencia con la temperatura, una dependencia con el valor de campo aplicado (FC) y el espesor de las capas.