

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vii</b>
<b>Motivación</b>	<b>ix</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. La Superconductividad . . . . .	1
1.1.1. Efecto Meissner y Longitud de Penetración . . . . .	2
1.1.2. Estado Mixto. Longitud de Coherencia . . . . .	5
Campo de Nucleación $H_{C2}$ . . . . .	7
Campo de Nucleación $H_{C3}$ . . . . .	8
Estructura de un Vórtice . . . . .	9
1.2. El Ferromagnetismo . . . . .	11
1.2.1. Anisotropía Magnética . . . . .	13
Fuerzas de Intercambio . . . . .	13
Origen Físico de la Anisotropía Cristalina . . . . .	14
Anisotropía en Cristales Cúbicos . . . . .	14
Anisotropía en Cristales Policristalinos . . . . .	15
1.2.2. Dominios Magnéticos. Pared de Dominio y el Proceso de Magnetización . . . . .	17
Estructura de una Pared de Dominio . . . . .	17
Movimiento de una Pared de Dominio . . . . .	19
1.3. Heteroestructuras S/F . . . . .	20
1.3.1. Efecto de Proximidad en Heteroestructuras S/F . . . . .	21
1.3.2. Dependencia Oscilatoria de la Función de Onda Super- conductor en un Ferromagneto . . . . .	22
Oscilación de la $T_{CS}$ en Multicapas S/F . . . . .	23
1.3.3. Superconductividad Cerca de una Pared de Dominio . . . . .	24
<b>2. Fabricación y Caracterización de las Muestras</b>	<b>29</b>
2.1. Las Superredes . . . . .	29
2.2. Crecimiento de las Muestras. . . . .	29

2.2.1.	La Técnica de Sputtering . . . . .	29
	Magnetron Sputtering . . . . .	30
2.2.2.	Fabricación de las Superredes de $Nb/Co$ . . . . .	31
2.3.	Caracterización Estructural de las Muestras . . . . .	33
2.3.1.	Difracción de RX por una Superred . . . . .	34
	Superred Perfecta . . . . .	34
	Espectro de RX de Alto Angulo . . . . .	36
	Espectro de RX de Bajo Angulo . . . . .	38
2.4.	Caracterización Magnética en el Estado Normal . . . . .	41
2.5.	Caracterización Magnética en el Estado Superconductor . . . . .	43
2.6.	Conclusiones Generales del Capítulo . . . . .	45
<b>3.</b>	<b>Equipos y Técnicas de Medición</b> . . . . .	<b>49</b>
3.1.	Equipo Para la Medición de la Expulsión de Flujo Magnético . . . . .	49
3.1.1.	Crióstato de Evaporador Continuo . . . . .	49
3.1.2.	El Imán Superconductor y la Aplicación de Campo Magnético . . . . .	51
3.1.3.	Medición de la Temperatura . . . . .	52
3.1.4.	Medición de la Expulsión de Flujo en la Muestra . . . . .	52
3.2.	Equipo Para la Medición de Campo Crítico . . . . .	56
3.2.1.	El Crióstato . . . . .	56
3.2.2.	Campo Magnético . . . . .	56
3.2.3.	Portamuestras . . . . .	56
3.2.4.	Transformador para Medir Susceptibilidad . . . . .	56
3.2.5.	Orientación de la Muestra Respecto al Campo Externo . . . . .	59
<b>4.</b>	<b>Comportamiento Magnético de las Superredes</b> . . . . .	<b>63</b>
4.1.	Detalles Experimentales . . . . .	63
4.1.1.	Alineación de la Muestra con el Campo . . . . .	63
4.2.	Muestras no Ferromagnéticas ( $t_{Co} < 1\text{ nm}$ ) . . . . .	66
	Capas de $Nb$ Acopladas . . . . .	68
	Capas de $Nb$ Desacopladas . . . . .	69
4.2.1.	Gap Superconductor . . . . .	70
4.2.2.	Conclusiones de las Muestras con $t_{Co} < 1\text{ nm}$ . . . . .	71
4.3.	Muestras Ferromagnéticas ( $t_{Co} > 1\text{ nm}$ ) . . . . .	72
	Existencia de Campos Dispersos en las Capas de $Nb$ . . . . .	73
	Respuesta Superconductora al Campo Efectivo $H_{eff}$ . . . . .	73
	Dependencia No Monótona en $T$ de $\Delta\phi$ . . . . .	74
4.3.1.	Utilización de las Capas Superconductoras como Magnetómetros Locales . . . . .	76
4.4.	Conclusiones de Este Capítulo . . . . .	78

<b>5. Modificación del Estado Magnético Inducido por la Respuesta Superconductora</b>	<b>83</b>
5.1. Modificación de la Magnetización en el Estado Normal Debido a la Expulsión de Flujo Superconductor . . . . .	84
5.1.1. Modelo . . . . .	89
Efecto de Proximidad . . . . .	89
Magnetización Fuera del Plano de las Capas de $C_o$ . . .	89
Capas Magnéticas y Superconductoras como Elipsoides .	91
Dependencia Temporal . . . . .	93
5.1.2. Resultados del Modelo . . . . .	95
5.1.3. Conclusiones de este Capítulo . . . . .	96
<b>6. Anisotropía Magnética Inducida por las Capas Superconductoras en las Capas de <math>C_o</math></b>	<b>101</b>
6.1. Detalles Experimentales . . . . .	101
6.2. Determinación de la Anisotropía Magnética en el Plano de la Muestra . . . . .	103
6.3. Dependencia en Temperatura del Espectro FMR en las Geometrías Perpendicular y Paralela . . . . .	105
6.4. Conclusiones de Este Capítulo . . . . .	110
<b>7. Conclusiones</b>	<b>113</b>
<b>A. Cálculo del Factor de Reducción Geométrico</b>	<b>115</b>
A.1. Potenciales Magnéticos . . . . .	115
A.2. Flujo Magnético . . . . .	117
A.3. Factor de Reducción Geométrico . . . . .	120
<b>Bibliografía Apéndice A</b>	<b>121</b>
<b>B. Método de Waldram</b>	<b>123</b>
B.1. Gap Superconductor y Longitud de Penetración . . . . .	123
<b>C. Modelo de Jugete</b>	<b>127</b>
C.1. Secuencia de Cálculo . . . . .	127
<b>Trabajos Publicados</b>	<b>131</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>133</b>
Haciendo un poco de historia..... . . . .	133
Bariloche... . . . .	134
Los “gomias”... . . . .	135
La familia y los amigos de siempre... . . . .	136