

# Índice

<b>Resumen</b>	<b>9</b>
<b>Resum</b>	<b>10</b>
<b>Abstract</b>	<b>11</b>
<b>Introducción</b>	<b>13</b>
Introducción a la Tesis	14
<b>Capítulo I Tecnologías de fluidos sobrecalentados</b>	<b>21</b>
<hr/>	
<b>I.1 Principios de detección de la Materia Oscura</b>	<b>23</b>
I.1.1 Introducción	25
I.1.2 Evidencias observacionales de la Materia Oscura	26
I.1.3 Candidatos de Materia Oscura como partícula	32
I.1.4 Detección de materia oscura	37
I.1.5 Fuentes de fondo	41
I.1.6 Tecnologías para la detección directa de WIMPs	44
I.1.7 Aplicación al estudio de límites de PICO	46
I.1.8 Aplicación a la sensibilidad de MODA-LS	51
<b>I.2 Termodinámica del crecimiento de burbujas en fluidos sobrecalentados</b>	<b>53</b>
I.2.1 Introducción	55
I.2.2 Termodinámica del crecimiento de burbuja	56
I.2.3 Condiciones para el crecimiento de burbuja	58
I.2.4 Ecuaciones dinámicas del crecimiento de burbujas	61
I.2.5 Crecimiento de burbuja: controlado por la inercia	64
I.2.6 Crecimiento de burbuja: controlado por difusión térmica	66
I.2.7 Crecimiento de burbuja: modelo unificado de Mikic	68
I.2.8 Aplicación al estudio termodinámico en PICO	70
I.2.9 Aplicación al diseño termodinámico de MODA-LS	78
<b>Capítulo II Fenómenos ondulatorios</b>	<b>87</b>
<hr/>	
<b>II.1 Acústica en fluidos sobrecalentados</b>	<b>89</b>
II.1.1 Introducción	91
II.1.2 Física de fluidos compresibles. Ondas acústicas	92
II.1.3 Soluciones de la ecuación de ondas	93
II.1.4 Propiedades de las ondas acústicas	96
II.1.5 Emisión acústica por una esfera pulsante	100
II.1.6 Emisión acústica por una burbuja en crecimiento	110
II.1.7 Transmisión acústica	113
II.1.8 Reverberación y modos propios	117
II.1.9 Aplicación al estudio acústico de PICO	121
II.1.10 Aplicación al diseño acústico de MODA-LS	134

<b>II.2 Vibraciones en sólidos del detector</b>	<b>141</b>
II.2.1 Introducción	143
II.2.2 Física de los sólidos elásticos. Ondas elásticas	144
II.2.3 Soluciones de la ecuación de ondas	153
II.2.4 Propagación en sólidos	155
II.2.5 Transmisión en sólidos	158
II.2.6 Vibraciones características y modos propios	165
II.2.7 Resistencia mecánica	166
II.2.8 Aplicación al estudio vibracional de PICO	168
II.2.9 Aplicación al diseño vibracional de MODA-LS	176

---

<b>Capítulo III Sensores acústicos piezoeléctricos</b>	<b>183</b>
--	------------

<b>III.1 Cerámicas piezoeléctricas para sensores acústicos</b>	<b>185</b>
III.1.1 Introducción	187
III.1.2 Física de la piezoelectricidad. Ecuaciones piezoeléctricas	188
III.1.3 Soluciones de las ecuaciones piezoeléctricas	201
III.1.4 Caracterización de materiales piezoeléctricos	206
III.1.5 Aplicación al estudio de cerámicas de baja radioactividad en PICO	212
III.1.6 Aplicación a la optimización de cerámicas piezoeléctricas para MODA-LS	216
<b>III.2 Diseño, construcción y calibración de sensores</b>	<b>231</b>
III.2.1 Introducción	233
III.2.2 Tecnología de los transductores piezoeléctricos	234
III.2.3 Solución al modelado de transductores piezoeléctricos	244
III.2.4 Caracterización de sensores acústicos	247
III.2.5 Reducción de ruido electromagnético	256
III.2.6 Diseño de sensores libres	260
III.2.7 Diseño de sensores pegados	268
III.2.8 Aplicación al estudio de transductores superficiales para PICO	275
III.2.9 Aplicación a la caracterización de sensores en MOSCAB	279
III.2.10 Aplicación al diseño de sensores en MODA-LS	282

---

<b>Capítulo IV Procesado de señales acústicas</b>	<b>291</b>
---	------------

<b>IV.1 Análisis y discriminación de señales acústicas</b>	<b>293</b>
IV.1.1 Introducción	295
IV.1.2 Técnicas para el procesado de señales acústicas	296
IV.1.3 Transformadas en tiempo y frecuencia	299
IV.1.4 Transformadas enventanadas	305
IV.1.5 Transformadas tiempo-frecuencia	308
IV.1.6 Técnicas para la parametrización y discriminación de señales acústicas	312
IV.1.7 Aplicación al análisis de señales de PICO	313
IV.1.8 Aplicación a la caracterización de señales de MODA-LS	324

<b>IV.2 Detección y localización de fuentes acústicas</b>	<b>327</b>
IV.2.1 Introducción	329
IV.2.2 Técnicas de detección y localización de fuentes acústicas	330
IV.2.3 Detección de señales acústicas	342
IV.2.4 Localización de fuentes acústicas	348
IV.2.5 Aplicación al estudio de detección y localización en PICO	352
IV.2.6 Aplicación a la detección y localización en MODA-LS	355
<b>Capítulo V Diseño del detector MODA-LS</b>	<b>361</b>
<hr/>	
V.1.1 Introducción	363
V.1.2 Diseño del detector	364
V.1.3 Control del detector	371
V.1.4 Presupuesto del detector	377
<b>Conclusiones</b>	<b>379</b>
<hr/>	
Conclusiones de la Tesis	380
Líneas futuras	381
<b>Anexos Estudio de fondos solares para detección directa e indirecta de materia oscura</b>	<b>383</b>
<hr/>	
<b>A Estudio del fondo de neutrinos coherentes solares (CNS) en los detectores con fluidos sobrecalentados</b>	<b>385</b>
A.1 Neutrinos provenientes del Sol	387
A.2 Eventos esperados de neutrinos coherentes solares	388
A.3 Eficiencia de la detección	390
A.4 Límites del CNS en la detección de DM	392
<b>B Estudio del fondo de neutrinos de la atmósfera solar en telescopios de neutrinos</b>	<b>395</b>
B.1 Detección indirecta de materia oscura en telescopios de neutrinos submarinos	397
B.2 Espectro de neutrinos provenientes del Sol	402
B.3 Método de análisis	405
B.4 Aplicación a ANTARES	406
B.5 Aplicación a IceCube 79	409
<b>Bibliografía</b>	<b>411</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>430</b>
<b>Lista de tablas y figuras</b>	<b>432</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>433</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>435</b>