

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Estado del Arte	1
1.2. Objetivo de la tesis	4
1.3. Contenido de la tesis	6
I Teoría	9
2. La ecuación de onda acústica	11
2.1. Acústica	11
2.1.1. Principio de conservación	12
2.1.2. Equilibrio mecánico de un fluido ideal	13
2.1.3. Ecuación de estado de un fluido ideal	14
2.2. La ecuación de onda	15
2.3. Condiciones de contorno	18
2.4. Guía de ondas	20
2.5. Cristales Sónicos	23
3. Dispersión del campo acústico: Matriz-T	25
3.1. Dispersión de ondas	25
3.2. Campo incidente: La onda plana	27
3.3. Matriz-T de una cavidad con un fluido anisótropo en su interior	29
3.4. Casos particulares	36
3.4.1. Matriz-T de una cavidad con un fluido isótropo en su interior	36
3.4.2. Matriz-T de una cavidad con un fluido que presenta una fuerte anisotropía angular	37

3.5. Campo lejano	39
3.6. Convergencia	41
3.6.1. Convergencia de la matriz-T	41
3.6.2. Convergencia del campo dispersado	44
3.7. Elementos dispersivos localizados arbitrariamente en el espacio	45
4. Homogenización	53
4.1. Homogenización de una distribución de elementos dispersores .	53
4.2. Parámetros acústicos del elemento de dispersión para bajas frecuencias	55
4.3. Parámetros efectivos de una distribución de elementos dis- persores	57
4.3.1. Módulo de compresibilidad efectivo B^*	58
4.3.2. Densidad efectiva ρ^*	59
4.3.3. Velocidad efectiva	60
II Aplicaciones	63
5. Dispositivo refractivo: Lente acústica	65
5.1. Caracterización de una distribución de cavidades	66
5.2. Lente acústica	69
5.3. Experimento numérico: Lente acústica	71
5.4. Influencia de los modos evanescentes sobre los parámetros efec- tivos de una red de cavidades	72
5.5. Acoplamiento de las propiedades dispersivas al espacio libre .	82
5.6. Resumen	88
6. Metamaterial acústico con módulo de compresibilidad negativo	91
6.1. Metafluido quasi-bidimensional: Estructura de bandas acústica	92
6.2. Realización experimental	100
6.2.1. Medida de la estructura de bandas	103
6.2.2. Reflectancia y transmitancia espectral	106
6.2.3. Parámetros efectivos	108
6.3. Efecto pelicular en la interfaz aire-metamaterial	111

6.4. Resumen	114
7. Metamaterial acústico doblemente negativo	115
7.1. Parámetros efectivos del elemento de dispersión: $B_a(\omega)$ y $\rho_a(\omega)$	116
7.2. Parámetros efectivos del metamaterial: $B^*(\omega)$ y $\rho^*(\omega)$	122
7.2.1. Diagramas de fase en el plano $\omega - L/h$	124
7.2.2. Diagramas de fase en el plano $\omega - R_a/R_b$	126
7.3. Resumen	129
8. Metamateriales acústicos con densidad negativa y cercana a cero: diseño y aplicaciones	131
8.1. Metamaterial acústico: parámetros efectivos	132
8.1.1. Parámetros efectivos de la unidad de dispersión: $B_a(\omega)$ y $\rho_a(\omega)$	132
8.1.2. Parámetros efectivos del metamaterial acústico: $B^*(\omega)$ y $\rho^*(\omega)$	135
8.2. Estados acústicos superficiales	140
8.2.1. Relación de dispersión de los estados superficiales	140
8.2.2. Experimento numérico usando Comsol Multiphysics	144
8.3. Aplicaciones de metamateriales con $\rho^* \approx 0$	148
8.3.1. Efecto Túnel para ondas acústicas a través de canales estrechos	149
8.3.2. Control del campo de radiación	152
8.3.3. Transmisión perfecta a través de curvas cerradas y es- quinas	154
8.3.4. Divisor de ondas acústicas	154
8.4. Caracterización experimental	157
8.5. Resumen	159
9. Observaciones finales	163
9.0.1. Conclusiones	163
9.0.2. Trabajo Futuro	164
A. Funciones de Bessel	167
A.1. Relaciones básicas	167

A.1.1. Ecuación diferencial de Bessel y soluciones	167
A.1.2. Relaciones de recurrencia	168
A.1.3. Formas asintóticas para argumentos pequeños	169
A.1.4. Formas asintóticas para argumentos grandes	170
A.1.5. Forma integral de las funciones de Bessel	170
A.2. Teorema de adición: caso bidimensional	171
B. Comportamiento para bajas frecuencias:	
Matriz-T cilindro fluido	175
B.1. Matriz-T cilindro fluido	175
B.1.1. Casos particulares	177
B.2. Comportamiento en bajas frecuencias	177
C. Cálculo de la matriz-T mediante elementos finitos	181
C.1. Procedimiento	182
C.2. Ejemplo	183
D. Caracterización de un metamaterial acústico	185
D.1. Reflectancia y transmitancia	185
D.2. Medida de la transmitancia y la reflectancia	188
D.3. Extacción de parámetros	190
E. Producción Científica	195
E.1. Artículos científicos	195
E.2. Congresos nacionales o internacionales	195

