

Índice General

1. Introducción	1
1.1. Introducción	2
1.2. Motivación	4
1.3. Objetivos de la tesis	5
1.4. Organización de la tesis	7
2. Descomposición en onda plana con arrays de micrófonos circulares	9
2.1. Fundamentos teóricos del campo de onda	11
2.1.1. Teoría ondulatoria	11
2.1.2. Integral de Kirchhoff-Helmholtz	13
2.1.3. Integral de Rayleigh	15
2.1.4. Integrales 2D de Kirchhoff-Helmholtz y Rayleigh	18
2.2. Extrapolación del campo de onda	21
2.3. Descomposición en armónicos cilíndricos	23
2.4. Descomposición en onda plana	29
2.5. Auralización	30
2.6. Modelo de array circular de micrófonos	32
2.7. Aliasing espacial y efectos de baja frecuencia	35
2.8. Representaciones gráficas de la descomposición	36
2.8.1. Representación espacio-tiempo	36
2.8.2. Descomposición en armónicos cilíndricos	37
2.8.3. Descomposición frecuencia-espacio	37
2.8.4. Descomposición tiempo-espacio	39
2.9. Grabación mediante un array circular de micrófonos	39
2.9.1. Simulaciones	41

2.9.2.	Comprobación experimental	56
2.9.3.	Discusión de los resultados	63
3.	Beamforming	67
3.1.	Introducción	69
3.2.	Conceptos básicos	69
3.2.1.	Patrón de directividad	71
3.2.2.	Aliasing espacial	73
3.2.3.	Conformador de haz o beamformer	74
3.3.	Geometría de array	78
3.4.	Aperturas circulares	79
3.4.1.	Apertura circular continua	79
3.4.2.	Apertura circular muestreada	80
3.5.	Beamforming con armónicos circulares	81
3.5.1.	Selección de modos y regularización	82
3.6.	Beamforming Delay and Sum	84
3.7.	Comparativa entre CHB y DAS	86
3.8.	Aplicación del método CHB en la obtención de ecogramas	89
3.8.1.	Ecograma simulado	93
3.8.2.	Ecograma real	95
4.	Método de localización de ondas	103
4.1.	Detección de reflexiones tempranas	104
4.2.	Algoritmo de detección de ondas en ecogramas	105
4.2.1.	Umbralización	105
4.2.2.	Correlación cruzada	109
4.2.3.	Selección de regiones	110
4.3.	Algoritmo de detección de ondas en representaciones PWD	112
4.3.1.	Umbralización	112
4.3.2.	Selección de regiones	115
5.	Aplicación de la descomposición de ondas planas para el análisis de salas	117
5.1.	Salas analizadas	119
5.1.1.	Sala de Reuniones	119
5.1.2.	Paraninfo	119

5.1.3. Auditorio	121
5.2. Método de medida	121
5.3. Análisis de resultados	125
5.3.1. Descripción espacial del campo sonoro	125
5.3.2. Detección de ondas	133
5.4. Conclusiones	136
6. Aplicación de Circular Harmonic Beamforming en localización de fuentes acústicas	139
6.1. Introducción	141
6.2. Algoritmo tiempo-frecuencia aplicado a CHB	142
6.2.1. Modelo de señal	143
6.2.2. CHB tiempo-frecuencia	145
6.2.3. Estimación del DOA	146
6.3. Experimentos	146
6.3.1. Medidas simuladas	147
6.3.2. Comparación con otros métodos	156
6.3.3. Medidas reales	158
6.4. Discusión	165
7. Conclusiones, aportaciones y líneas futuras	167
7.1. Conclusiones generales de la tesis	168
7.2. Contribuciones de la tesis	170
7.3. Trabajo futuro	172
7.4. Listado de publicaciones	173