
Contenidos

1. Percepción del sonido	1
1.1. Filtros de octava y de tercios de octava	7
1.2. Curvas isofónicas	9
1.3. La ponderación A	10
1.4. Ruido variable en el tiempo	13
1.5. Resumen	14
1.6. Literatura	14
1.7. Ejercicios	14
2. Conceptos básicos sobre propagación de ondas	19
2.1. Termodinámica de campos sonoros en gases	20
2.2. Campos sonoros unidimensionales	26
2.2.1. Ecuaciones básicas	26
2.2.2. Ondas progresivas	31
2.2.3. Notación compleja	36
2.2.4. Ondas estacionarias y fenómenos de resonancia	36
2.3. Campos sonoros tridimensionales	40
2.4. Transporte de energía y potencia	42
2.5. Medición de intensidad	47
2.5.1. Procedimiento en el dominio del tiempo	48
2.5.2. Procedimiento en el dominio de la frecuencia	48
2.5.3. Error y limitaciones del procedimiento	52
2.5.4. Normas	56
2.6. Propagación de ondas en un medio que se desplaza	56
2.7. Resumen	62
2.8. Literatura	63
2.9. Ejercicios	63
3. Propagación y radiación sonora	67
3.1. Radiación omnidireccional de fuentes puntuales	67
3.2. Radiación omnidireccional de fuentes lineales	69

3.3.	Fuentes de velocidad de volumen	70
3.4.	Campo sonoro de dos fuentes	72
3.5.	Columnas de altavoces	85
3.5.1.	Pistón unidimensional.....	86
3.5.2.	Formación de lóbulos principales y laterales.....	88
3.5.3.	Orientación electrónica.....	94
3.5.4.	Condiciones de campo lejano.....	98
3.6.	Radiación sonora de superficies planas	102
3.6.1.	Campo sonoro en el eje sobre un pistón circular	105
3.7.	Resumen	109
3.8.	Literatura	110
3.9.	Ejercicios	110
4.	Sonido estructural	115
4.1.	Introducción	115
4.2.	Ecuación de ondas de flexión en barras	118
4.3.	Propagación de ondas de flexión	121
4.4.	Resonancias de una barra	122
4.4.1.	Extremos de la barra apoyados	124
4.4.2.	Extremos de la barra empotrados	126
4.4.3.	Barra con extremos libres	129
4.5.	Ondas de flexión en placas	130
4.5.1.	Resonancias de una placa.....	134
4.6.	Resumen	138
4.7.	Literatura	139
4.8.	Ejercicios	139
5.	Aislamiento elástico	141
5.1.	Efecto de un montaje elástico sobre un fundamento rígido	142
5.2.	Cálculo de un montaje elástico	148
5.3.	Influencia de la elasticidad del fundamento	151
5.3.1.	Impedancia del fundamento.....	151
5.3.2.	Efecto de la impedancia del fundamento.....	152
5.4.	Determinación del camino de transmisión.....	157
5.5.	Medición del factor de pérdida	160
5.6.	Masa dinámica	162
5.7.	Consideraciones finales	164
5.8.	Resumen	164
5.9.	Literatura	165
5.10.	Ejercicios	165

6. Absorción del sonido	167
6.1. Propagación del sonido en el tubo de Kundt	167
6.2. Mediciones en el tubo de Kundt	173
6.3. Impedancia de una pared	180
6.4. Teoría del material absorbentecuasi-homogéneo	182
6.5. Dispositivos o estructuras absorbentes	188
6.5.1. Capa porosa de espesor infinito	188
6.5.2. Capa porosa de espesor finito	190
6.5.3. Cortina porosa	195
6.5.4. Resonadores	198
6.6. Incidencia oblicua	204
6.7. Resumen	209
6.8. Literatura	209
6.9. Ejercicios	210
7. Fundamentos de la acústica de salas	213
7.1. Campo sonoro difuso	218
7.1.1. Reverberación	220
7.1.2. Estado estacionario	222
7.1.3. Medición del coeficiente de absorción en sala reverberante	228
7.2. Resumen	229
7.3. Literatura	229
7.4. Ejercicios	229
8. Aislamiento acústico	233
8.1. Medición del aislamiento acústico	235
8.2. Aislamiento acústico de paredes simples	237
8.3. Paredes dobles	249
8.4. Aislamiento de ruido de impacto	255
8.4.1. Medición del ruido de impacto	255
8.4.2. Medidas de mejoramiento	256
8.5. Resumen	260
8.6. Literatura	260
8.7. Ejercicios	262
9. Silenciadores	265
9.1. Cambios de sección en conductos rígidos	266
9.1.1. Cambio de sección simple	266
9.1.2. Ramificaciones	268
9.1.3. Cámara de expansión	273
9.1.4. Combinaciones de cámaras	279
9.2. Ductos con recubrimiento interior	284
9.2.1. El ducto rígido	285
9.2.2. Superficie interior con impedancia $z = 0$	286
9.2.3. Superficie interior con impedancia arbitraria	288

9.2.4.	Aproximaciones para el modo fundamental	288
9.2.5.	Ducto con capa porosa	291
9.2.6.	Ducto con resonadores	295
9.2.7.	Cálculo exacto para cualquier impedancia	300
9.3.	Resumen	306
9.4.	Literatura	306
9.5.	Ejercicios	306
10.	Barreras acústicas	309
10.1.	Difracción en un plano rígido	310
10.2.	Aproximación de la pérdida por inserción	326
10.3.	Influencia de la altura de barreras acústicas	329
10.4.	Otras geometrías de barreras	330
10.5.	Barreras acústicas absorbentes	332
10.6.	Influencia de la transmisión del sonido a través de la barrera ..	333
10.7.	Comentarios finales	334
10.8.	Resumen	335
10.9.	Literatura	335
10.10.	Ejercicios	335
10.11.	Apéndice: programa en MATLAB para integrales de Fresnel ..	338
11.	Transductores electroacústicos	341
11.1.	Micrófono de condensador	344
11.2.	Direccionalidad de micrófonos	351
11.3.	Micrófono electrodinámico	354
11.4.	Altavoz electrodinámico	357
11.5.	Arreglos de micrófonos	361
11.5.1.	Columnas de micrófonos	362
11.5.2.	Arreglos bi-dimensionales de micrófonos	370
11.6.	Resumen	375
11.7.	Literatura	375
11.8.	Ejercicios	375
12.	Fundamentos del control activo de ruido	379
12.1.	Influencia del error de amplitud y fase de la señal secundaria ..	383
12.1.1.	Ondas perpendiculares	385
12.2.	Reflexión y absorción	386
12.3.	Estabilización activa de vibraciones autoexcitadas	391
12.4.	Resumen	400
12.5.	Literatura	400
12.6.	Ejercicios	400

13. Fundamentos de la teoría de sistemas	403
13.1. Propiedades de sistemas	404
13.1.1. Linealidad	404
13.1.2. Invariancia en el tiempo	404
13.2. Descripción mediante la respuesta al impulso	405
13.3. Principio de invariancia	409
13.4. Descomposición de Fourier	410
13.4.1. Serie de Fourier	411
13.4.2. Transformada de Fourier	418
13.4.3. Función de transferencia y teorema de convolución	420
13.4.4. Simetría	422
13.4.5. respuesta al impulso y Transformación de Hilbert	423
13.5. Acústica de Fourier: Descomposición de campos sonoros	425
13.5.1. Radiación de superficies planas	427
13.5.2. Radiación de las ondas de flexión	429
13.5.3. Holografía Acústica	431
13.5.4. Campos sonoros tridimensionales	432
13.6. Resumen	435
13.7. Literatura	436
13.8. Ejercicios	436
A. Cálculo con niveles	441
A.1. Logaritmo en base 10	441
A.2. Regla de inversión de niveles	442
A.3. Regla de la suma de niveles	443
B. Números complejos	445
B.1. Introducción al cálculo con números complejos	445
B.2. Uso de números complejos en acústica	447
C. Soluciones de ejercicios	451
C.1. Ejercicios del capítulo 1	451
C.2. Ejercicios del capítulo 2	455
C.3. Ejercicios del capítulo 3	460
C.4. Ejercicios del capítulo 4	472
C.5. Ejercicios del capítulo 5	477
C.6. Ejercicios del capítulo 6	480
C.7. Ejercicios del capítulo 7	488
C.8. Ejercicios del capítulo 8	492
C.9. Ejercicios del capítulo 9	494
C.10. Ejercicios del capítulo 10	496
C.11. Ejercicios del capítulo 11	499
C.12. Ejercicios del capítulo 12	501
C.13. Ejercicios del capítulo 13	504

Índice513



<http://www.springer.com/978-3-642-02543-3>

Ingeniería Acústica

Teoría y Aplicaciones

Möser, M.; Barros, J.L.

2009, XVI, 518 p., Hardcover

ISBN: 978-3-642-02543-3