

PRÓLOGO	9
SECCIÓN I CONOCIMIENTOS PREVIOS DE FÍSICA	15
I MECANICA	17
1.1 Posición, velocidad y aceleración.....	17
1.2 El movimiento vibratorio armónico.....	20
1.3 Fuerza. principios de Newton.....	23
1.3.1 Principio de inercia.....	24
1.3.2 Principio de acción.....	24
1.4 Características elásticas de la materia.....	26
1.5 Trabajo, potencia y energía.....	28
II LAS ONDAS	33
2.1 Clases y naturaleza de las ondas.....	33
2.2 Velocidad de propagación de las ondas.....	35
2.3 Conceptos y magnitudes relativos a las ondas.....	39
2.4 Ecuación del movimiento ondulatorio.....	41
2.5 Las ondas como portadoras de energía.....	44
2.6 Propagación de las ondas: reflexión, refracción y difracción.....	46
2.6.1 Reflexión de las ondas.....	47
2.6.2 Refracción de las ondas.....	48
2.6.3 Difracción de las ondas.....	49
2.7 Superposición de ondas: interferencias y ondas estacionarias.....	51
2.7.1 Superposición de ondas de igual frecuencia. Campos de interferencias.....	52
2.7.2 Ondas estacionarias.....	55
2.7.3 Superposición de ondas de frecuencias distintas. Batidos.....	58
2.8 El efecto de Doppler.....	61
2.8.1 Foco fijo y observador móvil.....	61
2.8.2 Foco móvil y observador fijo.....	62
2.8.3 Foco y observador móviles.....	63
SECCIÓN II FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA MÚSICA	65
III NATURALEZA Y PROPIEDADES DEL SONIDO	67
3.1 Ondas sonoras.....	67
3.1.1 Naturaleza longitudinal de las ondas acústicas.....	67
3.1.2 Velocidad de propagación del sonido.....	69
3.2 Cualidades del sonido. Intensidad.....	71
3.3 Cualidades del sonido. Tono o altura.....	74
3.4 Cualidades del sonido. Timbre.....	76
3.4.1 Tonos puros y tonos complejos.....	76
3.4.2 Profundización sobre el concepto de timbre.....	81
3.5 Análisis y síntesis de los sonidos.....	84
3.5.1 Análisis de sonidos.....	84
3.5.2 Síntesis de sonidos.....	87

IV VIBRACIONES Y RESONANCIA	91
4.1 Sistemas vibrantes.....	91
4.1.1 Oscilador lineal simple	92
4.1.2 Otros osciladores simples	93
4.1.3 Sistemas oscilantes con dos, tres y más masas.....	94
4.2 Osciladores amortiguados.....	96
4.3 Resonancia mecánica.....	97
4.4 Osciladores forzados.....	100
4.5 Vibraciones en cuerdas tensadas.....	104
4.5.1 Vibraciones libres de cuerdas tensadas	104
4.5.2 Vibraciones forzadas de una cuerda tensada.....	107
4.6 Varillas, barras y tubos vibrantes.....	109
4.6.1 Vibraciones longitudinales	109
4.6.2 Vibraciones transversales	110
4.7 Vibraciones del aire contenido en tubos resonantes	111
4.7.1 Modos de vibración en los tubos.....	111
4.7.2 Filtros acústicos.....	113
4.7.3 Vibraciones del aire en los tubos.....	116
4.7.4 Radiación de potencia acústica en los tubos resonantes	117
4.8 Vibraciones en cuerpos bidimensionales.....	120
V INTERVALOS Y ESCALAS MUSICALES. CONSONANCIA.....	123
5.1 Intervalos musicales.....	123
5.2 Escalas musicales.....	126
5.3 Métodos de afinación de la escala diatónica.....	128
5.3.1 Escala de los armónicos o de Zarlino	130
5.3.2 Escala de Pitagoras o de las quintas	132
5.3.3 Dificultades de aplicación de los intervalos perfectos	134
5.3.4 Temperamento de la escala musical.....	137
5.4 Concepto de consonancia musical	141
5.4.1 Banda crítica y consonancia	143
5.4.2 Consonancia de intervalos de tonos complejos.....	146
5.4.3 La afinación temperada de los instrumentos de teclado	149
5.4.4 Medición de intervalos.....	151
5.5 Consonancia de los acordes musicales.....	152

SECCIÓN III ESTUDIO DE LOS INSTRUMENTOS MUSICALES	155
VI INSTRUMENTOS CORDÁFONOS.....	159
6.1 Instrumentos de cuerda frotada. La familia del violín	161
6.1.1 Descripción del instrumento	161
6.1.2 Acústica del violín	164
6.1.3 Otros instrumentos de la familia del violín	168
6.1.4 Otros instrumentos de cuerda frotada.....	170
6.2 Instrumentos de cuerda pulsada. La guitarra	172
6.2.1 Descripción del instrumento	172
6.2.2 Acústica de la guitarra.....	174
6.2.3 Otros instrumentos de cuerda pulsada.....	176
6.3 Instrumentos de cuerda percutada. El piano	179
6.3.1 Descripción del instrumento	181
6.3.2 Acústica del piano.....	185
6.3.3 Comportamiento resonante de la tabla acústica	191
6.3.4 Características emisivas del piano.....	193
VII INSTRUMENTOS AERÓFONOS.....	195
7.1 Instrumentos de boquilla.....	196
7.1.1 La trompeta barroca	198
7.1.2 La trompeta de pistones	199
7.1.3 El trombón.....	202
7.1.4 La trompa	202
7.1.5 Las tubas.....	204
7.2 Instrumentos de embocadura. Flautas.....	205
7.2.1 Estudio de las flautas.....	210
7.3 Instrumentos de lengüeta simple. Clarinetes	212
7.3.1 El clarinete. Descripción del instrumento	214
7.3.2 Acústica del clarinete.....	214
7.3.3 Los saxófonos	217
7.4 Instrumentos de lengüeta doble. El oboe	218
7.4.1 Descripción del instrumento.....	220
7.4.2 Otros instrumentos de lengüeta doble	220
7.5 El organo.....	222
7.5.1 Descripción del instrumento.....	223
7.5.2 Estudio acústico de los tubos del órgano	229
VIII INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN	231
8.1 Instrumentos membranófonos. El timbal.....	231
8.1.1 Descripción del instrumento.....	232
8.1.2 Acústica del timbal	233
8.1.3 Otros instrumentos membranófonos.....	234
8.2 Instrumentos idiófonos. La campana.....	236
8.2.1 Descripción del instrumento.....	236
8.2.2 Acústica de las campanas	238
8.2.3 Otros instrumentos idiófonos	241

IX LA VOZ HUMANA.....	249
9.1 Estructura del organo fonador.....	249
9.2 Propiedades acústicas del aparato fonador	252
9.2.1 Estructura acústica de la voz	253
9.2.2 El tracto bucal como resonador.....	253
9.2.3 Carácter dinámico de los resonadores del sistema fonador.....	255
9.2.4 Poder emisivo de la voz humana.....	255
9.3 La voz hablada.....	256
9.4 La voz cantada.....	257
9.4.1 La voz cantada masculina.....	258
9.4.2 La voz cantada femenina.....	261
9.5 Clasificación de las voces.....	262
SECCIÓN IV LA PERCEPCIÓN MUSICAL	265
X LA PERCEPCIÓN ACÚSTICA.....	267
10.1 Estructura del oído.....	267
10.1.1 El oído externo.....	269
10.1.2 El oído medio.....	270
10.1.3 El oído interno.....	271
10.2 La audición	273
10.3 Banda crítica.....	275
10.4 Intensidad acústica y sensación acústica.....	277
10.4.1 Niveles acústicos.....	277
10.4.2 Sensación acústica	282
10.5 La percepción del tono y del timbre	283
10.5.1 Percepción del tono.....	283
10.5.2 La percepción del timbre	285
10.6 Enmascaramiento.....	288
10.7 La audición binaural	290
10.8 Otros fenómenos auditivos	293
10.8.1 Tono virtual	293
10.8.2 Tonos de combinación.....	296
10.8.3 Efecto “reunión”	297
10.8.4 Efecto de precedencia.....	298
10.8.5 Batidos virtuales	299
10.9 Ilusiones acústicas.....	299
10.9.1 Ilusión de octava	300
10.9.2 Ilusión de escala.....	301
10.9.3 Ilusión de timbre.....	302
10.9.4 Ilusión <i>glissando</i>	303
10.9.5 Ilusión de Shephard	303

13.7 La música midi	400
13.7.1 El <i>hardware</i> midi	401
13.7.2 El código midi.....	403
13.7.3 La interfaz midi.....	407
BIBLIOGRAFÍA	409