

2.^a EDICIÓN

ELECTRO- ACÚSTICA

Técnico en Sonido para Audiovisuales y Espectáculos

Daniel A. Martín Díaz - Jaime A. Sevilla Jiménez
Eduardo Hernández Pérez

Gran
cantidad
de ejercicios y
prácticas de
refuerzo



ELECTROACÚSTICA

© Daniel A Martín Díaz, Jaime A. Sevilla Jiménez y Eduardo Hernández Pérez

© **De la edición: PUBLICACIONES ALTARIA, S.L.**

Se ha puesto el máximo interés en ofrecer al lector una información completa y precisa. No obstante, PUBLICACIONES ALTARIA, S.L. no asume ninguna responsabilidad derivada del uso, ni tampoco por cualquier violación de patentes y otros derechos de terceros que pudieran ocurrir mientras este libro esté destinado a la utilización de aficionados o a la enseñanza. Las marcas o nombres mencionados son únicamente a título informativo y son propiedad de sus registros legales.

Reservados todos los derechos.

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, registrada en sistema de almacenamiento o transmitida de ninguna forma ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro. Queda también prohibida la distribución, alquiler, traducción o exportación sin la autorización previa y por escrito de PUBLICACIONES ALTARIA, S.L.

ISBN: 978-84-947319-2-1

Depósito legal: T 990-2017

Revisado por: Sonia Vives y Carlos Martínez

Ilustraciones y dibujos: Ana López Caro, autores y empresas del sector.

Impreso en España - Printed in Spain

Editado por:

PUBLICACIONES ALTARIA, S.L.

Tel. 935161966

info@altariaeditorial.com

CONSULTE NUESTRO CATÁLOGO POR INTERNET:

<http://www.altariaeditorial.com>

Podrá estar al corriente de todas las novedades.

*A nuestros maestros y alumnos,
porque nos enseñaron lo que fue y lo que será.*

¿A quién va dirigido el libro?

Este libro ha sido diseñado específicamente para el Ciclo Formativo de Formación Profesional “Técnico Superior en Sonido para Audiovisuales y Espectáculos”.

Será también un manual imprescindible para cualquier usuario interesado en las disciplinas relacionadas con el audio, especialmente en ciertos aspectos de la rama de la electroacústica.

Se ha pretendido obtener una publicación atractiva y útil, desarrollada por profesionales de la materia que, además, posean una dilatada experiencia docente.

Convenciones generales

Tras obtener muy buenas críticas en la primera edición del libro *Electroacústica*, hemos aceptado el reto de atender a la petición de algunos profesores que se han puesto en contacto con la editorial Altaria o incluso directamente con nosotros, y que solicitaban una mayor profundización en el diseño de cajas acústicas. Para ello, contamos en esta segunda edición con las sustantivas aportaciones de un nuevo compañero de equipo, Eduardo Hernández Pérez. Esto nos ha permitido abordar con rigor y mayor grado de profundización esta temática dentro de la disciplina de la electroacústica (lo cual el lector podrá ver reflejado en el propio capítulo 5 de Altavoces). Además, hemos aprovechado para realizar cierta ampliación en el capítulo 6 del libro (para hablar de formatos de archivos de audio digital y códecs) y hemos llevado a cabo también una importante ampliación y actualización del capítulo 7 (sobre todo, en cuanto a los protocolos digitales de control y transmisión de audio). Logramos de este modo ir en consonancia con la evolución de la industria, con la que el alumno se encontrará muy pronto en su salida al mercado laboral.

Por otro lado, hemos añadido un segundo anexo (Anexo B) para facilitar la búsqueda de herramientas de diseño y simulación de cajas acústicas (muy en consonancia con la ampliación del capítulo 5), y hemos incorporado nuevos ejercicios, problemas y actividades de laboratorio a lo largo de los capítulos 5 y 7.

Todo ello lo hemos realizado intentando, en todo momento, mantener el nivel que entendemos que se debe exigir en este ámbito de formación (recordemos que este libro va dirigido especialmente, aunque no de forma exclusiva, a alumnos del ciclo de formación profesional Técnico de Sonido para Audiovisuales y Espectáculos), y prestando las herramientas o puentes necesarios para aquellos lectores que pretendan obtener una formación más exhaustiva en determinadas materias a través de la bibliografía ofrecida.

Agradecimientos

Las imágenes contenidas en este libro han sido cedidas por diversas empresas del sector industrial, vinculadas a campos como el sonido, la electrónica, seguridad, electricidad, etc. A todas ellas les queremos agradecer su colaboración.

 www.fluke.es	 www.thomann.de	 www.nexo.fr
 www.ebtechaudio.com	 www.aenor.es/	 www.nichicon.co.jp
 www.bksv.es/	 www.fluxhome.com	 www.bluecataudio.com/
 www.fender.es	 www.yamaha.com	 www.bowers-wilkins.es
 www.beyma.com	 www.audinate.com	 www.alpine.es
 www.divetis.es	 www.palmer-germany.com	 www.martinlogan.com
 www.adamhall.com	 www.cirrus.com	 http://www.digigram.com

Índice general

¿A quién va dirigido el libro?	5
Convenciones generales	5

Capítulo 1

Electricidad e instalaciones 13

1. Introducción.....	15
2. Fundamentos de electricidad para instalaciones de sonido	16
Estructura atómica de la materia. Conductores y aislantes eléctricos. Conceptos de energía y potencia	16
Tensión, resistencia e intensidad. Ley de Ohm	21
Corriente continua, alterna, monofásica y trifásica	25
Generación, transporte y distribución eléctrica.	30
3. Acometidas eléctricas e identificación de medidas de fases y neutro	32
4. Medidas eléctricas de continuidad, tensión, resist. e impedancia en una inst. de sonido	37
Medidas de continuidad.....	37
Medidas de tensión	38
Medidas de resistencia e impedancia	39
5. Técnicas de conexión de cuadros de acometida provisionales a bornas de distribución eléctricas fijas y a generadores móviles de corriente eléctrica	40
Inst. generadoras de baja tensión: grupos electrógenos	46
6. Cálculo eléctrico de líneas.....	49
Cálculo eléctrico de líneas.....	50
Ruido eléctrico e interferencias causadas por la electricidad. ..	56
7. Seguridad en las instalaciones eléctricas, en su comprobación y en su manipulación	58
Contacto directo	58
Contacto indirecto	60
8. Toma a tierra.....	60
9. Protección de las personas ante la electrocución. Funcionamiento del diferencial.	65
10. Protección de la instalación eléctrica. Funcionamiento de los magnetotérmicos.....	67
11. Medidas de seguridad en la medición de parámetros eléctricos.....	71
12. Normativa y normalización.....	73

Capítulo 2

Componentes pasivos	79
1. Introducción.....	81
2. Resistencia. El altavoz como elemento resistivo	82
3. Conexión de resistencias y altavoces en baja impedancia.....	86
Serie	87
Paralelo.....	87
Mixto.....	88
4. Alta impedancia o líneas de 100 V.....	94
Atenuadores pasivos.....	99
Atenuadores resistivos.....	99
Atenuadores inductivos.....	100
5. Otros elementos pasivos o elementos de almacenamiento, condensadores y bobinas.....	101
El condensador.....	101
La bobina	106

Capítulo 3

Principios físicos de sonido y medidas	109
1. Conceptos básicos del sonido.....	111
Definición de sonido. Ondas sonoras	111
Presión, período, frecuencia y longitud de onda.....	112
Fase.....	115
Propagación y velocidad del sonido.....	117
Oído humano. Curvas isofónicas.....	118
Enmascaramiento	122
Parámetros musicales del sonido	123
2. Medida del sonido	130
El decibelio (dB), usos y formas	130
Sonómetros y otras herramientas.....	137
Vúmetros, picómetros, fasímetros	145
3. Dominios energéticos de la información sonora. Unidades de medida. Señales de test.....	159

Capítulo 4

Componentes activos. Amplificación.....	167
1. Introducción.....	169
2. Elementos activos. Válvulas de vacío y transistor.....	171
Válvulas de vacío.....	171
Dispositivos de estado sólido. El transistor.....	177
Eterna disputa: ¿amplificadores de válvulas o transistores?.....	181
3. Características de los circuitos amplificadores de clase A, B, C, D y sus derivados.....	183
Amplificador de clase A	183
Amplificador de clase B.....	184
Amplificador de clase AB.....	186
Amplificador de clase C.....	187
Amplificador de clase D	188

4. Características de los amplificadores	189
5. Preamplificación y amplificación de tensión	194
6. Medida y cálculo de la ganancia de tensión de un amplificador	195

Capítulo 5

Altavoces..... 199

1. Introducción a los altavoces	201
Descripción general.....	201
Tipos de altavoces	203
Características de los altavoces.....	206
Potencia eléctrica	206
Rendimiento	206
Impedancia eléctrica.....	208
Frecuencia de resonancia.....	210
Linealidad o regularidad	210
Distorsión.....	211
Respuesta en frecuencia.....	212
Respuesta polar o directividad	213
Respuesta en fase	217
Polaridad.....	217
Parámetros de Thiele-Small (T-S).....	217
2. Altavoces electrodinámicos	219
3. Cajas acústicas (Hi-Fi y profesionales)	222
Montaje en pantalla infinita	226
Montaje en caja cerrada simple.....	229
Caja con <i>bass reflex</i>	235
Caja con radiador pasivo.....	241
Laberinto acústico.....	243
Sistemas multicavidad. Sistemas paso banda	244
4. Circuitos de filtrado y <i>crossover</i>	247
Activos o pasivos. Tipos, características y orden del filtro.....	250
Filtros de cruce pasivos.....	252
Filtros de cruce activos.....	254
Parámetros básicos de un <i>crossover</i> : número de vías y frecuencia de cruce	255
Número de vías.....	255
Frecuencia de cruce o transición.....	256
Orden y pendiente de los filtros	257
5. Diseños alternativos de altavoces y cajas	266
Difusores, trompetas o bocinas	267
6. Tipología de filtros	270

Capítulo 6

Analógico/Digital..... 275

1. Introducción	277
2. Dinámica de la señal de audio analógica	278
Rango dinámico y relación señal-ruido	278
Valores de la señal	281
3. Características espectrales de la señal de audio	283

Ancho de banda	283
Frecuencia fundamental y armónicos.....	284
4. Características temporales de la señal de audio	284
Ataque	285
Decaimiento.....	285
Sostenimiento.....	286
Relajación.....	286
Fase	290
5. Nivel de micro, línea y carga.....	291
6. Conversión analógica digital CAD basada en PCM	293
7. Distorsión producida por la cuantificación de la señal digitalizada.....	298
8. Conversión analógica digital CAD basada en DPCM y ADPCM.....	299
9. Almacenamiento, formatos de audio digital y códecs.....	302
Formatos sin compresión	305
Formatos con compresión	306

Capítulo 7

Redes de datos/Audio.....307

1. Introducción.....	309
2. Estándares y protocolos de transmisión entre los sistemas y equipos de audio digitales. Punto a punto	310
AES/EBU	311
MADI.....	317
S/PDIF.....	319
3. Conceptos relevantes sobre redes informáticas. Protocolos de audio en red	320
Conceptos relevantes sobre redes informáticas	321
Características de las redes.....	321
Capas OSI.....	322
TCP/IP	325
Protocolos de audio en red más importantes en la actualidad	327
AVB.....	327
EtherSound	328
CobraNet.....	330
Características de CobraNet.....	333
Enrutamiento simplificado.....	336
Dante	338
Introducción a Dante.....	338
Conceptos generales.....	340
Direccionamiento.....	344
Redundancia.....	345
Conexión en cadena	345
Configuración del sistema con y sin <i>software</i> de control.....	345
Mecanismos de integración. Sistemas alternativos y extensiones. Dante Via.....	356

Conclusiones y resumen sobre protocolos de audio en red.....	357
4. Configuración, gestión y monitorización de redes.....	359
Actividad de ejemplo en clase 1	361
Actividad de ejemplo en clase 2	362
Actividad de ejemplo en clase 3	363
Actividad de ejemplo en clase 4	364
5. Otras interfaces de control de comunicación.....	365
RS-232	365
RS-422	367
RS-485	368
CAN Bus	369
IEEE 1394 (FireWire)	370
USB	371
Thunderbolt.....	372

ANEXO A

Cables y conectores.....	373
1 Introducción.....	375
2. Cableado de electricidad.....	376
<i>Plug</i> de corriente	377
Powercon	378
Tirada de corriente convencional con <i>schuko</i> macho-hembra.....	378
Regleta convencional con <i>schukos</i>	379
Manguera <i>harting-schukos</i>	379
Distribuidores CETAC- <i>schukos</i>	380
CETAC monofásico	381
CETAC trifásico	381
<i>Camlock</i>	382
3. Cableado de carga.....	382
Cable paralelo de audio	382
<i>Speakon</i>	383
Otros	384
4. Cableado de señal analógica	384
XLR	384
TS y TRS.....	385
RCA	387
Minijack.....	388
Bantam	389
Otros	389
5. Cableado de señal digital.....	390
UTP, FTP y STP.....	390
Cables coaxial y triaxial. Conectores BNC, F y RCA.....	391
Ópticos	392
USB	393
<i>Firewire</i>	394
Otros	394
6. Señal balanceada, no balanceada, estereofónica y monofónica.....	394
7. Herramientas y consejos de uso.....	399
Uso de adaptadores y conversores	399
Téster y comprobadores de cables	400
Soldador de estaño, estaciones de soldadura y crimpadoras	401

ANEXO B

Herramientas de diseño y simulación de cajas acústicas 405

Bibliografía y fuentes de información 415

Ejercicios 419