

Control de **SONIDO** en directo

Albert G. Digón - Nico Suárez - Daniel A. Martín

Radiofrecuencia,
mezcladores digitales,
técnicas de mezcla en
directo para FOH y
monitores...



 Altaria

Control de sonido en directo

© Albert G. Digón - Nicolás Suárez Vázquez - Daniel A. Martín Díaz

© 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: 978-84-945683-0-5

Depósito legal: T 1251-2016

Revisado por: Sonia Vives y Anna Saurí

Impreso en España - Printed in Spain

Editado por:

PUBLICACIONES ALTARIA, S.L.

C/ Enric d'Ossó, 2

43005 -Tarragona

email: info@altariaeditorial.com

CONSULTE NUESTRO CATÁLOGO POR INTERNET:

<http://www.altariaeditorial.com>

Podrá estar al corriente de todas las novedades.

*A todos aquellos que luchan por dedicarse a lo que les dicta su vocación.
Ánimo, merece la pena.*
Daniel Martín

*A todos los técnicos con los que he compartido bolos, de todos aprendí
algo y de todos hay un trocito en este libro.
También a mi familia y amigos, especialmente a Laura.*
Nico Suárez

*Para mis padres Jesús y Amalia, por estar siempre a mi lado.
Y para todos mis alumnos. Ellos son los principales impulsores de que haya
hecho este libro.*
Albert G. Digón

**DESCARGA LOS EJERCICIOS CON SOLUCIÓN DESDE EL SITIO WEB:
www.altariaeditorial.com
desde la ficha DESCARGAR de información del libro.**

PRÓLOGO

En 1965, los Beatles realizaron su primer multitudinario concierto en el Shea Stadium de Nueva York: se dice que a partir de ese momento nació la industria del sonido directo. Éste es, por lo tanto, un sector todavía joven, pero que no ha parado de evolucionar en los últimos cincuenta años. La industria se ha esforzado en procurar cada vez más y mejores dispositivos para la realización de espectáculos.

Hoy en día, excepto en los espacios habilitados para la reproducción de la música natural, los sistemas de sonido están presentes en todos los lugares donde se realiza algún tipo de actuación. Micrófonos, amplificadores, altavoces, etc. son la base sobre la cual se ha popularizado el negocio del entretenimiento. Es evidente que sin creadores artísticos no sería necesario su uso, pero sin el desarrollo de potentes sistemas de sonido los espectáculos no habrían salido del salón de nuestra casa.

La mayoría de los profesionales que acceden a este sector lo hacen básicamente interesados por su parte artística. La mezcla de sonido en directo, la creación de espacios sonoros, las giras teatrales o la realización de grandes festivales y conciertos no son sólo un trabajo, se convierten en un estilo de vida. Pero no debemos olvidar que éste es un sector sumamente técnico, especializado y en constante evolución. El técnico de sonido moderno debe convertirse en un profesional multidisciplinar capaz de entender y sacar provecho de todos los recursos que tiene al alcance de su mano. Sin competencia técnica, no se puede avanzar hacia el desarrollo artístico.

La vida profesional de un técnico de sonido es un proceso de constante adaptación a los cambios y, por lo tanto, necesita de formación continuada. Este camino no tiene atajos, necesita del esfuerzo y de la voluntad personal para crecer profesionalmente. El conocimiento es el instrumento más poderoso que debe viajar en la maleta de herramientas. No hay mayor ignorante que el que cree que ya lo sabe todo.

Ser técnico de sonido implica sacrificios y renunciaciones, difícilmente entendibles para otros sectores profesionales. Se trabaja cuando otros descansan, pero devuelve un sinfín de intangibles. La colaboración, el trabajo en equipo o la gestión de imprevistos son otras competencias transversales que se deben cultivar, siempre con el propósito final de entregar el mejor resultado posible.

Libros como éste, desarrollado por grandes profesionales de la docencia y el campo laboral, permiten obtener una visión amplia de todos los conceptos que un técnico de sonido actual debe conocer.

Pepe Ferrer, 11 de julio de 2016

Ingeniero de Sistemas de Sonido

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer la colaboración de los siguientes profesionales que han decidido contribuir en la elaboración de esta obra, ya sea aportando fotografías de bolos en los que han trabajado o bien introduciendo los diferentes capítulos que conforman el libro:

Técnicos de sonido:

- Ramón Sendra
- Suso Ramallo
- Carlos Dueñas
- Joan Fornés
- Diogo Nunes
- Robert Vidal

Docentes:

- Laia Soriano
- Josema Rubio
- Daniel Hernández

Agradecer también de forma especial a Pepe Ferrer, uno de los mejores técnicos de sonido especializado en ajustes de sistemas, que ha realizado el prólogo del libro. Debido a la estrecha relación que existe entre Pepe y dos de los autores del libro, es un honor que haya querido introducirlo.

Por último, agradecer a todos los técnicos de sonido que a lo largo de todos estos años han estado luchando y luchando para dignificar cada vez más esta profesión, y a todos los docentes que ayudan a sus alumnos a salir preparados de los centros educativos para que se enfrenten al mundo del directo de la mejor manera posible.

¿A quién va dirigido el libro?

Este libro es un trabajo de colaboración entre profesionales del sector de la docencia y del mundo del sonido en directo. Por tanto, en primer lugar, está destinado a todas aquellas personas que quieran aprender a realizar cualquier evento de sonorización en directo, ya sea mediante la formación en un centro educativo o de forma autodidacta.

Por otro lado, este libro también está dirigido a aquellos técnicos de sonido en directo que quieran actualizarse a los sistemas de mezcla digital y quieran aprender nuevas metodologías de trabajo.

Y por último, está dirigido a todos los técnicos de sonido que, después de muchos años de carrera profesional, todavía siguen queriendo aprender a sacar el máximo rendimiento a su sistema de sonido y, de esta forma, hacer disfrutar a miles de personas con su buen hacer.

Convenciones generales

Este libro pretende aumentar la cada vez más completa colección de libros de imagen y sonido que la editorial Altaria está impulsando desde el lanzamiento del primer título de la colección, *Configuración y ajustes de sistemas de sonido*, de Pepe Ferrer y Albert G. Digón. En esta ocasión, la experiencia en la docencia de Daniel y Albert, por un lado, y, por otro, la contrastada trayectoria como técnicos de sonido de Nico y Daniel se han podido combinar para trabajar de forma conjunta en un libro que quiere ser un punto de partida para muchos técnicos de sonido que se quieran dedicar a realizar eventos de sonorización en directo.

Este libro no pretende ser ningún manual, sino que ha sido concebido como una ayuda para las personas que quieren profundizar en el mundo del sonido en directo, a partir de las experiencias personales de sus tres autores. Esto quiere decir que a lo largo del libro se ofrecen diferentes recomendaciones sobre técnicas o equipamiento técnico a utilizar, pero que evidentemente no van a ser únicas, sino que son algunas de las propuestas que a nosotros nos han funcionado. Además, el contenido del libro podría ser un buen material didáctico para el módulo del mismo nombre del ciclo formativo de grado superior de Técnico de Sonido para Audiovisuales y Espectáculos que ofrece el Ministerio de Educación en la actualidad.

Está estructurado en diez capítulos.

El primer capítulo es una breve introducción a la tarea que realiza un técnico de sonido de directo, situando al lector en el punto de partida de qué es lo que se debe hacer y las nociones básicas para entender su trabajo.

El segundo capítulo pretende ser una breve introducción a conceptos básicos de acústica, sin entrar en profundidad en este complejo y apasionante campo del sonido.

El tercer capítulo sirve para introducir las principales tecnologías de elementos de captación de audio básicos, primer eslabón dentro de la cadena de audio.

El cuarto capítulo ya entra en acción con las principales configuraciones de mesas analógicas y digitales de audio, así como su operación. Se trabaja tanto la configuración como la manipulación de cualquier tipo de mesa de audio.

El quinto capítulo sirve para hablar de sistemas de monitores, tanto de cajas acústicas de escenario como de sistemas inalámbricos intraauriculares (*in-ear*). En este capítulo se habla no sólo de la tecnología y la configuración, sino también de la psicología que, en muchas ocasiones, debe aplicar un buen técnico de monitores.

El sexto capítulo se centra básicamente en los sistemas de radiofrecuencia, cada vez más presentes en cualquier tipo de evento. Se tratarán tanto las tecnologías utilizadas en los principales sistemas del sector como su operatividad.

Los capítulos 7 y 8 son básicamente la aplicación de los conceptos vistos en los capítulos anteriores a partir de la experiencia personal de los autores del libro.

El capítulo 9 es una breve introducción al mundo de la electricidad, para que el lector sepa unas nociones básicas que le permitan entender mínimamente el funcionamiento de cualquier tipo de instalación eléctrica con la que tendrá que trabajar.

Por último, el capítulo 10 hace referencia a la seguridad e higiene en el trabajo, particularizada en el entorno en el cual el técnico de sonido de directo realiza su actividad profesional.

Índice general

Prólogo.....	5
Agradecimientos	6
¿A quién va dirigido el libro?.....	7
Convenciones generales.....	7

Capítulo 1

Introducción.....	17
--------------------------	-----------

por Albert G. Digón

1.1 Técnico de sonido de directo. La suma de varios	trabajos en uno	20
1.2 Objetivos de la sonorización.....		23
1.3 Flujo de la señal.....		24
1.3.1 PA y MON.....		26
1.3.2 PA + MON.....		30
1.3.3 Corporativo.....		35
1.4 El decibelio y su relación con la potencia y la	tensión	35

Capítulo 2

Dominio acústico	39
-------------------------------	-----------

por Albert G. Digón

2.1 Principios básicos de acústica	42
2.1.1 Acústica geométrica	43
2.1.1.1 Reflexión.....	43
2.1.1.2 Difusión.....	47
2.1.1.3 Refracción.....	48
2.1.2 Acústica estadística. Tiempo de reverberación	49
2.1.3 Acústica ondulatoria. Modos propios.....	53
2.2 Retos acústicos.....	56
2.2.1 <i>Indoor</i>	57
2.2.2 Reflexiones	57
2.2.3 <i>Outdoor</i>	58
2.2.4 Propagación.....	59
2.2.5 Uniformidad	61
2.2.6 Inteligibilidad.....	62

Capítulo 3	
Microfonía	65
por Albert G. Digón	
3.1 Dinámica	69
3.2 Condensador.....	72
3.3 Contacto o pastillas.....	77
3.4 Señales balanceadas / desbalanceadas (<i>BAL/UNBAL</i>)	79
3.5 Cajas de inyección directa (DI).....	83
3.2.1 Pasivas.....	84
3.2.2 Activas.....	85
3.6 Eventos corporativos	87
3.6.1 Diademas	87
3.6.2 Solapas	90
3.6.3 Atril.....	91

Capítulo 4	
Mesas de mezcla para directo	95
por Nico Suárez	
4.1 Introducción.....	99
4.2 Sistemas más que mezcladores	99
4.2.1 Frecuencia de muestreo. <i>Sampling frequency</i>	101
4.2.2 Profundidad de bits. <i>Bit depth</i>	101
4.3 Beneficios de los sistemas digitales	102
4.4 Inconvenientes de los sistemas digitales	104
4.5 Cajetines de entradas y salidas	105
4.6 Tipos de protocolos de transmisión digital.....	106
4.6.1 Sistemas en estrella	106
4.6.2 Sistemas en anillo	106
4.6.3 Sistemas en red	107
4.7 <i>Patchbay</i>	108
4.8 Trabajando con más de una mesa de mezclas	109
4.9 <i>Word clock</i>	111
4.10 Infraestructura digital.....	112
4.11 Protocolos de transmisión de audio digital.....	114
4.11.1 Dante	114
4.11.2 Madi – AES3.....	115
4.11.3 AES50 y AESR6.....	116
4.11.4 Ravenna – AES67.....	116
4.11.5 REAC.....	116
4.11.6 Otros protocolos	116
4.12 Arquitectura de las mesas digitales.....	117
4.12.1 Tipos de interfaz de mesas digitales.....	119
4.12.1.1 Una interfaz para el canal seleccionado.....	119
4.12.1.2 Interfaz con varios canales al mismo tiempo.....	119

4.12.2 Objetivo de una mesa de mezclas	120
4.12.2.1 <i>Channel strip</i> de un canal	120
4.12.2.2 Inversor de polaridad	121
4.12.2.3 Ganancia digital o <i>trim</i>	121
4.12.2.4 <i>High-pass filter</i> o <i>low-pass filter</i>	122
4.12.2.5 Ecuilización (EQ)	124
4.12.2.6 Filtro pasa banda	127
4.12.2.7 Ecuilizadores gráficos	128
4.12.3 Procesadores de dinámica	129
4.12.3.1 Compresor. <i>Compressor</i>	129
4.12.3.2 Compresores multibanda. <i>Multiband compresor</i>	131
4.12.3.3 Limitador. <i>Limiter</i>	132
4.12.3.4 <i>De-esser</i>	133
4.12.3.5 Puerta de ruido. <i>Noise gate</i>	134
4.12.3.6 Expansor. <i>Expander</i>	136
4.12.3.7 <i>Side-chain</i> y <i>key input</i>	136
4.12.3.8 <i>Ducking</i> o <i>talkover</i>	137
4.12.3.9 Retraso. <i>Delay</i>	138
4.12.4 Insertos externos	139
4.12.5 Fader	139
4.12.5.1 DCA o VCA	140
4.12.5.2 Tipos de navegación a través de sus superficies de <i>faders</i>	140
Capas fijas	140
<i>Scroll</i> horizontal	141
<i>Banks</i> . Bancos	142
<i>Spill DCA</i> o <i>POP groups</i>	143
<i>Bookmarks</i> o <i>anchors</i>	144
Capas de usuario. <i>User layers</i>	144
<i>Faders</i> , potenciómetros y botones definibles por el usuario	144
¿Qué sistema elegir?	145
4.12.6 <i>Scribble strips</i>	145
4.12.7 <i>Mute/on</i> , grupos de <i>mute</i>	146
4.12.8 Asignación y envío de buses	147
4.12.8.1 <i>Master</i>	147
4.12.8.2 Subgrupos	147
4.12.8.3 <i>Mix-minus</i>	148
4.12.8.4 Auxiliares	149
4.12.8.5 Matrices. <i>Matrix</i>	149
4.12.8.6 Controversia <i>matrix</i> versus auxiliar	150
4.12.9 Puntos de alimentación de buses	150
4.12.9.1 <i>Channel top</i>	151
4.12.9.2 Preproceso	151
4.12.9.3 Pre- <i>fader</i>	151
4.12.9.4 Post- <i>fader</i>	151
4.12.10 Ejemplo de usos pre/post	152
4.12.11 Paneo	152
4.12.12 <i>Balance</i> y <i>width</i>	153
4.12.13 Sistemas LCR (<i>Left-Center-Right</i>)	154
4.12.14 Sistemas 5.1	154
4.12.15 <i>Downmix</i>	155
4.12.16 Bus de <i>solo</i>	156
4.12.17 <i>Solo in place</i>	156
4.12.18 Operar los buses desde los <i>faders</i>	157
4.12.19 <i>Tie lines</i>	159
4.13 Control remoto de los sistemas digitales de mezcla	159
4.14 El futuro de los sistemas digitales	160

Capítulo 5
Sistemas de monitorización163

por Daniel A. Martín

5.1 Introducción. Importancia del técnico de monitores 166

5.2 Sistemas convencionales mediante cajas acústicas ..168

 5.2.1 Cajas acústicas de monitorización169

 5.2.2 Distintas configuraciones de monitorización.....178

 5.2.2.1 Un monitor por intérprete180

 5.2.2.2 Más de un monitor por intérprete185

 5.2.2.3 Menos de un monitor por intérprete.....186

 5.2.2.4 Monitorización por áreas de cobertura.....188

 5.2.3 Casos especiales: *side-fill*, *drum-fill*189

 5.2.4 Problemas con sumas acústicas, inteligibilidad y...195

5.3 Sistemas *in-ear*.....197

 5.3.1 Ventajas e inconvenientes de la monitorización *in-ear*.....198

 5.3.2 Descripción y configuración de sistemas comunes202

 5.3.2.1 Sistemas *in-ear* cableados202

 5.3.2.2 Sistemas *in-ear* inalámbricos.....203

 5.3.2.3 Características sobre el tratamiento de la información de audio204

 5.3.2.4 Características de transmisión de la señal en RF.....204

 5.3.2.5 Características de corriente y consumo205

 5.3.2.6 Procesado y latencia.....205

 5.3.2.7 Opciones especiales206

 5.3.2.8 Características mecánicas.....206

 5.3.2.9 Sistemas *in-ear* multicanal con premezcla211

 5.3.3 Auriculares215

 5.3.4 Combinación de sistemas *in-ear* con monitores...216

5.4 Técnicas de mezcla para monitores.....217

 5.4.1 Control de la calidad del sonido. Escucha confortable e
 inteligible. Efecto del sonido de PA en monitores.....217

 5.4.2 Evitar *feedback* en el escenario. Directividad y
 ecualización gráfica y paramétrica223

 5.4.3 Menos es más. Psicología y psicoacústica del técnico de
 monitores frente a los intérpretes229

 5.4.4 Otras consideraciones relativas al trabajo de técnico
 de monitores.....234

 5.4.4.1 Cuando todo va mal, primero piensa y luego actúa.....235

 5.4.4.2 ¿Pre-fader o post-fader?.....235

 5.4.4.3 Escucha para el propio técnico236

 5.4.4.4 Etapas de potencia de monitores237

 5.4.4.5 Buena visibilidad y comunicación técnico-intérpretes237

 5.4.4.6 Trabajo de monitores con aplicaciones para tabletas y móviles238

 5.4.4.7 Sobre el metrónomo y las secuencias239

 5.4.4.8 Ya viene el de PA a echarme la bronca.....240

 5.4.4.9 Pero ¡si todo iba bien en la prueba!.....240

Capítulo 6
**Sistemas de transmisión inalámbrico por
 radiofrecuencia243**

por Nico Suárez

6.1 Principios de transmisión por radiofrecuencia.....246

6.2 Comunicación entre emisores y receptores.....247

6.3 Tipos de emisores.....	248
6.3.1 De mano.....	248
6.3.2 Petaca	248
6.3.3 Adaptadores inalámbricos	249
6.3.4 Estáticos	249
6.4 Tipos de receptores	250
6.4.1 Estáticos	250
6.4.2 Petaca	250
6.5 Tipos de antenas.....	251
6.5.1 Monopolo	251
6.5.2 Dipolo.....	252
6.5.3 <i>Array</i> de dipolos	252
6.5.4 Helicoidal	253
6.5.5 Colocación de las antenas	253
6.6 <i>Diversity</i>	254
6.7 Líneas de transmisión y amplificadores	256
6.8 Distribuidores de antena.....	258
6.9 Espectro radioeléctrico disponible	258
6.10 <i>Software</i> de análisis.....	259
6.11 Coordinación de RF. Intermodulación	260

Capítulo 7

Afrontar una mezcla para directo.....	263
por Nico Suárez	
7.1 Organización de la mesa de mezclas.....	266
7.2 Agrupación por DCA	270
7.3 Organización de una prueba de sonido.....	271
7.3.1 Ajustando ganancias.....	272
7.3.2 Objetivo de la ecualización por canal.....	273
7.3.2.1 Bombo	274
7.3.2.2 Caja	275
7.3.2.3 Charles	276
7.3.2.4 Timbales.....	277
7.3.2.5 Aéreos	278
7.3.2.6 Bajo	279
7.3.2.7 Guitarras eléctricas.....	279
7.3.2.8 Teclados y otras fuentes de línea	280
7.3.2.9 Voces	280
7.3.3 Modificando la dinámica	281
7.3.3.1 Uso del <i>side-chain</i> en compresores	283
7.3.3.2 Uso del compresor multibanda.....	284
7.3.3.3 Añadiendo efectos.....	284
7.4 Comunicaciones en el entorno del evento.....	285
7.4.1 <i>Talkback</i>	286
7.4.2 <i>Intercoms</i>	287
7.4.3 <i>Shout out</i>	290
7.5 Conclusión	290

Capítulo 8	
Gestión del trabajo	291
por Daniel A. Martín	
8.1 Introducción.....	295
8.2 Preproducción y gestión de <i>riders</i>	300
8.2.1 Algunas consideraciones sobre la preproducción.....	300
8.2.2 Gestión de <i>riders</i>	308
8.2.3 Trabajo de almacén en preproducción.....	313
8.3 Producción. Del papel a las tablas.....	315
8.4 Organización del trabajo en equipo.	
Cambios de escenario.....	323
8.5 Postproducción del evento	326
8.6 Elaboración de un buen <i>rider</i> técnico	327
Capítulo 9	
Instalaciones eléctricas.....	341
por Daniel A. Martín	
9.1 Introducción.....	344
9.2 Fundamentos de electricidad para instalaciones de sonido	344
9.2.1 Estructura atómica de la materia. Conductores y aislantes eléctricos. Conceptos de energía y potencia.....	344
9.2.2 Tensión, resistencia e intensidad. Ley de Ohm.....	348
9.2.2.1 Tensión eléctrica	348
9.2.2.2 Resistencia eléctrica	349
9.2.2.3 Intensidad eléctrica	350
9.2.3 Corriente continua, alterna, monofásica y trifásica.....	351
9.2.3.1 Corriente continua	351
9.2.3.2 Corriente alterna.....	352
9.2.3.3 Corriente monofásica.....	354
9.2.3.4 Corriente trifásica.....	354
9.2.4 Generación, transporte y distribución eléctrica.....	356
9.3 Acometidas eléctricas, identificación y medidas de fases y neutro.....	358
9.3.1 Medidas	361
9.4 Medidas eléctricas de continuidad, tensión, resis- tencia e impedancia en una instalación de sonido	363
9.4.1 Medidas de continuidad	363
9.4.2 Medidas de tensión.....	364
9.4.3 Medidas de resistencia e impedancia.....	365
9.5 Técnicas de conexión de cuadros de acometida provisionales a las bornas de distribución eléctrica fijas en locales acotados y a generadores móviles de corriente eléctrica.....	366

9.6	Cálculo eléctrico de líneas.....	375
9.6.1	Estimación de la potencia de cálculo en el circuito en estudio (potencia máxima prevista)	377
9.6.2	Cálculo de la intensidad máxima que pasará por el circuito (en función de la potencia de cálculo)	378
9.6.3	Elección de la sección de los conductores.....	378
9.6.4	Comprobación de la caída de tensión	379
9.6.5	Elección de los dispositivos de protección para cada circuito	379
9.6.6	Ruido eléctrico e interferencias causadas por la electricidad	382
9.7	Seguridad en las instalaciones eléctricas, en su comprobación y en su manipulación	384
9.7.1	Contacto directo	384
9.7.2	Contacto indirecto	386
9.8	Toma a tierra.....	386
9.9	Protección de las personas ante la electrocución Funcionamiento del diferencial	392
9.10	Protección de la instalación eléctrica. Funcionamiento de los magnetotérmicos.....	394
9.11	Estudio de ramales y protecciones en una instalación efímera.....	398
9.12	Medidas de seguridad en la medición de parámetros eléctricos.....	399
9.12.1	Medidas generales	400
9.12.2	Medidas específicas.....	401
9.12.3	Medidas relativas al uso de EPI	401
9.13	Normativa y normalización.....	402

Capítulo 10

Medidas de seguridad.....407

por Albert G. Digón

10.1	Medidas de seguridad.....	410
10.1.1	Normativa aplicable	410
10.1.2	Prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene	411
10.1.2.1	Seguridad	411
10.1.2.2	Higiene.....	418
10.1.2.3	Ergonomía y psicología.....	422

Bibliografía y fuentes de información.....427

