

# Índice general

---

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| ¿A quién va dirigido el libro? ..... | 5 |
| Convenciones generales .....         | 5 |

## Capítulo 1

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Electricidad e instalaciones .....</b>   | <b>15</b> |
| 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 eléctrica 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.<br>Funcionamiento del diferencial. .... | 65 |
| 10. Protección de la instalación eléctrica.<br>Funcionamiento de los magnetotérmicos.....    | 67 |
| 11. Medidas de seguridad en la medición de<br>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. Conexionado de resistencias y altavoces en baja<br>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<br>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

|   |            |
|---|------------|
| <b>Componentes activos. Amplificación.....</b>  | <b>167</b> |
| 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

|  |            |
|--|------------|
| <b>Altavoces.....</b>  | <b>199</b> |
| 1. Introducción a los altavoces .....                        | 201        |
| Descripción general .....                                    | 202        |
| Tipos de altavoces.....                                      | 203        |
| Características de los altavoces.....                        | 206        |
| 2. Altavoces electrodinámicos .....                          | 214        |
| 3. Cajas acústicas .....                                     | 218        |
| Montaje en pantalla infinita.....                            | 222        |
| Montaje en caja cerrada simple.....                          | 223        |
| Caja con Bass-Reflex .....                                   | 224        |
| Caja con radiador pasivo .....                               | 226        |
| Laberinto acústico.....                                      | 226        |
| Otras consideraciones sobre el diseño de cajas acústicas ... | 227        |

|  |     |
|--|-----|
| 4. Circuitos de filtrado y <i>crossover</i> .....  | 228 |
| Activos o pasivos .....                            | 229 |
| Número de vías .....                               | 232 |
| Frecuencia de cruce o transición.....              | 233 |
| Orden y pendientes de los filtros.....             | 233 |
| 5. Diseños alternativos de altavoces y cajas. .... | 240 |
| Difusores, trompetas o bocinas .....               | 240 |
| Guía ondas .....                                   | 241 |
| Altavoces coaxiales o elípticos .....              | 242 |
| Caja Paso Banda .....                              | 243 |
| 6. Tipología de filtros .....                      | 244 |
| Butterworth.....                                   | 245 |
| Bessel.....  | 245 |
| Chebyshev.....                                     | 246 |
| Linkwitz-Riley .....                               | 247 |
| Filtros Shelving .....                             | 248 |
| Filtros <i>Notch</i> .....                         | 249 |

## Capítulo 6

|   |            |
|---|------------|
| <b>Analógico/Digital.....</b>   | <b>251</b> |
| 1. Introducción .....   | 253        |
| 2. Dinámica de la señal de audio analógica .....                                | 254        |
| Rango dinámico y relación señal-ruido.....                                      | 254        |
| Valores de la señal.....  | 257        |
| 3. Características espectrales de la señal de audio. ....                       | 259        |
| Ancho de banda .....  | 259        |
| Frecuencia fundamental y armónicos.....   | 260        |
| 4. Características temporales de la señal de audio. ....                        | 260        |
| Ataque.....   | 261        |
| Decaimiento .....   | 261        |
| Sostenimiento .....   | 262        |
| Relajación .....  | 262        |
| Fase.....   | 266        |
| 5. Nivel de micro, línea y carga.....   | 267        |
| 6. Conversión analógica digital CAD basada en<br>PCM .....                      | 269        |
| 7. Distorsión producida por la cuantificación de<br>la señal digitalizada ..... | 274        |
| 8. Conversión analógica digital CAD basada en<br>DPCM y ADPCM.....              | 275        |

**Capítulo 7**

**Redes de datos/Audio..... 279**

1. Introducción..... 281

2. Estándares y protocolos de transmisión entre los sistemas y equipos de audio digitales..... 282

    AES/EBU ..... 283

    MADI..... 288

    Ópticos..... 290

    SPDIF..... 290

3. Interfaces de control de comunicación más comunes..... 291

    SPDIF ..... 291

    RS-422 ..... 293

    RS-485 ..... 294

    CAN Bus..... 295

    IEEE 1394 (*Firewire*) ..... 296

    USB..... 297

    Thunderbolt ..... 298

4. Protocolos de redes ..... 299

    Topologías de redes..... 299

    Capas OSI..... 301

    TCP/IP..... 304

5. Redes de audio ..... 306

    EtherSound ..... 306

    Ventajas de la tecnología EtherSound..... 307

    CobraNet ..... 308

    Características de CobraNet ..... 316

    Dante..... 316

6. Montaje de redes digitales para sistemas de audio..... 319

    Pasos para configurar una red Ethernet ..... 319

    Pasos para configurar una red Dante..... 324

**ANEXO**

**Cables y conectores..... 325**

1. Introducción..... 327

2. Cableado de electricidad..... 328

*Plug* de corriente..... 329

*Powercon*..... 330

    Tirada de corriente convencional con *schuko* macho-hembra..... 330

|   |            |
|---|------------|
| Regleta convencional con <i>schukos</i> .....                           | 331        |
| Manguera <i>harting-schukos</i> .....                                   | 331        |
| Distribuidores CETAC- <i>schukos</i> .....                              | 332        |
| CETAC monofásico.....   | 333        |
| CETAC trifásico.....  | 333        |
| <i>Camlock</i> .....  | 334        |
| 3. Cableado de carga.....   | 334        |
| Cable paralelo de audio .....   | 334        |
| <i>Speak-on</i> .....   | 335        |
| Otros .....   | 336        |
| 4. Cableado de señal analógica .....                                    | 336        |
| XLR.....  | 336        |
| TS y TRS .....  | 337        |
| RCA.....  | 339        |
| Minijack.....   | 340        |
| Bantam.....   | 341        |
| Otros .....   | 341        |
| 5. Cableado de señal digital.....                                       | 342        |
| UTP, FTP y STP .....  | 342        |
| Cables coaxial y triaxial. Conectores BNC, F y RCA .....                | 343        |
| Ópticos.....  | 344        |
| USB.....  | 345        |
| <i>Firewire</i> .....   | 346        |
| Otros .....   | 346        |
| 6. Señal balanceada, no balanceada,<br>estereofónica y monofónica ..... | 346        |
| 7. Herramientas y consejos de uso.....                                  | 351        |
| Uso de adaptadores y conversores.....                                   | 351        |
| <i>Tester</i> y comprobadores de cables.....                            | 352        |
| Soldador de estaño, estaciones de soldadura y<br>crimpadoras.....       | 353        |
| <b>Bibliografía y fuentes de información.....</b>                       | <b>357</b> |
| <b>Ejercicios.....</b>  | <b>361</b> |
| Ejercicios propuestos .....   | 363        |
| Solucionario .....  | 409        |