

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO

ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE AUDIO DEL SET DE
TELEVISIÓN DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

GABRIELA PATRICIA LLERENA OÑA

SANGOLQUI - ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado: “ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE AUDIO DEL SET DE TELEVISIÓN DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO”, ha sido desarrollado en su totalidad por la señorita GABRIELA PATRICIA LLERENA OÑA con CI: 171706292-9, bajo nuestra dirección.

Atentamente

Ing. Freddy Acosta
DIRECTOR

Ing. Paúl Bernal
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por darme el apoyo necesario durante toda mi vida para conseguir mis metas y objetivos. Gracias por ser quienes han ayudado a forjar mi futuro, por el amor y el esfuerzo que me han dedicado. A mi hermana que ha estado siempre presente y a quien espero tenga los más grandes logros. A mis abuelitos que han sido un ejemplo de trabajo duro y dedicación. Gracias a mi familia por su unión, apoyo y cariño.

A mis amigos que han estado junto a mí durante todo este proceso, especialmente a Lenin, gracias por tu ayuda, paciencia y colaboración.

A mis profesores por ser mi guía e impartirme sus conocimientos. Mi infinito agradecimiento a los ingenieros Freddy Acosta y Paúl Bernal por su contribución que fue fundamental para hacer realidad este sueño.

DEDICATORIA

*Dedico este proyecto a mis padres, este es el fruto de su trabajo y abnegación,
espero seguir siendo motivo de su orgullo.*

*A mi hermana que ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, espero
Vane ser un buen ejemplo para ti.*

A mi familia que siempre confió en mí y me dieron soporte.

PRÓLOGO

Toda universidad que tiene un compromiso con la sociedad centra su atención en la investigación de proyectos y posterior implementación de forma que se pueda aportar a la comunidad de forma positiva siendo entes de formación y desarrollo continuo e integral para sus estudiantes.

La implementación del set de televisión permitirá que los estudiantes puedan tomar la iniciativa y gestionen proyectos que puedan ser difundidos mediante la televisión. Es importante que estos contenidos sean competitivos, es decir, que se pueda conseguir la calidad más alta que los equipos disponibles lo permitan. Para esto se debe desarrollar un sistema de audio confiable que cumpla con las expectativas propuestas, explotando al máximo sus funcionalidades.

El Ecuador al igual que varios países del mundo se preparan para la migración de la televisión analógica a la digital por lo que el presente estudio está orientado a que los estudiantes tengan la capacidad de manejar la tecnología y usarla para nuestro beneficio ya que este medio además de la difusión de información es un negocio, que bien manejado puede generar grandes ganancias.

Este proyecto se justifica ya que permitirá a la comunidad politécnica conocer y operar equipos de televisión con los cuales se podrán desarrollar proyectos para la comunidad, además se tendrá un precedente que permita equipar a dicho set para avanzar en el conocimiento de la televisión digital con el apoyo de la Escuela de Televisión Digital impulsada por la Escuela Politécnica del Ejército.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I CONCEPTOS BÁSICOS DE SONIDO

1.1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.2.FUENTES VIBRATORIAS.....	15
1.3.CARACTERÍSTICAS DE LA ONDA DE SONIDO	17
1.3.1. Frecuencia.....	18
1.3.2. Intensidad o Amplitud	20
1.3.2. Timbre o Espectro	20
1.4. EL DECIBELIO	21
1.5. PRESIÓN Y POTENCIA SONORA	23
1.5.1. Presión Sonora.....	23
1.5.2. Potencia Sonora	24
1.6. CAMPO LIBRE Y CAMPO REVERBERANTE.....	25
1.6.1. Campo Libre	25
1.6.2. Campo Reverberante	25
1.7. PERCEPCIÓN AUDITIVA	27
1.7.1. Sistema Auditivo	27
1.8. COMPORTAMIENTO DEL SONIDO EN ESPACIOS ABIERTOS Y CERRADOS	28
1.8.1. El Sonido en Espacios Abiertos	28
1.8.2. El Sonido en Espacios Cerrados.....	29
1.9. MATERIALES ACÚSTICOS	32
1.9.2. Materiales absorbentes	32
1.9.3. Materiales difusores	33
1.9.4. Materiales reflectantes.....	34

CAPÍTULO II MICROFONÍA

2.1. QUÉ ES UN MICRÓFONO.....	35
2.1.1. La sensibilidad.....	35
2.1.2. Distorsión	36
2.1.3. Relación frente/espalda	36

2.1.4.	Respuesta en frecuencia	37
2.1.5.	Impedancia	38
2.1.6.	Directividad	39
2.2.	TIPOS DE MICRÓFONOS.....	39
2.2.1.	Dinámico	39
2.2.2.	De cinta.....	40
2.2.3.	De condensador	42
2.2.4.	De cañón.....	43
2.2.5.	Parabólico	43
2.2.6.	Estéreo	43
2.3.	DIAGRAMAS POLARES Y RESPUESTAS DIRECCIONALES	44
2.3.1.	Omnidireccional	44
2.3.2.	Bidireccional	45
2.3.3.	Unidireccional	46
2.4.	USO DE LOS MICRÓFONOS	47
2.4.1.	De mano o bastón	47
2.4.2.	De estudio.....	48
2.4.3.	De contacto.....	49
2.4.4.	De corbata.....	50
2.4.5.	De superficie.....	50
2.5.	ALIMENTACIÓN DE LOS MICRÓFONOS.....	51
2.5.1.	Alimentación Fantasma	52
2.6.	MICRÓFONOS INALÁMBRICOS.....	52
2.6.1.	Headset	53

CAPÍTULO III EQUIPOS DE AUDIO Y CONECTORES

3.1.	MEZCLADORES DE AUDIO	55
3.1.1.	Tipos.....	55
3.1.2.	Funcionamiento	56
3.1.3.	Secciones	56
3.2.	ALTAVOCES	65
3.2.2.	Características	66

3.2.1. Tipos	69
3.2.3. Instalación	70
3.3. LÍNEAS DE CONEXIÓN Y CONECTORES	71
3.3.1. Líneas balanceadas y no balanceadas.....	71
3.3.2. Cables y Conectores de audio	73
3.3.3. Adaptadores.....	76

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL SET DE TELEVISIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SET	77
4.2. DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS	79
4.3. DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS MICRÓFONOS.....	82
4.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN INTERNA	85
4.4.1. Personal	86
4.4.2. Diagrama de Bloques de la Comunicación	87
4.4.3. Características de los equipos.....	89

CAPÍTULO IV

INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL SET DE TELEVISIÓN

5.1. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	92
5.1.1. Servidor	92
5.1.2. Mezclador, Casetera, Convertidor de Audio y Reproductor de CD.....	93
5.2.3. Cables	94
5.2. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE AUDIO EN EL SET	95
5.2.1. Instalación del mezclador.....	97
5.2.2. Instalación de los parlantes de retorno	100
5.2.3. Instalación de la casetera y el reproductor de CD	100
5.2.4. Instalación de los micrófonos.....	101
5.3. PRUEBAS DE SONIDO EN EL SET DE GRABACIÓN	105

5.4. PROPUESTA DE ADQUISICIÓN DE EQUIPOS	108
------------------------------------------------	-----

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.....	113
6.2. RECOMENDACIONES	115

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1 Fuente Sonora.....	16
Figura 1. 2 Rango de Frecuencias	19
Figura 1. 3 Ondas con frecuencias altas y bajas	19
Figura 1. 4 Amplitud de una onda sinusoidal.....	20
Figura 1. 5 Espectro de ondas de diferentes instrumentos musicales.....	21
Figura 1. 6 Espectro de ondas de diferentes instrumentos musicales.....	22
Figura 1. 7 Sonido directo y sonido reflejado	26
Figura 1. 8 Sistema Auditivo.....	28
Figura 1. 9 Representación en ángulo sólido de la propagación del sonido en espacios abiertos	29
Figura 1. 10 Comportamiento de la propagación del sonido en espacios cerrados.....	30
Figura 1. 11 Niveles de presión sonora para el campo libre y reverberante en una sala.....	30
Figura 1. 12 Aislamiento acústico de una sala	31

CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Curva de respuesta en frecuencia de un micrófono	37
Figura 2. 2 Estructura de un micrófono dinámico	40
Figura 2. 3 Estructura de un micrófono de cinta	41
Figura 2. 4 Estructura de un micrófono de condensador.....	42
Figura 2. 5 Diagrama polar de un micrófono omnidireccional	45
Figura 2. 6 . Diagrama de polar de un micrófono bidireccional.....	45
Figura 2. 7 Diagrama polar de un micrófono cardioide	46
Figura 2. 8 Diagramas polar de un micrófono hipercardioide.....	47
Figura 2. 9 Micrófono de mano	48
Figura 2. 10 Micrófonos de estudio.....	49
Figura 2. 11 Micrófono de contacto	49
Figura 2. 12 Micrófono de corbata	50
Figura 2. 13 Conectores XLR (a) hembra y (b) macho	51
Figura 2. 14 Alimentación fantasma.....	52
Figura 2. 15 Headset.....	54

CAPÍTULO III

Figura 3. 1 Diagrama de las secciones de una mesa de mezclas	57
Figura 3. 2 Control panorámico de una mesa de mezclas	59
Figura 3. 3 Vúmetro. Se identifica la zona de trabajo normal y la de saturación.....	63
Figura 3. 4 Picómetro	63
Figura 3. 5 Diagrama de funcionamiento de un altavoz.....	65
Figura 3. 6 Respuesta en frecuencia de un altavoz.....	67
Figura 3. 7 Altavoz de cono.....	69
Figura 3. 8 Columna acústica	69
Figura 3. 9 Altavoz de bocina.....	70
Figura 3. 10 Conexión mediante una línea balanceada	72
Figura 3. 11 a) Conexión normal mediante una línea no balanceada, b) Conexión mejorada de una línea no balanceada.....	72
Figura 3. 12 Diferentes cables blindados utilizados para audio.	74
Figura 3. 13 Conectores XRL (macho y hembra), conector JACK estéreo, conector JACK mono, conector RCA	76
Figura 3. 14 Adaptadores: RCA – BNC, RCA – JACK, JACK- JACK pequeño, doble JACK - estéreo.....	76

CAPÍTULO IV

Figura 4. 1 Vista de planta del set de televisión	79
Figura 4. 2 Ubicación de altavoces.....	80
Figura 4. 3 Ubicación de los cables en función del escenario	81
Figura 4. 4 Ubicación de los diferentes equipos en la sala de audio	82
Figura 4. 5 Ubicación de micrófonos para un grupo de personas	83
Figura 4. 6 Ubicación de un micrófono corbatero.....	84
Figura 4. 7 Ubicación de un micrófono de mano	84
Figura 4. 8 Ubicación de un micrófono de contacto.....	85
Figura 4. 9 Funcionamiento de un apuntador inalámbrico	87
Figura 4. 10 Diagrama de bloques de la comunicación interna.....	88
Figura 4. 11 Diagrama de equipos para la comunicación interna	89

CAPÍTULO V

Figura 5. 1 CPU del servidor en mantenimiento	93
Figura 5. 2 Mantenimiento de los equipos de audio.....	94
Figura 5. 3 a) Cable para audífonos, b) cable para guitarra y c) cable para micrófono	95
Figura 5. 4 Cable del adaptador medusa.....	96
Figura 5. 5 Organización de la fonoteca en la sala de audio	97
Figura 5. 6 Panel frontal del mezclador de audio.....	99
Figura 5. 7 Panel posterior del mezclador de audio	99
Figura 5. 8 Altavoz de retorno para el set de grabación.....	100
Figura 5. 9 Reproductor de DVD (superior) y casetera.....	101
Figura 5. 10 Ubicación del micrófono boom en el set de grabación.....	102
Figura 5. 11 Equipos en la sala de locución	103
Figura 5. 12 Elementos un micrófono inalámbrico corbatero	104
Figura 5. 13 Equipos en el set de grabación.....	105
Figura 5. 14 Manejo del mezclador de audio	106
Figura 5. 15 Ubicación de cámaras para la prueba de sonido	106
Figura 5. 16 Prueba de sonido con un conductor	107
Figura 5. 17 Prueba de sonido en la sala de locución.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1. 1 Velocidad de propagación del sonido de acuerdo al medio	17
Tabla 1. 2 Niveles de presión sonora.....	23
Tabla 1. 3 Niveles de potencia sonora.....	24

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1 Características del Sistema	90
Tabla 4. 2 Características del Headset.....	90
Tabla 4. 3 Características de la Estación Base	90
Tabla 4. 4 Accesorios Disponibles	91

GLOSARIO

Rarefacción.- Efecto generado por la compresión de las moléculas del aire, que finalmente, emiten el sonido

Complianza.- Inverso a la impedancia, resistencia que tiene un cuerpo

Efecto Larsen.- Se manifiesta en los altavoces con una repetición de agudos pitidos, con gran intensidad. Éste fenómeno es producido por la captación amplificada, de los sonido emitidos por el o los altavoces, por medio del micrófono, que a la vez vuelve a repetir el proceso de mandar de nuevo la señal al amplificador, y este al altavoz, de forma que se produzca el molesto pitido, convirtiéndose esto en una reacción en cadena.

Mylar.- Material sintético utilizado para la confección de velas y otros productos

Intercomunicación.- Forma de comunicación entre el control y los operadores

Salida.- Representación del audio o video previamente grabados

Display (visualizador).- Es un dispositivo de ciertos aparatos electrónicos que permite mostrar información al usuario, creado a partir de la aparición de calculadoras, cajas registradoras e instrumentos de medida electrónicos en los que era necesario hacerl

Frequency-Hopping Spread Spectrum (espectro ensanchado por salto de frecuencia).- Es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor. Los receptores no autorizados escucharán una señal ininteligible. Si se intentara interceptar la señal, sólo se conseguiría para unos pocos bits

Diversidad dual.- Características algunos equipos que permiten mantener una comunicación con antenas polarizadas vertical y horizontalmente.

FireWire.- Es un estándar multiplataforma para la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad. Suele utilizarse para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras a computadoras.

IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).- Una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Con cerca de 400.000 miembros y voluntarios en 180 países, es la mayor asociación internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación, ingenieros en informática, ingenieros en biomédica, ingenieros en telecomunicación e ingenieros en mecatrónica.

CAPÍTULO I

CONCEPTOS BÁSICOS DE SONIDO

1.1. INTRODUCCIÓN

La televisión a través de los años ha venido tomando mayor importancia ya que es un medio de comunicación de uso masivo debido a la diversidad de contenidos: sean estos culturales, sociales, científicos, de entretenimiento o informativos capta la atención de gran cantidad de gente.

El audio en televisión era en sus inicios de un sólo canal (mono) debiendo diferenciarse cada sonido por su volumen, tono y calidad o timbre. Esto incrementaba el efecto de reverberación y hacía que el oído exigiera un rango de frecuencias más amplio que los sistemas estéreos (canal derecho y canal izquierdo diferenciados). En las cintas magnéticas la pista de sonido iba dispuesta de una manera longitudinal y continua a lo largo de toda ella (la información visual del video se coloca en la cinta en pistas transversales).

Las exigencias de los televidentes se incrementan con el transcurso de los años haciendo que las televisoras busquen constantemente la forma de mejorar el producto final que ofertan. Para esto la tecnología tiene muchos avances que pueden ser aplicados de tal manera que las personas tengan una percepción realista de lo que están captando.

1.2. FUENTES VIBRATORIAS

Muchos de los elementos que nos rodean se pueden describir como el comportamiento de una onda, ésta se puede definir como una perturbación que produce el movimiento de las partículas, generando energía que se propaga en el espacio.

Una fuente vibratoria es aquella que debido a la oscilación que produce cambios de presión en el medio que se encuentra. Es decir cuando una molécula se mueve de un lado hacia otro se generan zonas de compresión (zona sobre poblada de moléculas) y zonas de rarefacción (zona con pocas moléculas). Al avanzar estas zonas se producen las ondas sonoras. La mayoría de las fuentes de ruido encontradas no son fuentes puntuales simples. En lugar de eso, ellas están hechas de varias fuentes, las cuales radian más energía sonora en una dirección que en otra.

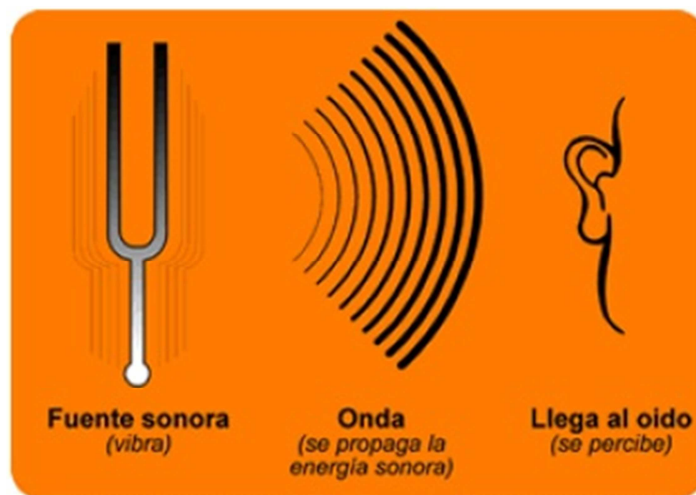


Figura 1. 1 Fuente Sonora

En la Figura 1.1 se ilustra como diferentes objetos pueden ser fuentes vibratorias y pueden entrar en vibración produciendo un sonido perceptible al oído, por distintas causas como se detalla a continuación:

- Golpe o percusión: producen sonidos cortos.
- Frotamiento: la función que realiza el arco de violín.
- Excitación periódica sostenida: es el caso de los instrumentos de viento, al igual que el frotamiento producen sonidos sostenidos.

1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ONDA DE SONIDO

El sonido se puede definir como la sensación auditiva producida por todo movimiento vibratorio que oscila periódicamente, que al propagarse a través de medios elásticos varía la presión; esto significa que la diferencia de tiempo de llegada a los oídos puede ser discriminada y luego analizada. Las diferencias varían aproximadamente entre 0 y 50 milésimas de segundo. Para que el oído humano pueda percibir dichos sonidos la frecuencia de oscilación debe estar entre los 20Hz y 2KHz. A continuación se detalla la variación de la velocidad de propagación de acuerdo al medio y a la temperatura en grados centígrados:

Tabla 1. 1 Velocidad de propagación del sonido de acuerdo al medio

Medio	Temperatura ° C	Velocidad m/s
Aire	0	331.46
Argón	0	319
Bióxido de Carbono	0	260
Hidrógeno	0	1268
Helio	0	970
Nitrógeno	0	333.64
Oxígeno	0	314.84
Agua Destilada	20	1484
Agua de Mar	15	1509.7
Mercurio	20	1451
Aluminio	17-25	6400
Vidrio	17-25	5260
Oro	17-25	3240
Hierro	17-25	5930
Plomo	17-25	2400
Plata	17-25	3700
Acero Inoxidable	17-25	5740

Como se puede observar en la Tabla 1.1, la propagación de la onda de sonido varía de acuerdo a las condiciones en las que se dé el fenómeno. El caso más común es la propagación en el aire que tiene una velocidad de 331.46m/s; el sonido no se propaga en el vacío. Si bien es cierto, la onda de sonido depende del medio en cuanto a su propagación, ésta tiene otros parámetros que permiten tener una correcta descripción para su estudio, estas son:

1.3.1. Frecuencia

Es la cantidad de vibraciones que emite una fuente sonora por unidad de tiempo. En el caso del sonido, la unidad de tiempo es el segundo y la frecuencia se mide en hercios (Hz). Así la frecuencia de 1 Hercio es lo mismo que decir que el sonido tiene una vibración por segundo. Se considera que el oído humano puede percibir ondas sonoras de frecuencias entre los 20Hz y los 20KHz aunque esto puede variar según las características de cada persona (edad, tamaño, peso) pero existen ondas fuera del rango audible, estas son:

- **Infrasónicas:** son frecuencias que se encuentran por debajo de los 20Hz, no son percibidas por el oído humano pero si son audibles para algunos animales, pero debido a que la mayoría de los aparatos electroacústicos utilizan una frecuencia entre 20 y 30Hz se considera también a toda vibración con una frecuencia por debajo de los 30Hz. Para tener tan baja frecuencia la propagación se da en líquidos y sólidos por lo que generan ondas esféricas, son difíciles de concentrar. Debido a una menor atenuación, los infrasonidos pueden llegar más lejos que las demás ondas. Esto es utilizado para la detección de grandes objetos a grandes distancias como montañas o el fondo marino.
- **Supersónicas:** también llamados ultrasonidos son aquellas ondas sonoras cuya frecuencia es superior al margen de audición humano, es decir, 20KHz aproximadamente. Las frecuencias utilizadas en la práctica pueden llegar, incluso, a los gigahertzios. En cuanto a las longitudes de onda, éstas son del orden de centímetros para frecuencias bajas y del orden de micras para altas frecuencias.

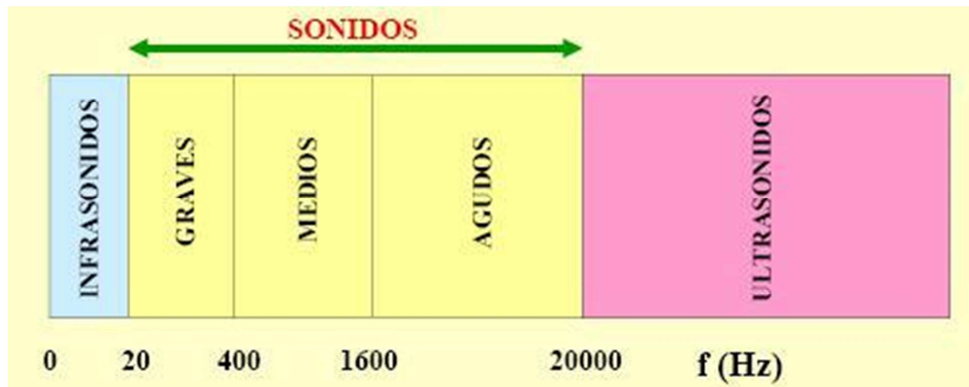


Figura 1. 2 Rango de Frecuencias

En la Fig.1.2, se ilustran las diferentes frecuencias, y se observa que dentro del rango audible se tiene otra importante clasificación. En nuestro estudio nos centraremos en las frecuencias que el oído humano puede recibir.

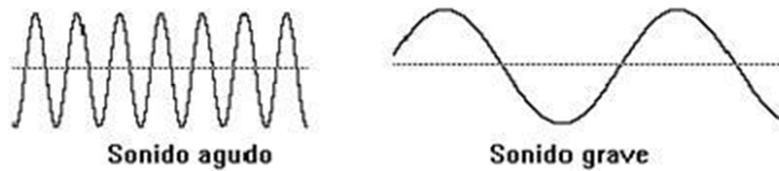


Figura 1. 3 Ondas con frecuencias altas y bajas

La Fig.1.3, muestra dos ondas con diferente frecuencia. En el primer caso Cuando la frecuencia es alta el sonido es agudo debido a que la vibración de la onda sonora es rápida se encuentra en el rango de 1.6 a 20KHz; mientras que si la frecuencia es baja el sonido se torna grave y las vibraciones son más rápidas, su rango es de 20 a 400Hz.

1.3.2. Intensidad o Amplitud

Es la máxima distancia que alcanza un punto al paso de las ondas respecto a su posición de equilibrio. La amplitud está relacionada de forma directamente proporcional con la intensidad sonora, a menor amplitud menor intensidad y a mayor amplitud mayor intensidad. El decibelio es la principal unidad de medida utilizada para el nivel de potencia o nivel de intensidad del sonido. La intensidad de un sonido corresponde a nuestra percepción del mismo como más o menos fuerte.

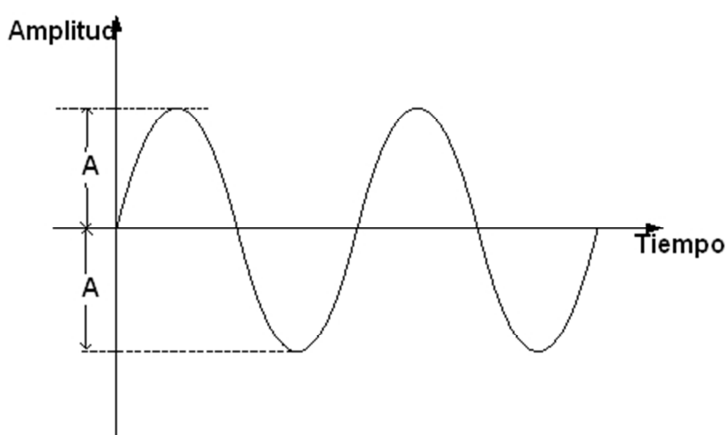


Figura 1. 4 Amplitud de una onda sinusoidal

El caso que ilustra la Fig.1.4 describe claramente el concepto de amplitud. Se observa la variación de la onda hasta que ésta toma un valor máximo en el eje de las ordenadas.

1.3.3. Timbre o Espectro

El timbre está relacionado con el espectro o gráfica de la onda. El timbre es la cualidad del sonido que nos permite distinguir entre dos sonidos de la misma intensidad y altura. Podemos así distinguir si una nota ha sido tocada por una trompeta o un violín. Esto se debe a que todo sonido musical es un sonido complejo que puede ser considerado como una superposición de sonidos simples.

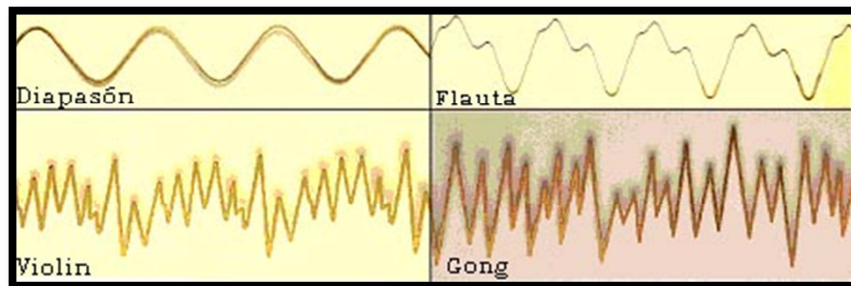


Figura 1. 5 Espectro de ondas de diferentes instrumentos musicales

Los diferentes instrumentos musicales emiten sonidos que se caracterizan por ondas y como se muestra en la Fig.1.5, la amplitud puede ser la misma pero es notorio el cambio de la forma de onda [1].

1.4. EL DECIBELIO

El decibelio es una unidad relativa de una señal muy utilizada por la simplicidad al momento de comparar y calcular niveles de señales eléctricas. Está dada por una relación matemática del tipo logarítmica ya que los logaritmos son muy usados debido a que la señal en decibeles (dB) puede ser fácilmente sumada o restada y también por la razón de que el oído humano responde naturalmente a niveles de señal en una forma aproximadamente logarítmica.

Entre los sonidos más bajos (con 20dB) se puede comparar con la caída de un árbol a una distancia de 500 metros, una conversación tendría aproximadamente 70dB y éste sería un nivel de sonido promedio al que estamos expuestos la mayor parte del tiempo, y por último el sonido que produce un avión al aterrizar se encuentra en 125dB, este sonido resulta bastante difícil de soportar durante un largo período de tiempo ya que provoca daños a nivel del oído. El decibel debe su nombre a físico norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922). Existen tres ventajas principales al especificar relaciones de potencias o de tensiones entre la entrada y la salida de un cuadripolo en esta unidad, éstas son:

- Si el cuadripolo como el ilustrado en la Figura 1.6. presenta una ganancia en su salida, esta se expresa como un valor en dB de valor positivo, y si presenta una atenuación ella se representa como un valor en dB de valor negativo. Cuando el valor en dB es 0, el valor de amplitud de la señal de salida es igual al de entrada.
- El decibel se calcula en una escala logarítmica que permite la especificación del rendimiento a través de un amplio rango de voltaje/potencia.
- Los decibels pueden sumarse o restarse de acuerdo a ciertos procedimientos, facilitando de ese modo los cálculos y soluciones gráficas [2].

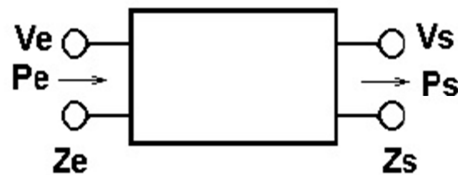


Figura 1. 6 Espectro de ondas de diferentes instrumentos musicales

Se puede definir de este gráfico que un decibelio (dB) relaciona logarítmicamente la entrada con la salida del cuadripolo de la siguiente forma:

$$\text{dB} = 10\log(\text{Ps}/\text{Pe}) \text{ (Ecuación 1.1)}$$

Cuando se mide dB, el instrumento especifica el valor de impedancia al cual fue calibrado, que generalmente es de 600Ω . Si se mide dB sobre un punto del sistema de impedancia distinta a 600Ω , a la lectura indicada hay que sumarle o restarle el resultado del término $10 \log(600/Z)$, donde Z representa la impedancia del sistema de interés. Se tienen algunas unidades que se derivan del decibelio ya que están referenciadas a ciertas unidades, entre las más usadas están:

- El dBm es el valor en dB de una señal respecto a un valor de potencia de referencia de 1 mW (milivatio).

- El dBc es el nivel relativo entre una señal portadora (*carrier*) y alguno de sus armónicos.
- El dBd determina decibelios medidos con respecto a una antena dipolo
- El dBi determina decibelios medidos con respecto a una antena isotrópica.
- dBu: El dBu expresa el nivel de señal en decibelios y referido a 0,7746 voltios que es la tensión que aplicada a una impedancia de 600 Ω para una potencia de 1 mW, esto se debe a que el Bel fue originariamente definido por Alexander Graham Bell para medir relaciones de sonido y usado en líneas telegráficas con impedancia de 600 Ω .

1.5. PRESIÓN Y POTENCIA SONORA

1.5.1. Presión Sonora

El nivel de presión sonora o SPL por sus siglas en inglés (*Sound Pressure Level*) se utiliza para expresar el nivel de un sonido que ha sido medido utilizando un medidor de nivel sonoro, está dada por la expresión matemática:

$$\text{SPL} = 20 \log(P/P_{\text{ref}}) \text{ (Ecuación 1.2.)}$$

Para medir el nivel de presión sonora no se suele utilizar el Pascal, por el amplio margen que hay entre la sonoridad más intensa y la más débil (entre 200 Pa y 20 μPa). Es por esto que se usa el decibelio, para esto, la presión de referencia (P_{ref}) es de 20 micro Pascales que es aproximadamente el valor umbral de audición a 1000Hz. P es la presión sonora eficaz producida a esta misma frecuencia [3]. En diferentes lugares varían los niveles de presión sonora, en la Tabla 1.2 se muestran referencias que extrapolan este concepto.

Tabla 1. 2 Niveles de presión sonora

Fuente de Sonido	Presión Sonora (dB)
Estudio de grabación	25-35
Dormitorio	35-45

Oficina silenciosa	50-50
Conversación	60-70
Tráfico de una ciudad	75-90
Subterráneo	90-100
Discoteca	95-115
Jet al despegar a 25metros	130
Umbral de dolor	140

1.5.2. Potencia Sonora

El nivel de potencia sonora (NWS, en inglés PWL) en el NWS se relacionan potencias en vatios. Debido a que el margen de potencias, que se encuentran en la vida diaria, están en la proporción 10/1, la unidad de medida más cómoda es igualmente el decibelio [4]. La referencia para estas medidas es de $10E-12$ vatios por lo que la fórmula de cálculo para el nivel de potencia sonora será:

$$NWA=10\log(W/10E-12) \text{ (Ecuación 1.3)}$$

Donde, W es la potencia acústica en vatios.

Al igual que la presión sonora se pueden tener algunas referencias de sonidos que se pueden identificar con facilidad como se muestra en la Tabla 1.3 [5]:

Tabla 1. 3 Niveles de potencia sonora

Fuente de Sonido	Potencia Sonora (dB)
Susurro	40
Aspiradora	80
Tractor	110
Motor reacción	160

1.6. CAMPO LIBRE Y CAMPO REVERBERANTE

Uno de los parámetros importantes es el conocimiento de los campos ya que nos permite tomar decisiones a cerca de:

- Posicionamiento de micrófonos: la distancia a la fuente regula la relación campo directo / campo reflejado.
- Ubicación de la audiencia: las primeras filas de la audiencia en un auditorio, teatro o sala deben colocarse de manera tal que el nivel sonoro del resto de los asientos sea el mismo hasta el fondo del recinto.
- S/N de una sala: para un programa sonoro cualquiera, el nivel sonoro del campo reverberante es el equivalente al ruido con el que el sonido directo deberá coexistir.

1.6.1. Campo Libre

El campo libre es aquel donde los efectos de las reflexiones de la cavidad (si es que existe cavidad) son mínimos frente al sonido directo. Un campo libre se define también como un campo sonoro en el cual la presión sonora disminuye inversamente con la distancia desde la fuente [7].

1.6.2. Campo Reverberante

El campo reverberante es aquella zona o espacio geométrico donde existe aleatoriedad en la dirección del flujo del sonido. Una gran cantidad de energía sonora incidente es reflejada desde las superficies de la mayoría de las salas, de forma que la presión medida a cierta distancia de la fuente es independiente de la dirección y distancia a la misma.

El parámetro que permite cuantificar el grado de reverberación de una sala es el llamado Tiempo de Reverberación (TR), siendo éste, el tiempo que necesita un sonido para disminuir su intensidad original un millón de veces (disminuye 60 dB). La determinación teórica del TR permite relacionar dicho indicador con los parámetros dimensionales y de absorción de

cualquier sala dado este concepto, el ambiente depende de la absorción de sus elementos; cuando son muy absorbentes, el tiempo es pequeño y se dice que la sala es sorda.

Si los elementos son reflectores, el tiempo es muy grande y los sonidos se percibirán entremezclados y confusos; entonces se dice que la sala es resonante. De forma práctica se tiene algunos parámetros que pueden ser una guía en cuanto al tiempo de reverberación aceptable, así se tiene:

- El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que 0,7s.
- El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que 0,5s.
- El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9s [8].

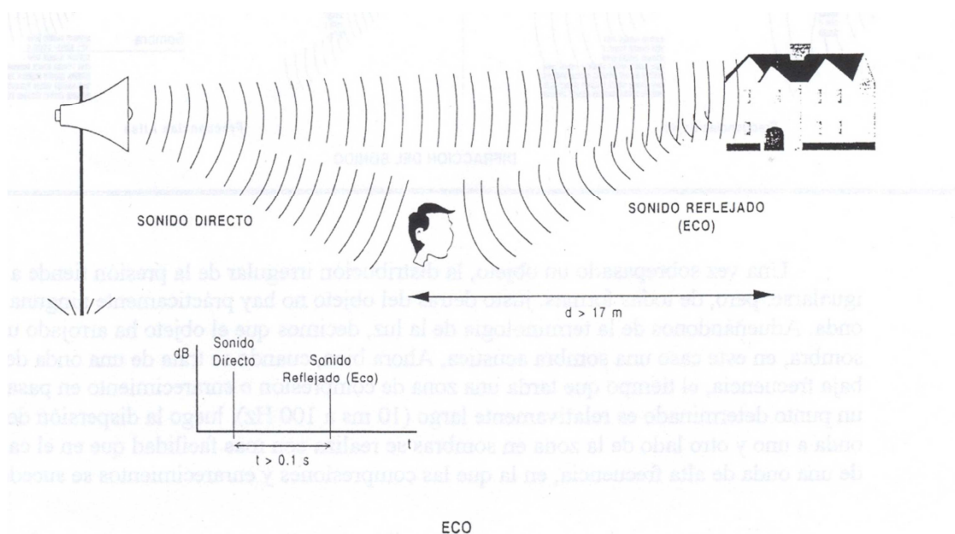


Figura 1. 7 Sonido directo y sonido reflejado

Dependiendo del retraso que se produzca en las reflexiones podremos hablar de eco o de reverberación. La Figura 1.7 muestra que la diferencia entre estos dos conceptos está en el tiempo que existe entre la percepción del sonido directo y el sonido indirecto. Cuando el sonido indirecto llegue al sistema auditivo antes de 0,1 s desde que fue percibido el sonido que provoca las reflexiones, nos encontraremos ante el fenómeno de reverberación, mientras que si

el sonido indirecto reflejado tarda más de 0,1 s se interpreta como un eco por parte del sistema auditivo. Dada que la velocidad del sonido es aproximadamente de 340 m/s, llegaremos a la conclusión de que cualquier pared, fachada u objeto reflectante de grandes dimensiones que se encuentre a más de 17 metros de la fuente sonora puede ser causa de eco [9].

1.7. PERCEPCIÓN AUDITIVA

1.7.1. Sistema Auditivo

El sistema auditivo nos permite adquirir el lenguaje, aprender los sonidos, los conceptos, etc., de forma que nos pone en contacto con el mundo lingüísticos. Existe un proceso que permite que nuestro cerebro procese los diferentes sonidos (Figura 1.8). El sistema auditivo percibe las ondas sonoras de dos formas: por conducción aérea (el sonido es percibido por el conducto auditivo externo y el mecanismo medio del oído) y por conducción ósea (transmisión directa de las ondas sonoras a la cóclea a través del cráneo).

Este proceso implica dos subprocesos los fisiológico y psicológico; para el primero se capta el sonido y este se envía al cerebro, los órganos que participan en esto forman el sistema auditivo periférico; mientras que para el proceso psicológico se interpretan los sonidos, se los reconoce y se da significado, los órganos involucrados conforman el sistema auditivo central.

De esta forma, las ondas sonoras se propagan en espacio llegando al pabellón de la oreja, estas ondas sonoras vibran en el tímpano, vibración que es decodificada en una cadena de huesos, (yunque, martillo). La señal continúa y se ajusta en el caracol antes de llegar al cerebro por el nervio auditivo. El sonido se produce por rápidas variaciones de presión en el aire por encima y por debajo de un valor estático. Este valor estático nos lo da la presión atmosférica el cual tiene unas variaciones pequeñas y de forma muy lenta.

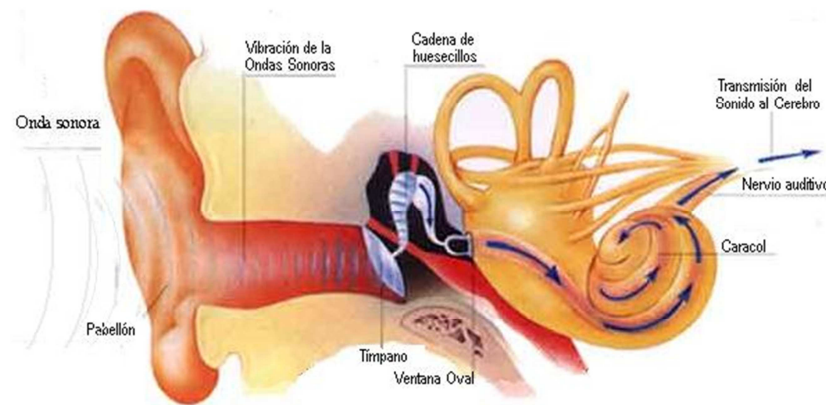


Figura 1. 8 Sistema Auditivo

Esto permite que el sistema nervioso diferencie los sonidos mediante el tono, la intensidad y el timbre, detallados anteriormente.

1.8. COMPORTAMIENTO DEL SONIDO EN ESPACIOS ABIERTOS Y CERRADOS

Las ondas del sonido viajan en tres dimensiones y sus frentes salen directamente de la fuente de perturbación, todo esto se debe de tener en cuenta para distribuir el sonido frente a un escenario para reducir los efectos como la difusión y la reflexión que se detallarán más adelante, logrando que el sonido tenga la menor distorsión posible.

1.8.1. El Sonido en Espacios Abiertos

El sonido en espacios abiertos tiene una forma de propagación completamente aleatoria porque depende de las variaciones climáticas, los objetos presentes, ruido externo, etc. Principalmente se caracteriza por el fenómeno de difusión en el cual la onda sufre una difusión en la cual hay una irradiación de señales en todas direcciones y de muy baja intensidad provocando una mala respuesta en frecuencia porque no es uniforme y los tonos graves llegan con mayor dificultad hasta el auditorio que los agudos.

Se considera un escenario ideal de propagación en espacios abiertos, de forma que la propagación del sonido se da de forma esférica donde la intensidad de la onda decaerá 6dB manteniendo una relación inversamente proporcional con el cuadrado de la distancia como se ilustra en la Figura 1.9.

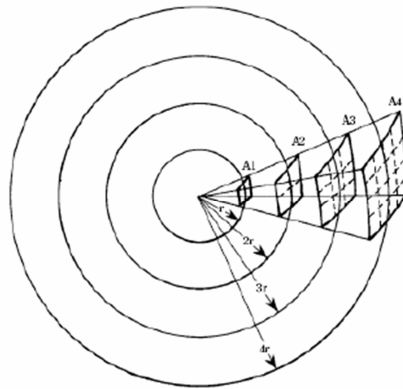


Figura 1.9 Representación en ángulo sólido de la propagación del sonido en espacios abiertos

1.8.2. El Sonido en Espacios Cerrados

En espacios cerrados las ondas sonoras viajan de forma libre hasta chocar con diferentes superficies como paredes, puertas, mobiliaria, etc., por lo que parte de dicha onda se reflejará por la impedancia del ambiente mientras que otra parte será absorbida por los diferentes materiales presentes y otra parte se transmitirá a través de ellos como se muestra en la Figura 1.10.

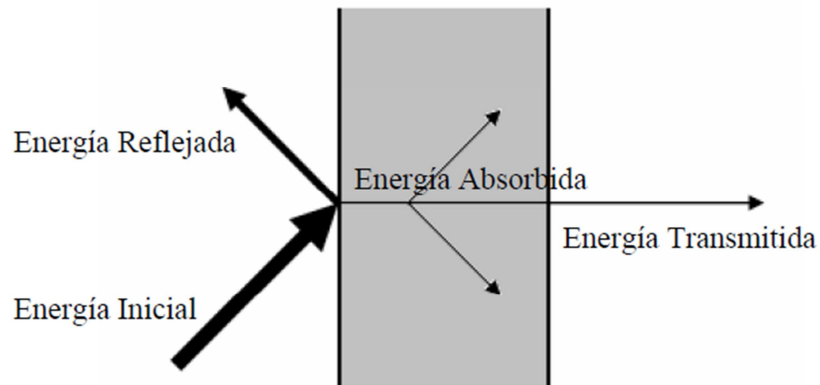


Figura 1. 10 Comportamiento de la propagación del sonido en espacios cerrados

Debido a este fenómeno, se ve presente la reverberación siendo esta homogénea conforme la distancia de la fuente de sonido es mayor, con esto se puede definir algunos tipos de salas de acuerdo al nivel de presión sonora con respecto a la distancia (Figura 1.11).

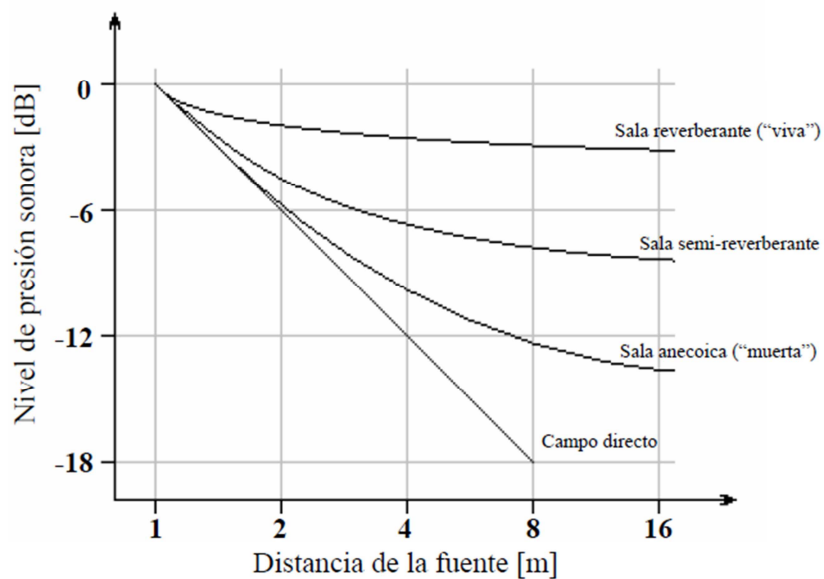


Figura 1. 11 Niveles de presión sonora para el campo libre y reverberante en una sala

Bajo estos parámetros, la sala anecoica está diseñada para absorber las ondas que inciden sobre las diferentes superficies con sistemas aislantes interiores (cuñas en forma de pirámide) y exteriores, dando como resultado tiempos de reverberación cortos por lo que el sonido resultará apagado o “muerto” pero fiel al sonido inicial por lo que reproducen las condiciones de campo libre. El caso contrario son las salas reverberantes, que permiten que el tiempo de reverberación sea largo y la absorción del sonido sea mínima creando un campo difuso; este tipo de salas es usado principalmente para medir los factores de absorción de materiales y la potencia acústica de las fuentes sonoras. Las salas semi-reverberantes son el punto de equilibrio entre las dos anteriores, ya que el tiempo de reverberación es medio porque la forma en la que son diseñadas permite absorber las ondas incidentes pero no totalmente como en las anecoicas [11].

Existen algunos parámetros importantes que permiten acondicionar los espacios cerrados de forma que se aisle el ruido exterior para que no interfiera con el sonido que se propaga dentro de la sala (Figura 1.12), para esto se puede evitar las esquinas a 90°, recubrir las paredes con difusores absorbentes y alfombras o materiales aislantes, colocar extractores, ubicar una pre cámara aislante que permita disminuir el ruido que ingresa al abrir y cerrar las puertas.



Figura 1. 12 Aislamiento acústico de una sala

1.9. MATERIALES ACÚSTICOS

La propagación de ondas sonoras además de realizarse a través del aire se hace también por vía estructural, es decir, debido a diferentes fenómenos (difusión, reflexión y transmisión) que se producen cuando la onda choca con una superficie o por la vibración de la misma. Para que un recinto, sala, teatro, auditorio o sala de grabación tenga un correcto acondicionamiento acústico se debe tener en cuenta los materiales con los cuales va a ser construido. De acuerdo al tipo de material varían algunas propiedades como por ejemplo la absorción (usado para atenuar la reverberación); estas variaciones dependen de su composición, densidad, forma y espesor.

1.9.2. Materiales absorbentes

Para lograr una absorción acústica que optimice los tiempos de reverberación de una sala se pueden usar varios tipos de materiales que en mayor o menor nivel ayudan a disminuir las ondas reflejadas. Se los puede clasificar en:

- Porosos: este tipo de materiales pueden ser de esqueleto rígido o flexible, su estructura es granular o fibrosa. El espesor del material de al menos 1.25 cm y elige de acuerdo al coeficiente de absorción deseado de acuerdo a las condiciones acústicas y el presupuesto destinado para el acondicionamiento, ya que si es demasiado delgado se reduce el coeficiente de absorción a las bajas frecuencias, mientras que si es muy grueso resulta muy costoso. En la práctica los más usados son los rígidos ya que los yesos absorbentes sonoros son más resistentes y se montan con facilidad en superficies convenientemente preparadas; sin embargo, cuando se instalan en edificios no poseen siempre coeficientes absorción uniformes. El coeficiente de absorción de estos materiales aumenta a medida que se incrementa la porosidad. Una disminución en el espesor del material origina una disminución en el coeficiente de absorción.

- **Resonadores:** en este tipo de materiales la absorción se produce por un proceso de resonancia. El movimiento resonante de una parte del sistema extrae energía del campo acústico, de manera selectiva y preferente en una banda de frecuencias determinada. La parte móvil en los resonadores y paneles perforados la constituye el aire contenido en el cuello, conducto que pone en comunicación la cavidad posterior, que actúa como elemento elástico o muelle, con el campo acústico del recinto.

1.9.3. Materiales difusores

Estos materiales están diseñados para reflejar y dispersar el sonido de manera uniforme en sus múltiples direcciones. Su uso provoca un sonido más limpio, con una imagen mucho más precisa y una escena sonora más real por lo que su aplicación está destinada a salas de conciertos. Con ellos se consigue elevar el grado de espacialidad del sonido, con lo que la impresión de la calidad acústica del recinto mejora considerablemente. Existen tres tipos de difusores creados específicamente para márgenes de frecuencias determinados:

- **MLS (*Maximun Lenght Sequence*):** estos difusores se forman a partir de una superficie lisa, reflectora, a la que se le practican una serie de ranuras. El tamaño y distribución de las ranuras dependerá de la frecuencia de diseño.
- **QRD (*Quadratic Residue Difusor*):** existen dos tipos, unidimensional y bidimensional. El primero consiste en una agrupación de ranuras rectangulares de igual anchura, pero distinta profundidad, separadas por láminas rígidas y delgadas. El segundo consigue una difusión más uniforme en todas las direcciones al agrupar los dos tipos de difusores unidimensionales (vertical y horizontal) en uno.
- **PRD (*Primitive Root Difussor*):** su diseño es parecido a los QRD y sus características también son parecidas, salvo que la energía reflejada en la dirección especular es muy débil. Esto los hace útiles para eliminar ecos molestos en una sala.

1.9.4. Materiales reflectantes

Se caracterizan por ser lisos, rígidos y no porosos, de modo que su coeficiente de absorción es mínimo (idealmente $\alpha=0$). Su objetivo fundamental es aumentar la presencia de reflexiones útiles destinadas al público. Entendiendo por reflexiones útiles a aquellas que llegan después del sonido directo y que son integradas con el mismo por el oído. Existen dos tipos de reflectores:

- Planos: posee una cobertura limitada debido a su forma.
- Curvos: La cobertura del reflector curvo es bastante mayor que la del plano, en consecuencia, la difusión del sonido es mayor y el nivel de las reflexiones añadidas disminuye.

CAPÍTULO II

MICROFONÍA

2.1. QUÉ ES UN MICRÓFONO

Un micrófono es un transductor, es decir, permite transformar la energía acústica (señales sonoras) en energía eléctrica (señal de audio) de forma que la información obtenida pueda ser manipulada y almacenada en algún dispositivo de soporte sea de forma analógica o digital. Recibe la presión sonora en su membrana o diafragma, y la envía sobre un convertidor mecánico – eléctrico que la transforma en señal eléctrica. La fidelidad con la que se genera la representación eléctrica depende de la forma de conversión de la energía; estos métodos han evolucionado de forma que se tiene varios tipos de micrófonos que se detallarán en la siguiente sección. A continuación se describen las características generales de los micrófonos [13].

2.1.1. La sensibilidad

Nos indica la capacidad de un micrófono para captar sonidos débiles, de poca intensidad. Es la presión sonora que hay que ejercer sobre el diafragma para que nos proporcione señal eléctrica; se mide a una frecuencia que generalmente es 1000 Hz y se expresa en milivoltios por Pascal (mv/Pa). Se puede representar por la siguiente fórmula:

$$s = \frac{V}{P} \text{ (Ecuación 2.1)}$$

Donde, s es la sensibilidad, V la tensión eléctrica proporcionada y P es la presión sonora que ejercemos sobre el diafragma. Los micrófonos de condensador son más sensibles, después los dinámicos y por último los de cinta. No es aconsejable el uso de un micrófono cuya sensibilidad sea inferior a 1mv/Pa .

La sensibilidad del micrófono no influye en su calidad sonora, ni en su respuesta en frecuencia, únicamente es importante a la hora de su uso ya que un micrófono de baja sensibilidad nos fuerza, al utilizar un preamplificador para el micrófono, es decir, un nivel mayor de ganancia de entrada para dicho micrófono, aumentando de esta manera el ruido de fondo que produce la electrónica de los preamplificadores.

Puede parecer que esto no tiene excesiva importancia cuando se usa un solo micrófono, sin embargo cuando se utilizan varios (caso muy típico en grabaciones y actuaciones en directo en estudios de radio o televisión) el nivel de ruido de fondo producido en cada canal se va sumando y el resultado puede ser realmente problemático, sobre todo cuando grabamos en soporte digital, por lo que este es un parámetro que se debe tomar muy en cuenta [14].

2.1.2. Distorsión

La distorsión es la deformación de la onda de salida con respecto a la onda de entrada. Este efecto es causado por la falta de linealidad, por ejemplo en un micrófono de tipo dinámico esta falencia se encuentra en la membrana cuya complianza no es lineal y el flujo magnético no es constante a lo largo del desplazamiento de la bobina móvil. La distorsión aumenta con la presión sonora que se aplica a la membrana del micrófono, es decir, se incrementa de forma proporcional a la intensidad del sonido.

2.1.3. Relación frente/espalda

Esta relación determina la atenuación que sufre una señal de referencia con respecto al sonido que es captado por el micrófono. Este valor está dado para una frecuencia fija que generalmente es 1000Hz ; dicho valor disminuye a frecuencias bajas, por lo que es importante

que sea alto a la frecuencia referencial ya que esto significa que la ganancia puede incrementarse sin que se de origen al efecto Larsen (retroalimentación acústica). En sistemas de audio profesionales éste parámetro es fundamental ya que este ruido indeseable se convierte en un problema, especialmente si los sonidos grabados son agudos, en este caso se deben usar filtrajes especiales para mitigar dicho efecto lo que requiere mayor procesamiento y tratamiento de las señales.

2.1.4. Respuesta en frecuencia

Este parámetro se representa mediante una gráfica que relaciona la sensibilidad de un micrófono a distintas frecuencias. Los micrófonos no tienen la misma sensibilidad para cada ángulo de incidencia ni para cada frecuencia, por tanto es difícil conseguir una respuesta uniforme en todo el espectro. Se debe tomar en cuenta también algunos puntos que dependen de cada situación como la distancia a la que incide la onda, la intensidad, amplitud, etc. Con todos los micrófonos se tienen especificaciones, entre ellas se encuentra la curva de respuesta en frecuencia del micrófono, teniendo en un eje (x) la frecuencia de 20 Hz a 20 KHz y en el eje (y) las unidades en decibelios. Para elegir un micrófono idóneo para la aplicación que deseemos se deberá escoger aquel que tenga un comportamiento aproximadamente estable en el plano dentro del rango de espectro requerido. [15]

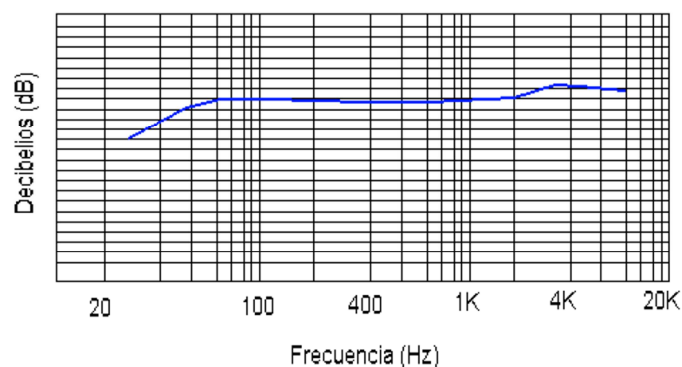


Figura 2. 1 Curva de respuesta en frecuencia de un micrófono

Según lo antes expuesto, para la Figura 2.1, el micrófono al cual pertenece esta curva trabaja mejor en el rango de 100 Hz a 1K, por lo que a frecuencias menores o mayores a éstas se tendrá una caída de la sensibilidad por lo que la calidad de la señal captada no será la mejor.

2.1.5. Impedancia

La impedancia en un micrófono es la propiedad de un elemento para limitar el paso de la corriente, las unidades en que se expresa es el Ohmio. Normalmente en los micrófonos se mide sobre una frecuencia de 1Khz y en micrófonos de baja impedancia, ésta, suele valer 200 Ohmios. Los micrófonos más habituales son los de baja impedancia, considerados hasta unos 600 Ohmios. También existen los de alta impedancia que suelen tener un valor tipo de 3000 Ohmios y más. La diferencia entre uno y otro radica en que a la hora de conectar un cable para unirlo a la mesa de mezclas o al amplificador, los de baja impedancia al oponer poca resistencia a la corriente que circula, permiten utilizar cables de longitud muy grande mientras que los de alta impedancia al restringir de forma mayor el paso de la corriente, solo se pueden usar con cables de corta distancia.

Actualmente el uso de los micrófonos de alta impedancia es mínimo salvo en gamas muy baratas de precio o en casos específicos debido a que presenta algunos inconvenientes, entre los principales están:

- El cable de interconexión tiene una capacitancia que atenúa las altas frecuencias, siendo mayor la capacitancia si la longitud del cable lo es también. Esto limita la distancia a 3 metros de cable entre el micrófono y el amplificador.
- El ruido producido por una resistencia de alto valor aumenta dependiendo del valor en ohmios de la misma.
- Si el micrófono es dinámico, es necesario usar un transformador que eleve la impedancia, esto causa que se capten ruidos externos no deseados y limita su respuesta en frecuencia debido a su relación de transformación.

2.1.6. Directividad

Señala la variación de la respuesta del micrófono dependiendo de la dirección de donde provenga la fuente sonora. Es decir, muestra como varía la sensibilidad respecto a la dirección de procedencia del sonido. La directividad de un micrófono se representa mediante diagramas polares. En éstos se dibuja para distintos ángulos de incidencia del sonido respecto al micrófono (que está a 0°), como se recibe la señal; todas estas señales se envían con la misma intensidad, para así poderlas comparar. La circunferencia exterior supone que no hay ninguna pérdida de señal y las interiores están medidas en decibelios de pérdida. Hay variaciones incluso respecto a la frecuencia emitida por lo que en algunos diagramas se representan en diferentes trazos las distintas frecuencias.

2.2. TIPOS DE MICRÓFONOS

Existen varias clasificaciones de los micrófonos; emplear diferentes técnicas de construcción implica diferentes formas de convertir la presión sonora en señal eléctrica como se explicó en el apartado anterior. A continuación se detallan los tipos de micrófonos según su fabricación.

2.2.1. Dinámico

Estos micrófonos constan de una bobina móvil, como se muestra en la Figura 2.2, que es una membrana plástica o metálica sumergida en un campo magnético permanente. El sonido que llega al micrófono produce variaciones de presión que se convierten en un movimiento hacia atrás y hacia delante de la bobina, al estar dicha bobina dentro de un campo magnético se genera una tensión en los extremos proporcional a la presión sonora que afecta al diafragma.

Ya que el diafragma que se vincula a la bobina de cobre, que generalmente es la más usada, resulta en un elemento con una masa considerable por lo que se destacan las siguientes características:

- Limitaciones de respuesta en alta frecuencia
- Efecto de proximidad, es decir, refuerzo de las bajas frecuencias para fuentes muy próximas al micrófono (de 0-5cm)
- Pérdida del sonido cuando la fuente se encuentra a una distancia mayor a 30cm.
- Alta tolerancia a presiones de sonido muy intensas antes de presentarse distorsión.
- Forma de construcción simple por lo que es robusto y resiste a golpes y caídas además de ser de bajo costo.

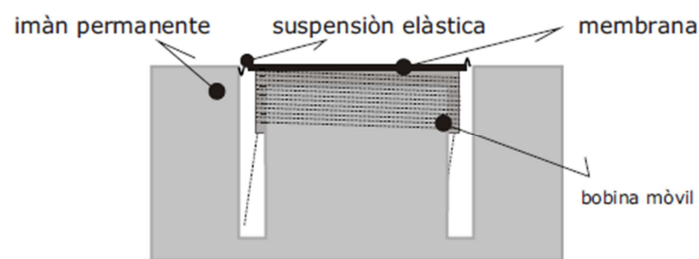


Figura 2. 2 Estructura de un micrófono dinámico

2.2.2. De cinta

Este tipo de micrófono posee una cinta de metal muy delgada que es sensible a los cambios de presión; está suspendida dentro del campo magnético que produce un imán permanente. Los movimientos que los cambios de presión sonora producen en la cinta generan una tensión proporcional muy baja de salida en los extremos de ella; esta tensión es aplicada posteriormente a un transformador de salida.

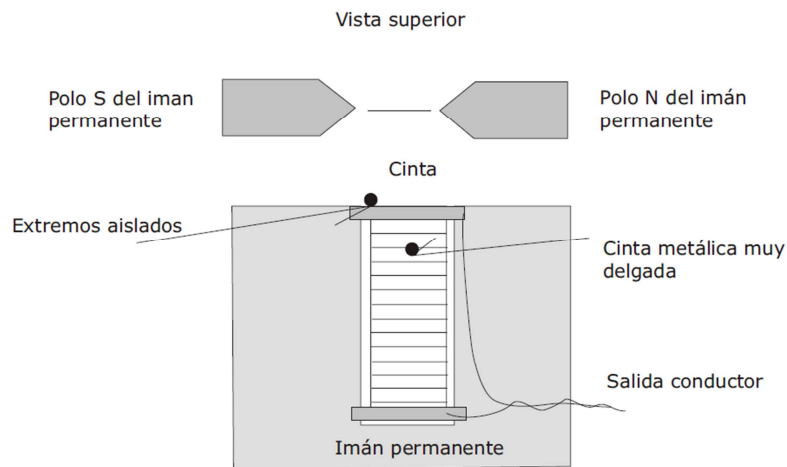


Figura 2. 3 Estructura de un micrófono de cinta

La Figura 2.3 muestra un esquema de construcción de un micrófono de cinta, precisamente este elemento es el que define algunas características, entre las principales tenemos:

- Muy alta calidad sonora y amplia respuesta en frecuencia
- Gran sensibilidad en bajas frecuencias por lo que son aprovechados para suavizar el sonido de instrumentos de viento de saxos y trompetas, por ejemplo.
- Limitaciones en frecuencias altas
- Requiere amplificaciones de alta calidad
- Costoso diseño y construcción
- Fragilidad mecánica de la cinta por lo que son aplicados para tomas de estudio o en condiciones ambientales muy controladas
- Impedancia baja (150 a 600 ohmios) por lo que se puede emplear cables largos y conectarlos a cualquier sistema sin tener problemas de adaptación.
- Amplio rango de frecuencias (20Hz-20KHz) en el cual la sensibilidad es aceptable.

2.2.3. De condensador

El diafragma de este tipo de micrófono es la placa móvil de un condensador mientras que la otra es fija y la separación entre ambas es de 25 micras. Una fuente externa aplica voltaje entre 9 y 48 voltios; cuando el diafragma vibra en respuesta a un sonido se mueve acercándose y alejándose de la superficie conductiva. Mientras esto sucede la carga eléctrica varía de manera proporcional al cambio de capacitancia (Figura 2.4).

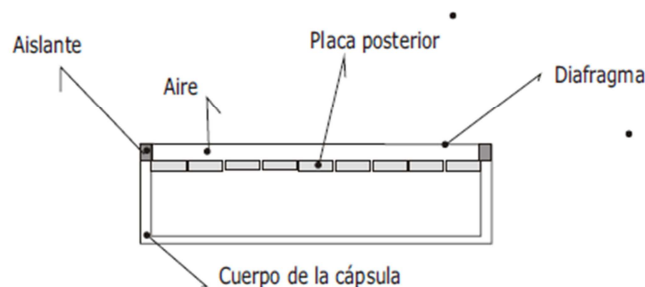


Figura 2. 4 Estructura de un micrófono de condensador

La sensibilidad de un micrófono depende en parte de cuan delgado es el diafragma, originalmente éste era de un metal ligero como el níquel; en la actualidad se emplea mylar recubierto por una lámina de oro. Los diafragmas son sensibles a la humedad y los cambios de temperatura, debido a esto se tienen características como:

- Amplia respuesta en frecuencia y mayor sensibilidad en cambios transitorios (cambios abruptos).
- Alta sensibilidad ya que capta el sonido a gran distancia de la fuente
- Permite captar el sonido con gran detalle por lo que se tiene realismo
- Poca tolerancia a golpes y altas presiones sonoras.
- Sensibles a ruido de manipulación para lo cual se usan soportes paravientos y anti-golpes.

- Diseño complejo por lo que su fabricación es costosa.
- Usado para realizar tomas de voces, guitarra acústica, piano e instrumentos orquestales.

2.2.4. De cañón

Este micrófono es un tubo largo de aproximadamente 60 cm de longitud y 1,9 cm de diámetro generalmente; su funcionamiento se basa en la cancelación de fase de los sonidos que inciden lateralmente al diafragma. Es directivo por lo que se emplea en rodajes exteriores y en ambientes ruidosos. Esto es posible porque tiene una alta sensibilidad que ofrece una buena captación a una distancia entre 2 y 5 metros de la fuente sonora. Como se prevé su uso en exteriores, el micrófono de cañón se aloja dentro de un forro anti-viento alargado de paredes gruesas. Es fácilmente reconocible, es el micrófono que va acoplado sobre las cámaras de vídeo.

2.2.5. Parabólico

Al igual que los micrófonos de cañón tienen una alta direccionalidad, aún mayor que los unidireccionales. Se sitúan en el centro de una pantalla receptora parabólica (de ahí su nombre) que puede ser de 1 a 3 pies de diámetro, apuntando a su interior receptando las señales que inciden en la pantalla y captando sonidos hasta a una distancia de 300 metros. Tiene un ángulo de captación muy pequeño y su efectividad es muy grande. Es empleado también en exteriores aunque su desempeño no es óptimo en ambientes ruidosos.

2.2.6. Estéreo

Está formado por dos micrófonos bajo una única carcasa. La peculiaridad de estos micrófonos, es que una cápsula es capaz de girar con respecto a la otra, de modo que el ángulo que forman ambas cápsulas es ajustable. Algunos micrófonos estéreo, además, permiten la direccionalidad variable, es decir, que está formado por un doble diafragma y cada uno de ellos sería el diafragma de micrófono de condensador (electrostático). Los dos diafragmas

idénticos se encuentran colocados espalda con espalda a ambos lados de una lámina rígida central de cada una de las cápsulas de forma independiente, con lo que las posibilidades que se abren son infinitas.

La mayoría de micrófonos estéreo hacen una toma de sonido conocida como Técnica MS (*Midle and side*, Central y Lateral). Otra forma de construir un micrófono estéreo es utilizar cuatro cápsulas subcardioides colocadas en forma de tetraedro. La direccionalidad de cada cápsula puede ajustarse, al igual que los ángulos que forman entre ellas [17].

2.3. DIAGRAMAS POLARES Y RESPUESTAS DIRECCIONALES

El diagrama polar de un micrófono refleja la sensibilidad con que es capaz de captar un sonido según el ángulo con que le incida este. Para determinar el diagrama polar de un micrófono, se utiliza una cámara anecoica (cámara aislada y que no tiene reverberación) en la que se coloca el micrófono y frente a una fuente sonora que genera un tono a una frecuencia determinada. Teniendo el micrófono en el eje de 0° sobre la fuente sonora, se mide la tensión de salida del mismo, a esta tensión se le llama *tensión de referencia a 0dB*. A continuación se va rotando el micrófono sobre su eje variando el ángulo de incidencia con respecto a la fuente sonora, y se van anotando los valores de tensión que se obtiene a su salida. Utilizando este sistema hay que repetir la misma operación para diferentes frecuencias y así poder saber el comportamiento que tiene en varias bandas de frecuencias.

2.3.1. Omnidireccional

En estos micrófonos el nivel de la señal eléctrica proporcionada es independiente de la dirección de la cual provenga el sonido, es decir, captan ondas sonoras de cualquier dirección. Esta omnidireccionalidad depende de la frecuencia y es máxima cuando dichas frecuencias son bajas. A altas frecuencias predomina la captación frontal (Figura 2.5) sobre la lateral o posterior. Su aplicación es ideal para espacios donde no se tenga realimentación acústica.

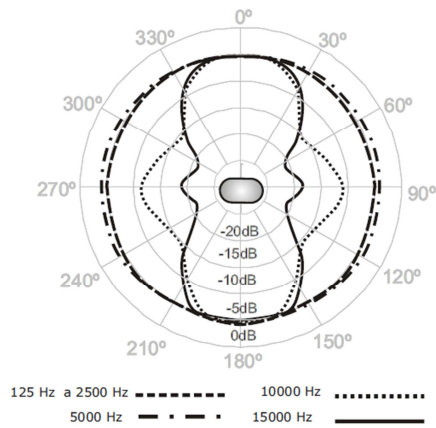


Figura 2. 5 Diagrama polar de un micrófono omnidireccional

2.3.2. Bidireccional

Los micrófonos bidireccionales o en ocho, debido a su diagrama ilustrado en la Figura 2.6, tienen la mayor sensibilidad centrada para los sonidos que inciden frontalmente al diafragma sea por la cara anterior o por la posterior. Los sonidos laterales y superiores no son captados, especialmente en altas frecuencias. Este tipo de micrófono se emplea para locutores que se encuentran frente a frente o cantantes en coros, por ejemplo. Si existe realimentación acústica (efecto Larsen) los altavoces se deben dirigir al lateral del diafragma de forma que se mitigue dicho efecto.

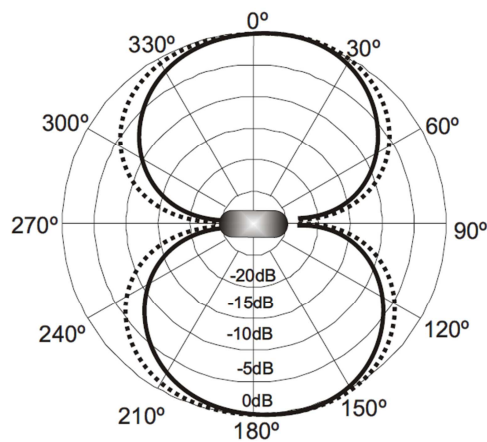


Figura 2. 6 . Diagrama de polar de un micrófono bidireccional

2.3.3. Unidireccional

Este tipo de micrófonos captan el sonido frontalmente. Su sensibilidad para sonidos de procedencia frontal es máxima, disminuyendo según varía el ángulo de incidencia en el diafragma e incluso llegando a ser nula para los sonidos recibidos por su parte posterior. Su aplicación es ideal para mitigar el efecto Larsen. Se los puede clasificar en cardioides e hipercardioides como se detalla a continuación:

a. Cardioide

Estos micrófonos deben su nombre a su diagrama polar (Figura 2.7), ya que se asemeja a la forma de un corazón; son sensibles a los estímulos sonoros en un rango amplio al frente del micrófono, pero relativamente insensibles a los sonidos detrás del mismo. El inconveniente de los micrófonos cardioides, es que por pequeña que sea su sensibilidad posterior, ésta puede producir retroalimentación si hay un altavoz situado en el escenario. Por el mismo motivo, tampoco es muy utilizado en televisión, aún puede captar parte de sonido no deseado como los movimientos de cámara o de la reverberación procedente de las paredes. En cambio, sí son muy utilizados cuando pueden estar cerca de la fuente, por ejemplo, como micrófono de mano para cantantes, etc.

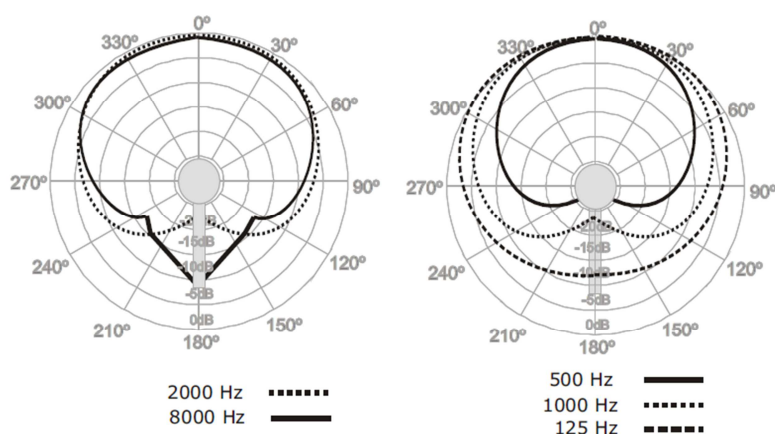


Figura 2. 7 Diagrama polar de un micrófono cardioide

b. Hipercardioide

Este micrófono es mucho más direccional que el cardioide como se ve en la Figura 2.8, y logra una sensibilidad muy grande en la parte frontal del diafragma. Su principal aplicación es en lugares con mucho eco donde los reflejos son rechazados y la señal que se capta es únicamente la que se encuentra al frente del micrófono, además se usan en los foros de los teatros para captar a distancia el sonido de los actores [18].

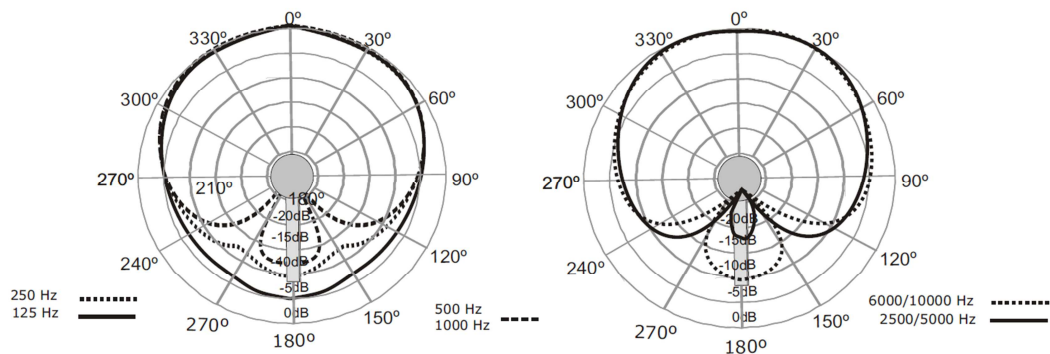


Figura 2. 8 Diagramas polar de un micrófono hipercardioide

2.4. USO DE LOS MICRÓFONOS

Los micrófonos pueden clasificarse también según su uso, independientemente de la tecnología ya que se combinan las diferentes características que se explicaron anteriormente y se las optimiza de acuerdo a una aplicación específica. De esta forma se tienen varios tipos que se detallarán a continuación.

2.4.1. De mano o bastón

Éste es el típico micrófono con cable (Figura 2.9) que se usa para llevarlo en la mano y por ello está diseñado para amortiguar los golpes de aire y ruidos propios de la manipulación,

sin que este detalle garantice mayor sensibilidad o mejor desempeño que otros micrófonos. Generalmente son dinámicos o de bobina móvil.



Figura 2. 9 Micrófono de mano

2.4.2. De estudio

Las características de un micrófono de estudio ilustrado en la Figura 2.10 son más exigentes con relación a los otros tipos debido a que existen varios diseños de acuerdo a su aplicación. Al estar fijos en un sitio no tienen ningún tipo de protección contra la manipulación del mismo pero por medio de gomas llevan una protección contra las vibraciones. Dentro de los micrófonos de estudio hay más tipos de micrófonos según su mecanismo. Para nuestro caso, el micrófono de estudio es de condensador cuya entrada por la que capta el sonido se encuentra en un costado y posee tres patrones polares: cardioide, omnidireccional y bidireccional, con lo que se tiene una variedad de situaciones de grabación, y su uso es especial para voces e instrumentos. Tiene además dos diafragmas de 25 mm con compensación externa, chapado de oro de 24 quilates con lo que consigue una mejor respuesta a efectos transitorios.



Figura 2. 10 Micrófonos de estudio

2.4.3. De contacto

Este tipo de micrófonos se suelen usar para captar el sonido de los instrumentos por lo que están en contacto directo con ellos (Figura 2.11). Se pueden encontrar en varias impedancias, para grabación profesional es importante escogerlos de baja impedancia. Existen diferentes diseños, uno de ellos consiste en un condensador *electret* dentro de una cinta elástica que permite usarlo en casi todas las superficies, curvas o planas.



Figura 2. 11 Micrófono de contacto

2.4.4. De corbata

Fue desarrollado para uso en la televisión. Su característica principal es su pequeño tamaño, como se observa en la Figura 2.1.2. Se construyen con transductor de bobina móvil pero principalmente son de condensador *electret*. Para la mayor parte de los usos, se escogen omnidireccionales, aunque en algunos casos se requieren direccionales. El motivo de ser omnidireccionales es que se colocan bajo la barbilla del locutor dado que éste no habla directamente al micrófono, además puede girar la cabeza hacia otro locutor.



Figura 2. 12 Micrófono de corbata

Otra característica común a estos micrófonos es que incorporan un realce en alta frecuencia. Esto se debe a que las altas frecuencias son más directivas, y cuando el locutor gira la cabeza se pierden. Además, si el micrófono está pensado para usar bajo la barbilla del locutor, la propia barbilla actúa como barrera que afecta principalmente a las altas frecuencias. El realce compensa estas pérdidas. Se pueden colocar en la corbata, solapa de chaqueta o sobre la prenda; existen muchos modelos de pinzas para sujetar este tipo de micrófono a las distintos tipos de prenda.

2.4.5. De superficie

Estos micrófonos se sitúan próximos a una superficie, como una pared o la superficie de una mesa, las ondas reflejadas en la superficie y captadas por el micrófono crean una respuesta tipo filtro peine provocado por las diferencias de fase a las distintas frecuencias. Si la distancia entre el micrófono y la superficie es menor de un milímetro, el filtro peine no tendrá efectos por debajo de los 20kHz. Es decir, fuera de frecuencia de audio. Estos micrófonos están

montados sobre superficies de diferentes formas, circulares, triangulares, pero situados fuera del centro para evitar efectos nocivos de fase. Para este tipo de micrófonos se usan transductores piezoeléctricos. Por este motivo también se los conoce también como micrófonos PZM [19].

2.5. ALIMENTACIÓN DE LOS MICRÓFONOS

Generalmente los micrófonos tienen un conector tipo XLR macho, al cual se conecta un cable que tenga en un extremo, un conector XLR hembra y en el otro, el conector que necesite el equipo al cual le vayamos a conectar el micrófono (XLR o jack). Los micrófonos que no necesitan alimentación externa y se conectan a jack monofónico en su otro extremo, necesitarán que los pines 1 y 3 del conector XLR (Figura 2.13) se unan a la malla del cable, y luego a la tierra del conector jack (monofónico) del otro extremo. Si el conector es XLR, cada uno de sus tres pines se unirán al mismo cable en los dos extremos.

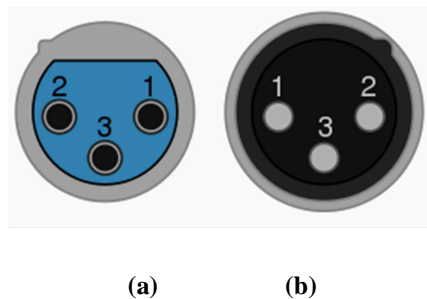


Figura 2. 13 Conectores XLR (a) hembra y (b) macho

Si se requiere alimentación y ésta la ofrece el equipo al que se va a conectar no se debe unir los pines del conector ya que la alimentación necesitará que no estén punteados. Si el micrófono necesita alimentación externa y no la proporciona el equipo receptor se la suministraremos a través de equipos de alimentación *PHANTOM* o fantasma.

2.5.1. Alimentación Fantasma

Se debe proporcionar una alimentación para los circuitos electrónicos alojados dentro de la carcasa del micrófono, como se ilustra en la Figura 2.14, así como para polarizar el diafragma en muchos de los tipos de condensador. El estándar internacional que define este modo de alimentación es el IEC (*International Electrotechnical Commission*) 60268-15, derivado del original DIN (*Deutsches Institut für Normung*) 45596. El estándar define tres tipos de alimentación P48, P24 y P9, que suministran respectivamente 48V a través de resistencias de 6.8k ohmios, 24V a través de resistencias de 1.2k ohmios, o 12V a través de resistencias de 680 ohmios y puede suministrar una corriente de 10 a 15 mA.

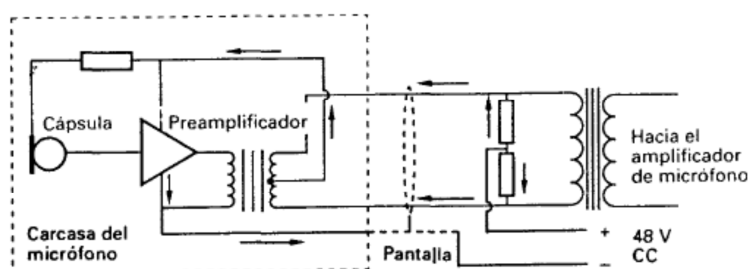


Figura 2. 14 Alimentación fantasma

En el cable en el que se usa este tipo de alimentación la señal de audio viaja por dos hilos interiores y una malla exterior se emplea para proteger de la interferencia electromagnética. La corriente continua se aplica entre ambos hilos interiores y la malla exterior, de modo que en ausencia de señal de audio, los dos hilos estén al mismo potencial respecto a la malla y por lo tanto no exista diferencia entre ellos.

2.6. MICRÓFONOS INALÁMBRICOS

Un micrófono inalámbrico primero tiene que comprimir el audio y montarlo en una señal de RF para luego transmitirlo, y cuando lo recibe primero lo separa de la señal de RF y

luego lo descomprime sin embargo en esa compresión y descompresión se le añade ruido y ese ruido también es amplificado por lo cual se escucha muy mal. Hoy en día los mejores micrófonos inalámbricos son los que ofrecen una respuesta en frecuencia muy similar a la que ofrece un micrófono con cable permitiendo trabajar hasta 40 sistemas a la vez con una autoprogramación vía *Ethernet* y un previo escaneo del espectro para determinar qué frecuencias se encuentran disponibles en ese momento. Regularmente los micrófonos inalámbricos trabajaban en dos bandas: VHF y UHF, actualmente los principales fabricantes ya han sacado de línea los micrófonos en VHF ya que no es una banda tan vacía y continuamente tienen ruido.

Estos micrófonos pueden ser de solapa (*Levalier*) o de mano. El de solapa se conecta por medio de un cable o un emisor que envía la señal del micrófono a un receptor. El de bastón dispone del emisor en su extremo y funciona de igual manera que el anterior. El receptor puede recibir varias señales ya que cada transmisor emitirá a una determinada frecuencia. Cuando se utilizan varios micrófonos, se establece una banda de seguridad mínima de 0,2 MHz entre las frecuencias asignadas a cada par base-micro, para evitar las interferencias. Dos micrófonos transmitiendo en frecuencias muy próximas pueden influirse mutuamente provocando reforzamientos, atenuaciones o, incluso, cancelaciones de las ondas incidentes [20].

2.6.1. Headset

Para las retransmisiones deportivas se han desarrollado estos paquetes que incluyen unos auriculares y un micrófono. El micrófono va montado sobre el cuerpo de los auriculares como se muestra en la Figura 2.15, con lo que se mueve con la cabeza a la misma distancia de la boca. El micrófono suele ser de bobina móvil con filtro anti-pop incluido para soportar los altos niveles de locución que se emplean en las retransmisiones deportivas. Estos micrófonos suelen ser direccionales, para aislar lo más posible el ruido de fondo.



Figura 2. 15 Headset

CAPÍTULO III

EQUIPOS DE AUDIO Y CONECTORES

3.1. MEZCLADORES DE AUDIO

En cuanto a audio se refiere, en la producción de audio y video, uno de los equipos de importancia son los mezcladores de audio ya que en un estudio se necesita agrupar todas las líneas de las diferentes fuentes de sonido de forma que se las pueda manipular. Con este elemento se reciben las señales de audio y a su salida se tienen otras diferentes que son el resultado de la combinación de las entradas.

La calidad de la mesa mezcladora está relacionada con el número de señales que tenga a su salida. La salida *master L-R* siempre es generada ya que es la salida principal; dicha salida es estereofónica. En equipos especializados para cine, por ejemplo, se tienen cuatro salidas: tres frontales de la pantalla y una para los efectos que requiere la sala, por lo que es cuadrafónica. Las señales recibidas por el mezclador son de diferentes fuentes como: micrófonos, lectores de cd, caseteras, instrumentos musicales eléctricos o electrónicos, etc. Es por esto que la mesa tiene una capacidad de recepción extensa. Debido a la diferencia de las fuentes, algunas necesitarán más amplificación que otras.

3.1.1. Tipos

El tipo de mezclador depende de lo que se realizará, es decir, el grado de calidad que se necesita. Existen tres tipos de mesas mezcladoras:

- **Mesas de estudio:** también llamadas *ON-LINE*, está conformada por un número de módulos entrada/salida y una sección principal (máster). Cada módulo está

compuesto de una sección de entrada, una de salida y una sección de cinta o *tape*. Mientras se realiza la grabación en la mezcla se conmutan la entrada con un canal individual y la de cinta para enviar un retorno del multipistas a la entrada de línea utilizando la otra entrada disponible para poder retornar otras señales. Suelen tener ecualizadores independientes para las señales de entradas y de cinta.

- **Mezcladores:** este tipo de mesas permiten que el usuario realice agrupaciones de canales individuales; estos canales van directamente a la salida. Generalmente tienen cinco de ellos, siendo un número reducido. Son usadas en discotecas y sitios de este tipo debido a que son estereofónicos.
- **Mesas SPLIT (de directo):** tiene varios canales de entrada, una sección máster y de acuerdo a la mesa un número de módulos salida/subgrupos. Todos estos módulos poseen una sección *tape*. Mientras está corriendo la grabación los canales de entrada toman las señales de las diferentes fuentes de sonido, como por ejemplo, un micrófono; y las dirigen a las entradas del multipistas a través de los subgrupos. Cuando se hace la mezcla, las salidas del multipistas son asignadas a los canales de entrada. Es muy fácil su manejo ya que se separa lógicamente a las entradas y salidas. Se aplica ampliamente para refuerzo de sonido y actuaciones en directo.

3.1.2. Funcionamiento

3.1.3. Secciones

En todas las mesas de mezcla distinguimos cuatro zonas: entradas, auxiliares, monitoreo y controles generales, y salidas (Figura 3.1).

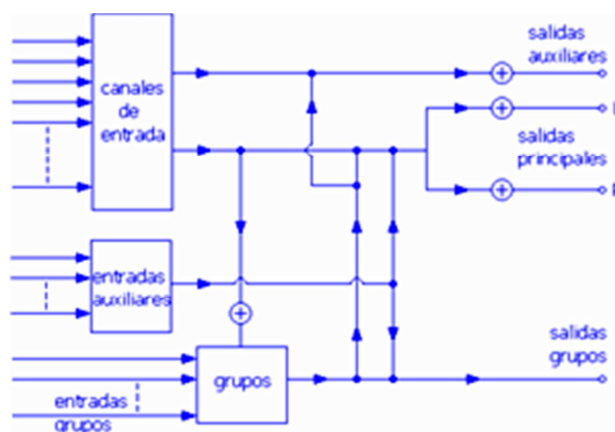


Figura 3. 1 Diagrama de las secciones de una mesa de mezclas

a. Canales de entrada

Permiten introducir en la mesa de mezclas los diversos tipos posibles de señales. Podemos diferenciar entradas para micrófono, entradas de línea y entradas de cinta. La de micrófono (MIC) recibe señales de micrófono, que son de bajo nivel y suele emplear un conector de tipo canon (XLR). Si el micrófono es de condensador puede emplear además la conexión de alimentación fantasma. La entrada de línea (LINE) admite todo tipo de señales habituales y suele disponer de un conector tipo *jack* monofónico.

La entrada TAPE o FLIP nos permite duplicar la capacidad de los canales ya que se puede tener activa la entrada de MIC o LINE, o la que proviene de la toma TAPE; para esta entrada se emplea generalmente un conector tipo RCA o *jack* pequeño. Se activa al pulsar TAPE y se utiliza para tener un multipistas en reproducción.

Otra entrada común es la de inserción (INSERT) que permite introducir en el canal un procesador de efecto individual. Emplea un conector estereofónico y realiza el envío monofónico y el retorno del efecto, también monofónico por el conector que mezclará posteriormente en el *fader* (atenuador activo que sirve para regular el nivel de salida y dar aislamiento) individual con la señal sin procesar.

El primer control que encontramos habitualmente es el *selector de ganancia*, llamado GAIN o TRIM. Suele tener un margen de nivel de +20 a +70 decibelios para las entradas de micrófono y de -20 a +30 en las entradas de línea permitiendo amplificar de manera conveniente la señal de entrada. Luego tenemos el *atenuador PAD*; es un pulsador que, si se presiona, atenúa la señal de entrada en 20 dB generalmente aunque de acuerdo al modelo puede variar hasta 40 dB. Con el control correcto del PAD y el TRIM nos podremos asegurar de que la señal tenga el nivel adecuado para trabajar con ella. Si por el contrario se pulsa el selector de TAPE, trabajaremos con la señal que se esté introduciendo por esta entrada y no se verá afectada por la acción del PAD ni TRIM, ya que esta señal debe venir ajustada en origen a 0 dB.

La *ecualización* nos permite modificar el sonido a nuestra voluntad, pudiendo acentuar o atenuar determinadas frecuencias. Altera las características de la señal. De modo habitual se emplean ecualizadores semiparamétricos. Éstos suelen disponer de un potenciómetro que atenúa o amplifica las frecuencias altas (superiores a 10KHz), y para las otras zonas de frecuencia se emplean dos mandos. Con el primero se selecciona la frecuencia central sobre la cual se requiere amplificar o atenuar la señal empleando el segundo mando. Con esto se ecualizará niveles altos, medios – altos (1.5 a 17KHz), medios – bajos (20 a 370KHz).

El *indicador de sobrecarga* (OVERLOAD OVL), o indicador de picos, es un led que informa si se ha producido saturación en la señal. Suele encenderse de forma intermitente si es un pico transitorio o mantenerse fijo si es un exceso continuo de la señal. Si cualquiera de estos casos se presentase debe regular la señal atenuándola con el PAD y el TRIM ya que este indicador no debería iluminarse.

El control *panorámico* (PAN) es un potenciómetro que nos permite determinar qué cantidad de la señal del canal individual se envía a cada subgrupo como se muestra en la Figura 3.2. Si la ponemos en posición central (como si marcara las 12 horas en un reloj) envía la misma proporción de la señal a todos los subgrupos a los que esté

asignada. En las posiciones extremas de ambos lados, asigna toda la señal a los subgrupos pares o impares que estén seleccionados.

La *asignación de subgrupos* permite determinar sobre qué subgrupo se envía una señal individual. Se realiza por medio de pulsadores que posibilitan activar el uso de una pareja, por ejemplo 1-2, de subgrupos. Esto viene enlazado con la posición del *panorámico*. Así, una posición central indica que la señal se envía en igual proporción a los subgrupos, 1 y 2 en este caso, pero una posición extrema enviará la señal sobre el subgrupo 1 o sobre el 2 exclusivamente. La cantidad de subgrupos dependerá de la calidad de la mesa, y del número de canales individuales. Generalmente se tiene un mínimo de 8 grupos en mesas profesionales. Las agrupaciones se suelen hacer por familias de señales.

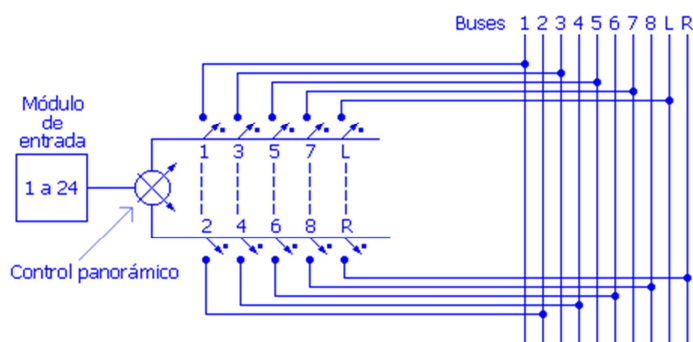


Figura 3. 2 Control panorámico de una mesa de mezclas

Conociendo esto, si se debe sonorizar una batería se usará un cierto número de micrófonos para realizar la toma de cada señal individual ocupando de 8 a 10 canales. Una vez ecualizados y equilibrados estos canales, si los asignamos a un único subgrupo se tendrá el control de toda la batería con un solo *fader*. La asignación de subgrupos tiene mucho más sentido en el directo que en la grabación. Estos subgrupos disponen de un control panorámico propio ya dirigido a la L-R del máster, y nos permite direccionar la señal agrupada en ellos sobre la izquierda o derecha.

El *fader individual* es el que amplifica o desvanece la señal resultante del paso por las zonas de ecualización, nivelado (TRIM y PAD) y asignación de subgrupos. Realiza esta atenuación o amplificación de forma logarítmica porque esta es la aproximación matemática del funcionamiento del oído humano. La posición de uso normal es la que indica 0 dB y es donde se encuentra ajustada. Los indicadores nos proporcionan información de las señales que no sobrepasan la zona de +3 dB y que no se quedan por debajo de -6 dB habitualmente, ya que en estas situaciones se tendría como resultado una señal saturada o con excesivo ruido de fondo, respectivamente.

El conjunto de los faders de subgrupo (cada uno con su control panorámico escogido) se direcciona al máster que es la salida principal de la mesa de mezclas. Suele disponer de dos faders individuales: uno para la izquierda (L) y otro para la derecha (R). Generalmente se usan colores diferentes para los distintos tipos de faders, bien sean individuales de subgrupos o de máster. De acuerdo al modelo de mesa, se puede tener varias salidas máster independientes cada una con diferentes faders.

Por otra parte, los *conmutadores de silenciamiento* (MUTE) permite que una señal ya ecualizada y equilibrada entre en la mezcla o no, pero sin necesidad de desvanecerla, es decir, manteniendo su propio nivel. Los conmutadores SOLO hacen que entre un único canal individual en la mezcla enmudeciendo al resto en el momento en que se pulsa.

El *selector de preescucha* (PFL o CUE) permite escuchar la señal de un canal individual o de varios antes de llegar al fader individual. Esto nos permite ajustarlo e introducirlo sobre la marcha sabiendo que va a entrar en un buen nivel, o escucharlo solo por algún motivo. Algunos mezcladores presentan el TALKOVER que atenúa la mezcla e incorpora sobre ella el micrófono. Se emplea en radio y discotecas. Cuando está seleccionado y el micrófono recibe señal la mezcla se atenúa de manera automática mientras el micrófono esté funcionando. Así se puede hablar por encima de la mezcla. El *fader de cruce* (CROSSFADER) permite la unión de los dos canales. Se puede asemejar a un control panorámico, ya que se desvanece uno mientras se

amplifica otro, permitiéndonos empezar un tema cuando estamos acabando con otro, enlazándolos.

b. Envíos Auxiliares

El número de envíos auxiliares depende del uso que tenga la mesa, el nombre con el que se los identifica es FOLDBACK o EFFECT, y en otros casos se los identifica mediante números. El enviar la señal no afecta a su nivel por lo que el envío de la señal puede ser derivado con pre-fader o post-fader; esto quiere decir que se cambiará la señal de acuerdo a la posición del fader del canal. Estos envíos auxiliares se realizan mediante un potenciómetro cuya posición normal es cerrado (indicando las 12 horas) con lo que se puede distinguir si es pre o post-fader. En la posición de cerrado no se envía la señal.

Para enviar una sola señal sobre el auxiliar, se debe determinar en qué proporción se llevará a cabo (también llamado FOLD-BACK y EFFECT) o si es completamente pre o post-fader o una mezcla de los dos. De esta forma se obtiene una señal la cual al igual que todas las que se envían por un auxiliar, llegará hasta el máster que da un nivel general a todas, este es el máster de envío del auxiliar (SEND). De acuerdo a lo que deseamos hacer se puede determinar el retorno de la señal con el control RETURN; por ejemplo, si el auxiliar proviene de un procesador de efectos, la señal que recibe la procesa por lo que una vez procesada la devuelve, generalmente en dos entradas monofónicas de la mesa o una estereofónica dependiendo del modelo de mesa mezcladora con la que contemos. Se puede realizar el retorno de forma individual con lo que se puede ecualizar y dirigir hacia un subgrupo.

El FOLDBACK no tiene retorno, se emplea particularmente para conectar auriculares en estudios o para equipos de monitoreo de directo. Para los directos se usa también una mesa de mezclas de uso exclusivo para monitoreo que permita regular por separado cada cuña de manera independiente. Al realizar grabaciones se activa el botón TAPE en canales ya grabados permitiéndonos realizar la escucha de la base musical del

multipistas previa ejecución actual. En algunos modelos de mesa este control se denomina MON e incluye además una panorámica.

c. Monitorización y Controles Generales

Es necesario monitorear lo que sucede con las señales que ingresan a la mesa de mezclas (por canales individuales, auxiliares o máster) ya que esto nos permitirá tomar decisiones oportunas sobre el producto de sonido final que estamos buscando. Para monitorizar se debe ajustar todos los canales individuales y los subgrupos de forma que los indicadores estén cerca de los 0 dB pero no los sobrepasen. Se deberá realizar una escucha de los pasajes más potentes del tema que se va a ejecutar o grabar y a partir de ello configurar el resto. Si se supera en varias ocasiones los 3 dB, se tendrá como resultado una distorsión apreciable, mientras que si se supera constantemente los 6 dB se tendrá un ruido considerable que deformará la señal original. El monitoreo se puede realizar de dos formas: visual o acústica.

El *monitoreo visual* se puede realizar mediante tres tipos de sistemas de medición: vúmetros, picómetros e indicadores de saturación. El *vúmetro* es un sistema analógico que permite mediante agujas (Fig. 3.3) informarnos sobre la saturación presente en un canal, subgrupo o máster. Indica una medición en decibeles marcando dos zonas: la primera llamada zona de trabajo normal inicia en -40 ó -20 dB hasta 0 dB, la cual se distingue por el color negro del arco. La segunda zona que es la de saturación inicia en 0dB y llega hasta +3 ó +6 dB (dependiendo del modelo de la mesa mezcladora) y el arco que la identifica es de color rojo. En algunos casos incluye el led indicador de picos.

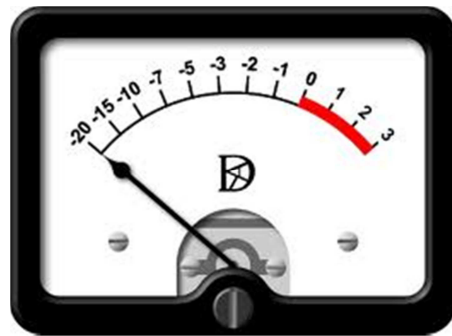


Figura 3. 3 Vúmetro. Se identifica la zona de trabajo normal y la de saturación

Los *picómetros* (Figura 3.4) son sistemas de respuesta mucho más rápida que los *vúmetros* ya que son barras luminosas que tienen dos colores (generalmente naranja y rojo) según nos encontremos en la zona de trabajo o en la de saturación, siendo su límite 0 dB. A diferencia de los *vúmetros* reconocen picos de corta duración y los mantienen el tiempo necesario para que puedan ser captados visualmente. Su rango de medición está entre en -40 y +6 dB.



Figura 3. 4 Picómetro

Por último tenemos los *indicadores de saturación*, este sistema se basa en un conjunto de leds distribuidos en diferentes puntos de la mesa e informan si existe o no saturación. Dicha saturación será menor si el indicador parpadea, mientras que si permanece iluminado será mayor, pero su estado con trabajo normal será apagado. Se identifican como OVL (como abreviación de *overload*) o PEAK.

El *monitoreo acústico* se realiza por auriculares o por altavoces de escucha, es decir, es el monitoreo que realiza el técnico de sonido o el responsable de ese área. El técnico realiza este trabajo en el CONTROL ROOM, donde se encuentra la mesa de mezclas y todos los equipos de audio. Se puede seleccionar con una serie de pulsadores si deseamos escuchar las señales que se envían a auxiliares, efectos y FOLDBACK, las provenientes del MASTER o cualquier otra señal de interés. Las pre-escuchas de los canales individuales se seleccionan en cada uno de ellos. Existen varios potenciómetros que dan más o menos señal a CONTROL ROOM, PFL y a los auriculares. Se debe pensar que la salida de la sala de control exige un amplificador que permita que la señal sea audible y la envíe a los altavoces de la sala de control. Para enviarla a los auriculares basta pulsar el botón correspondiente a la entrada que requerimos.

d. Salidas

Son la parte final de la mesa de mezclas, permiten su comunicación con el resto de elementos del estudio. La salida básica es el MASTER que es estereofónica; se envía al amplificador y desde este último hacia los sistemas de altavoces. En esta salida tenemos el resultado de la mezcla de todos los subgrupos y todos los retornos de efectos en la proporción que sus faders hayan determinado. Se puede conectar un ecualizador al amplificador si se desea una ecualización general.

Existen también salidas propias de los subgrupos y del CONTROL ROOM, las cuales necesitan un amplificador para funcionar y sus conectores habituales con RCA y jack en usos de estudio y canon (XLR) en directos por la seguridad en su conexión. Se

tiene además las salidas de efectos y sus retornos que devuelven la señal sobre el MASTER (si son usadas), y las salidas auxiliares.

Si se realiza una grabación lo habitual es que el multipistas esté conectado para grabar desde los subgrupos. Además, tendremos que conectar su salida en reproducción a la entrada TAPE y dirigirla a la entrada FOLDBACK o a alguna auxiliar de los diferentes canales. Así podrá el músico escuchar lo grabado anteriormente [21].

3.2. ALTAVOCES

Los altavoces son elementos fundamentales en un sistema de audio ya que permite escuchar y monitorear todas las señales que se reciben desde micrófonos, reproductores de cd, caseteras, etc., y las señales que se emiten, como por ejemplo las salidas de una mesa mezcladora. Por definición, es un transductor electro-acústico utilizado para la reproducción de sonido. El funcionamiento de los altavoces es muy simple, la transducción consiste en que los altavoces reciben una señal de una onda eléctrica que éstos transforman en energía mecánica y posteriormente ésta energía mecánica la transforman en energía acústica haciendo el proceso contrario que los micrófonos. Los altavoces transmiten el sonido mediante ondas sonoras a través del aire y éstas son captadas por nuestros oídos, que las transforma en impulsos nerviosos que llegan al cerebro.

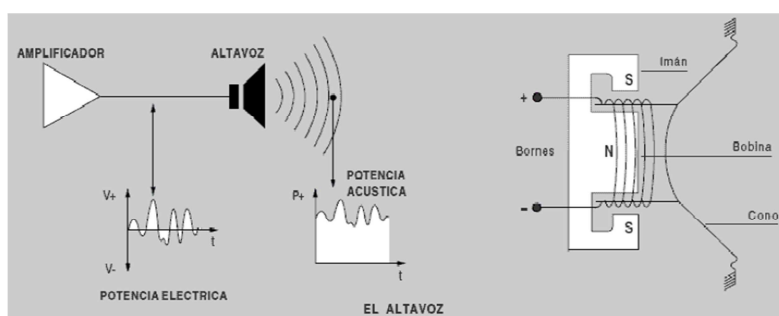


Figura 3. 5 Diagrama de funcionamiento de un altavoz

En la Figura 3.5 se muestra este concepto en el dibujo de la izquierda, mientras que en el de la derecha, aparece un diagrama de un altavoz dinámico que da una idea general de su funcionamiento.

La corriente eléctrica correspondiente a la señal de audio, circula por la bobina, generando un campo magnético alterno que interacciona con el campo magnético constante del imán, produciendo una fuerza en la bobina que, por ser solidaria del cono se transmite a éste. Esta fuerza ocasiona desplazamientos en el cono, como si de un pistón se tratase, gracias a su suspensión elástica. Los desplazamientos del cono crean una variación de presión en el aire que es lo que nuestro oído reconoce como sonido.

3.2.2. Características

1. Impedancia

Los altavoces son los elementos en los que mayor importancia tiene el conocer correctamente su impedancia, dada la necesidad de lograr una buena adaptación con el amplificador del cual va a obtener la alimentación. La impedancia de un altavoz no es solamente la resistencia que acostumbramos a medir entre sus terminales con un multímetro, sino que incorpora también componentes reactivas como es la inductancia de la bobina o incluso la influencia de la caja o alojamiento donde esté instalado.

2. Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia es la gama de frecuencias que un altavoz es capaz de reproducir con un determinado nivel de eficacia y calidad, es decir, el límite hasta el cual la señal amplificada se presenta lo más fiel a la señal original, sin distorsión. Es muy útil conocer los límites dentro de los cuales los parámetros de un altavoz son aceptables para que su desempeño sea el que esperamos. La curva representada en la Figura 3.6 se observan tres gamas de frecuencia en el mismo altavoz según un simple cambio sobre o bajo los límites admitidos, de esta forma se tiene que:

- Si se admite solamente -3 dB de pérdida de eficacia, se dirá que el altavoz reproduce frecuencias entre 130 Hz y 10 KHz.
- Con desviaciones de -6 dB el altavoz se marcaría como 100 Hz a 12 KHz, aplicado para equipos de alta calidad.
- Finalmente, en variaciones de -12 dB, el altavoz puede marcarse como 60 a 18 HKz; este límite se usa en electrónica de consumo de baja y media calidad.

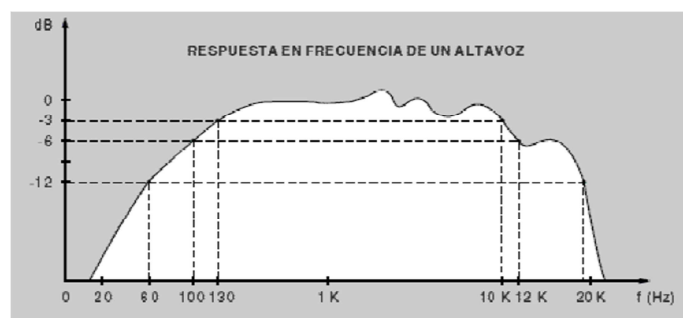


Figura 3. 6 Respuesta en frecuencia de un altavoz

Dentro de la gama de frecuencias especificada, los altavoces no mantienen una uniformidad en su desempeño el 100% del tiempo, por lo que si se presentan picos o valles a diferentes frecuencias dependerá mucho del altavoz y sus características físicas. Mientras más lineal sea el comportamiento del altavoz, mejor será la reproducción de la señal.

3. Ángulo de cobertura y directividad

Esta característica indica el nivel en que la presión sonora (SPL) se reduce en 6 dB con relación al que proporciona su eje. Es importante tener en cuenta esto en los altavoces cuyo ángulo de cobertura no es 360°, como por ejemplo las bocinas exponenciales de boca rectangular, que tienen un ángulo de cobertura menor en vertical que en horizontal.

Por otra parte, se tiene el índice de directividad (Q), que es la relación entre el nivel de presión sonora que el altavoz produce en una determinada dirección comparado con la media de los niveles de presión que produce en todas las direcciones.

4. Eficiencia y sensibilidad

La eficiencia indica la relación entre la potencia acústica que produce el altavoz por cada vatio eléctrico que se le proporciona. La eficiencia en los altavoces suele ser muy baja, de 1 a 5% en altavoces de cono y de 10 a 30% en los de bocina.

La sensibilidad indica el nivel de presión sonora que un altavoz produce a 1m de distancia de su eje, con una alimentación de 1 vatio de potencia de audio. El valor de la sensibilidad se puede medir para una o varias frecuencias; si el caso es el primero, el valor medido puede tener un gran error, dado las irregularidades de la respuesta en frecuencia, por lo que es mejor obtener una media de los valores medidos.

5. Potencia máxima y distorsión

Este concepto determina la potencia que puede obtener un altavoz de forma continua, en prolongados períodos de tiempo, siendo un factor importante la capacidad para evacuar el calor que posea.

Los altavoces son componentes que hasta la actualidad presentan los mayores índices de distorsión, principalmente a bajas frecuencias ostentando entre un 3 y 8%. Tienen un mejor desempeño en frecuencias medias y altas, lo cual favorece a su uso ya que este rango de frecuencias es donde el oído es más sensible a la distorsión, los valores típicos están entre el 0.5 y el 2%, dependiendo de la calidad del altavoz. Las bocinas exponenciales tienen el peor referente con índices de 10 a 15%.

3.2.1. Tipos

1. Altavoz de cono o de difusión directa

El cono o diafragma está fabricado de material fibroso y liviano, como se muestra en la Figura 3.7, con la finalidad de que sea lo más inerte posible. La forma del cono depende de la banda de frecuencias que reproduce, las características de directividad y la potencia admisible del altavoz. Este tipo de altavoz depende del diámetro que tenga, de esta forma para reproducir frecuencias bajas, dicho diámetro deberá ser grande, mientras que para frecuencias altas éste deberá ser menor.

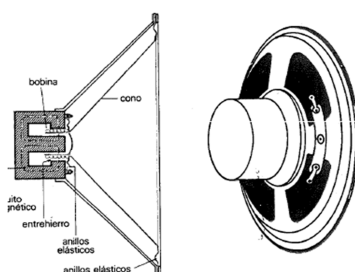


Figura 3. 7 Altavoz de cono

2. Línea de sonido o columna acústica

Es un conjunto de altavoces alineados (como se observa en la Figura 3.8) que permite tener una mayor direccionalidad en la radiación del sonido en el plano vertical. En el plano horizontal la irradiación tiene la misma amplitud que la de un solo altavoz. Son empleados cuando la finalidad es obtener un sonido direccional.



Figura 3. 8 Columna acústica

3. Altavoz de bocina

La presión sonora producida por la membrana (Figura 3.9) se transmite al aire dentro de la bocina, de forma que se amplifica los efectos además de darle direccionalidad a los sonidos. Se aplican principalmente en ambientes abiertos ya que sus partes más delicadas están protegidas. En ambientes cerrados no se recomienda su uso ya que existe una alta distorsión, especialmente si se trata de música.

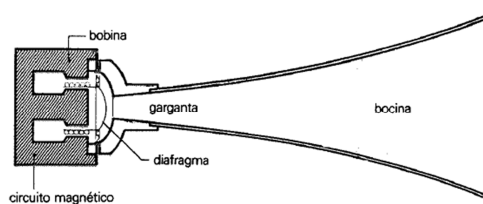


Figura 3. 9 Altavoz de bocina

3.2.3. Instalación

En algunos casos puede llegar a ser necesario conectar las bocinas con diferentes configuraciones para tener un buen acoplamiento de impedancia de los amplificadores. Básicamente existen dos maneras de conectar bocinas: serie y paralelo. En general, la configuración en serie se utiliza para incrementar la impedancia, y la conexión en paralelo para disminuirla. Para sistemas más avanzados, se pueden combinar ambos tipos de conexión, en serie y en paralelo, para obtener la impedancia que se desea.

- **Conexión a impedancia constante:** la impedancia total de la conexión en paralelo de todos los primarios de los transformadores de los altavoces conectados debe corresponder al valor requerido por el amplificador. La impedancia se calcula según las siguientes relaciones:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad \text{Conexión en Serie (Ecuación 3.1)}$$

$$Rt = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \quad \text{Conexión en Paralelo (Ecuación 3.2)}$$

Esta conexión es preferible para las instalaciones fijas, porque cuando se añade o se retira un altavoz es preciso ajustar de nuevo el valor de la conexión en paralelo.

- **Conexión a tensión constante:** la tensión nominal de entrada de cada transformador de altavoz (conectados en paralelo entre sí en la línea de alimentación) es fija e igual a la máxima de salida del amplificador; en general, 100 V (pero también 70, 50, 35, 25 y 10 V). Este sistema es preferible para instalaciones de configuración variable, siendo muy adecuado para conectar cualquier número de altavoces sin tener que modificar el sistema.

3.3. LÍNEAS DE CONEXIÓN Y CONECTORES

3.3.1. Líneas balanceadas y no balanceadas

Las *líneas de audio balanceadas* o simétricas, rechazan más eficientemente cualquier interferencia que se pueda presentar en comparación con las líneas no balanceadas. La Figura 3.10, muestra una línea balanceada flotante que tiene dos conductores trenzados entre sí (permitiendo que cualquier perturbación sea eléctrica o magnética afecte por igual a ambas líneas), por los cuales viaja la señal; estos conductores están rodeados por una malla que sirve como blindaje a los otros dos hilos. En el extremo de línea se tiene un transformador equilibrador o un amplificador diferencial; el micrófono alimenta el primario del transformador de salida y su señal aparece en el secundario. La línea de ida y retorno de la señal de audio está constituida por los dos conductores activos antes descritos.

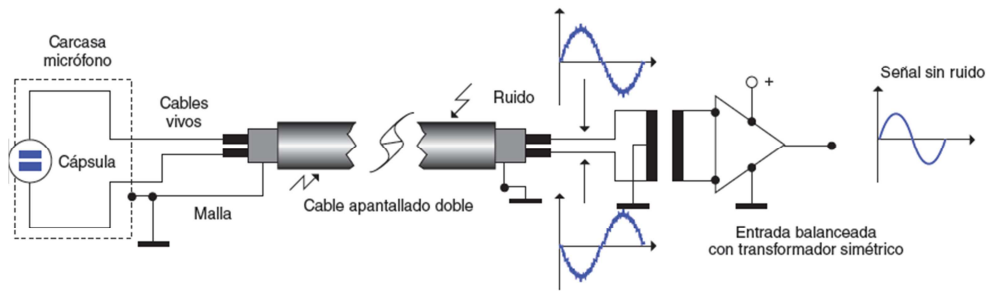


Figura 3. 10 Conexión mediante una línea balanceada

Las *líneas de audio no balanceadas* o asimétricas, tienen uso generalmente en equipos de audio domésticos y semiprofesionales. Estas líneas consisten en dos caminos: uno de ida y otro de retorno para la señal de audio. En el camino de ida se usa un hilo activo de un conductor coaxial, mientras que para el retorno se usa la malla exterior o blindaje que cubre el cable de ida, y que va conectado al chasis o punto común del amplificador. Con esto se logra que casi ninguna interferencia eléctrica interna afecte al conductor central, ya que estas interferencias se derivan parcialmente a tierra a través del blindaje como se ilustra en la Figura 3.11.a).

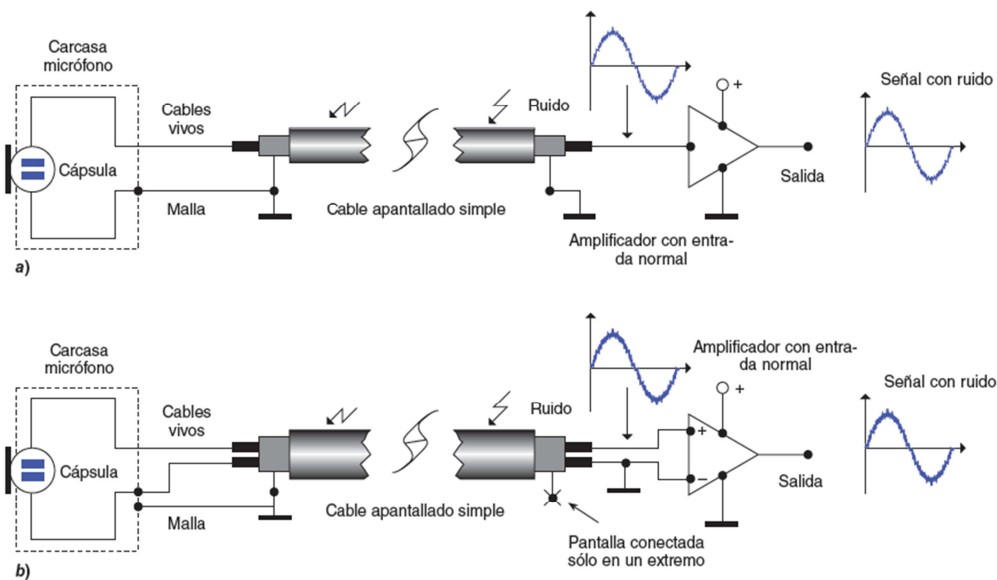


Figura 3. 11 a) Conexión normal mediante una línea no balanceada, b) Conexión mejorada de una línea no balanceada

Si se presenta interferencia considerable se puede mejorar este sistema como se muestra en la Figura 3.10 b), donde se usan conductores de audio con dos hilos activos (aquellos que transportan la señal de audio), uno para la señal de ida y otro para la de retorno, cubiertos con una malla exterior que se usa como pantalla y no como retorno. Ésta se lleva sólo por uno de sus extremos a tierra evitando que las interferencias se presenten sobre la señal de audio [22].

3.3.2. Cables y Conectores de audio

Es muy importante tener en cuenta los cables y conectores que se usan ya que de esto dependerá la calidad de sonido que se obtenga. Si estos elementos no se usan correctamente se captarán zumbidos o ruido que serán amplificadas junto a la señal de audio, produciendo sonidos indeseados en la salida.

En cuanto a los *cables de audio*, se usan de la mejor calidad posible, apantallado y de baja capacidad, aunque entre mayor sea la calidad los costos se incrementarán de igual manera por lo que se debe hacer un análisis de lo que realmente se necesita. Generalmente se emplean diferentes colores para identificar las distintas líneas que se utilizan en la instalación. Todos éstos se encuentran cubiertos por una malla común o individual que permite evitar las interferencias, como se muestra en la Figura 3.12.

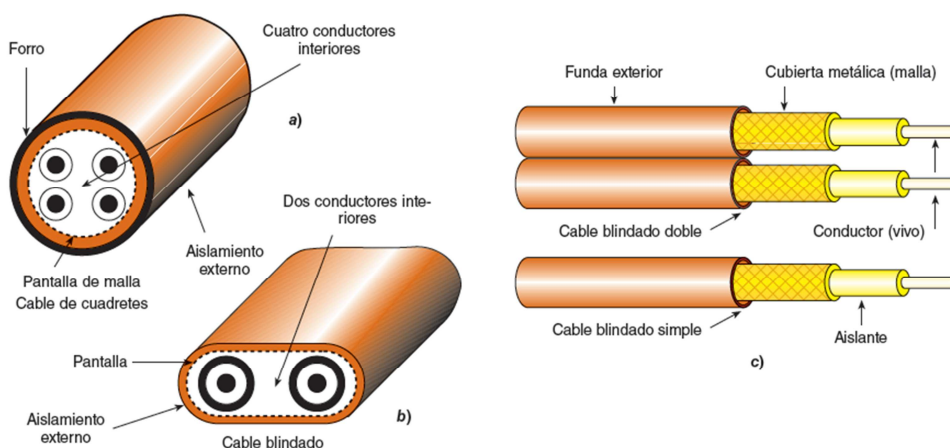


Figura 3. 12 Diferentes cables blindados utilizados para audio.

Los *conectores* son elementos que nos permiten comunicar los distintos equipos mediante los cables. Pueden ser fijos como las bases de conexión de los equipos o estar conectados a los extremos de los cables si no se usan de forma permanente. Los conectores tienen tres zonas: de conexión, soldadura o unión al cable y la funda protectora.

La *zona de conexión* es el lugar en el que se conectan entre sí los conectores; son terminales metálicos y se les llama hembras si permiten el acoplamiento de otro conector, y machos si son éstos los que se acoplan. Si se encuentran fijos en algún lugar se llaman bases de conexión, mientras que los que están en los extremos de los cables son aéreos.

La *zona de unión al cable* es el lugar donde se conecta el conector al cable, sea interno o externo al equipo. Los terminales se sueldan o atornillan según el conector, pero en algunos casos se necesita una conexión determinada.

La *funda protectora* puede ser de material plástico o metálico. Protege la zona de soldadura del exterior, por lo que suele estar unida al conductor por presión o por rosca. Si no se puede quitar la funda del conector se trata de un conector termosellado por lo que no es reutilizable.

Todos los conectores cumplen con un estándar o están normados y según su función se tienen diferentes modelos de uso común en distintas áreas. Así se tienen conectores de audio,

video, radiofrecuencia, multipolares y de red eléctrica. A continuación nos centraremos en los conectores de audio que son de interés para este estudio.

Los *conectores de audio* de uso más común son los *RCA*, son monofónicos, es decir, tienen dos terminales y el color de su funda o recubrimiento es rojo o negro. El color rojo indica la conexión a la derecha (*RIGHT*) del estéreo y el blanco o negro es la izquierda (*LEFT*). La malla del cable se conecta al terminal de soldadura externo y el cable interno, al terminal interno del conector. El uso de estos conectores está generalmente en equipos de alta definición, donde se usan en parejas (conectados a cables coaxiales dobles) obteniéndose así al estéreo.

También son muy habituales los conectores *JACK*, pueden ser monofónicos o estereofónicos y se tienen dos medidas: 1/4 de pulgada (jack grande) y 1/8 de pulgada (jack pequeño). El primero, se usa en instrumentos musicales eléctricos, amplificadores, mesas de mezclas, etc. El segundo se usa en equipos de audio domésticos para conectar auriculares, por ejemplo. También existen tomas de micrófono que usan este conector. Si es monofónico presenta una franja transversal y hasta su punta corresponde con el cable interno, mientras que el resto es la malla. Si es estéreo, la punta es el canal derecho (*RIGHT*), de la primera a la segunda franja es el canal izquierdo (*LEFT*), y el resto la malla. En la zona de soldadura, el terminal más interno es el canal derecho, el central el izquierdo, y el lateral es la malla.

En estudios profesionales se usa también el *JACK BATMAN*, es estereofónico y mide 4,4 mm, su uso se da en paneles de conexionado (*patch pannel*). Para usos en directo y conectores de micrófonos se emplean los conectores tipo *XLR*, como se detalló en el Capítulo II de este estudio.



Figura 3.13 Conectores XRL (macho y hembra), conector JACK estéreo, conector JACK mono, conector RCA

3.3.3. Adaptadores

Los adaptadores (Figura 3.14) se usan para convertir un conector en otro, existen dos tipos: simples y múltiples. Los *adaptadores simples* tienen un conector hembra que se conecta al cable que requerimos y del otro lado un conector macho que va hacia el equipo.

Un adaptador solamente permite la transmisión de la señal, no realiza ninguna otra función. Una señal estereofónica enviada sobre un adaptador monofónico se transforma en monofónica y se pierde el lado izquierdo del estéreo. Una señal monofónica enviada sobre un adaptador estereofónico pasa como estereofónica pero sólo llega la señal de un lado, es por esto que se debe asegurar la compatibilidad y el uso del conector y el adaptador.



Figura 3.14 Adaptadores: RCA – BNC, RCA – JACK, JACK- JACK pequeño, doble JACK - estéreo

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL SET DE TELEVISIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SET

En cuanto a la infraestructura y diseño, existen varias posibilidades para la distribución de las salas y los equipos. Dependiendo del tipo de tareas que se pretendan realizar en el estudio, y del nivel de calidad que se desea alcanzar, será necesario disponer de un equipamiento diferente. La constante evolución del sector audiovisual, hace necesario contar con equipos funcionales y modulares que faciliten la adaptación del estudio a la aparición de nuevos medios.

La sala de video permite la grabación de *videoclips* y el doblaje de películas. En la mesa de trabajo que se encuentra el control de edición junto con el monitoreo de grabación. Posee un panel de conectores en la parte inferior de la pared de forma que se puede controlar las cámaras.

En la Figura 4.1 se observa el plano de planta donde se distingue la distribución de las salas. En la sala de control (*CONTROL ROOM*) se realizan las grabaciones y las mezclas para obtener las copias. En la sala de control, los técnicos realizan inicialmente las labores de grabación para posteriormente, junto a los encargados del video y los productores, llevar a cabo los arreglos y las mezclas para obtener los *masters* definitivos de las producciones de audio. Es en esta sala donde el técnico de sonido realiza su trabajo. La intercomunicación con el estudio se realiza a través del micrófono de órdenes (*TALKBACK*). La *fonoteca* es el lugar en donde se almacenan los discos y material grabado en general. Estos recursos son pistas de

música de fondo y efectos especiales, y son 90 discos compactos en sus respectivos empaques por lo que se deberá ubicar una dependencia en la pared derecha de la sala de audio para colocarlos. Lo ideal sería contar con este material de forma digital, organizándolos en el disco duro del ordenador, pero esto no se puede hacer actualmente ya que la capacidad del disco es de 70Gb y tiene a penas 30Gb libres para el control de todo el audio y almacenar las pistas restaría gran parte de la memoria disponible. Con un ordenador de mayor capacidad de memoria ROM se podría lograr este objetivo sin ningún inconveniente ya que se podría tener hasta 1T de memoria sin problema y a un costo razonable.

El estudio, es la sala donde se encuentran los intérpretes, sean estos músicos, cantantes, actores, conductores, etc., en dicha sala se disponen dos ventanas de doble vidrio (conocidas como peceras). La primera permite el contacto visual de los intérpretes con los técnicos de la sala de control (audio). La segunda pecera comunica el estudio con la sala de video. Está acondicionado con paneles de tabla triplex apoyados en una estructura metálica, relleno de algodón, esponja y papel, recubierto de forma de simular paneles acústicos pero no se consigue este efecto de forma completa ya que la distribución de estos materiales entre los paneles no es uniforme e incluso existen algunos lugares donde no se tiene relleno. En tres de las cuatro esquinas se tiene un terminado en curvas de forma que se reduce la reverberación de esta sala.

El estudio de locución se puede grabar pistas para su emisión en diferido. Se encuentra entre la sala de video y la de audio, al igual que el resto del estudio, posee paredes de 23 cm de ancho y dos vidrios tipo pecera que permite la comunicación visual con las salas adyacentes.

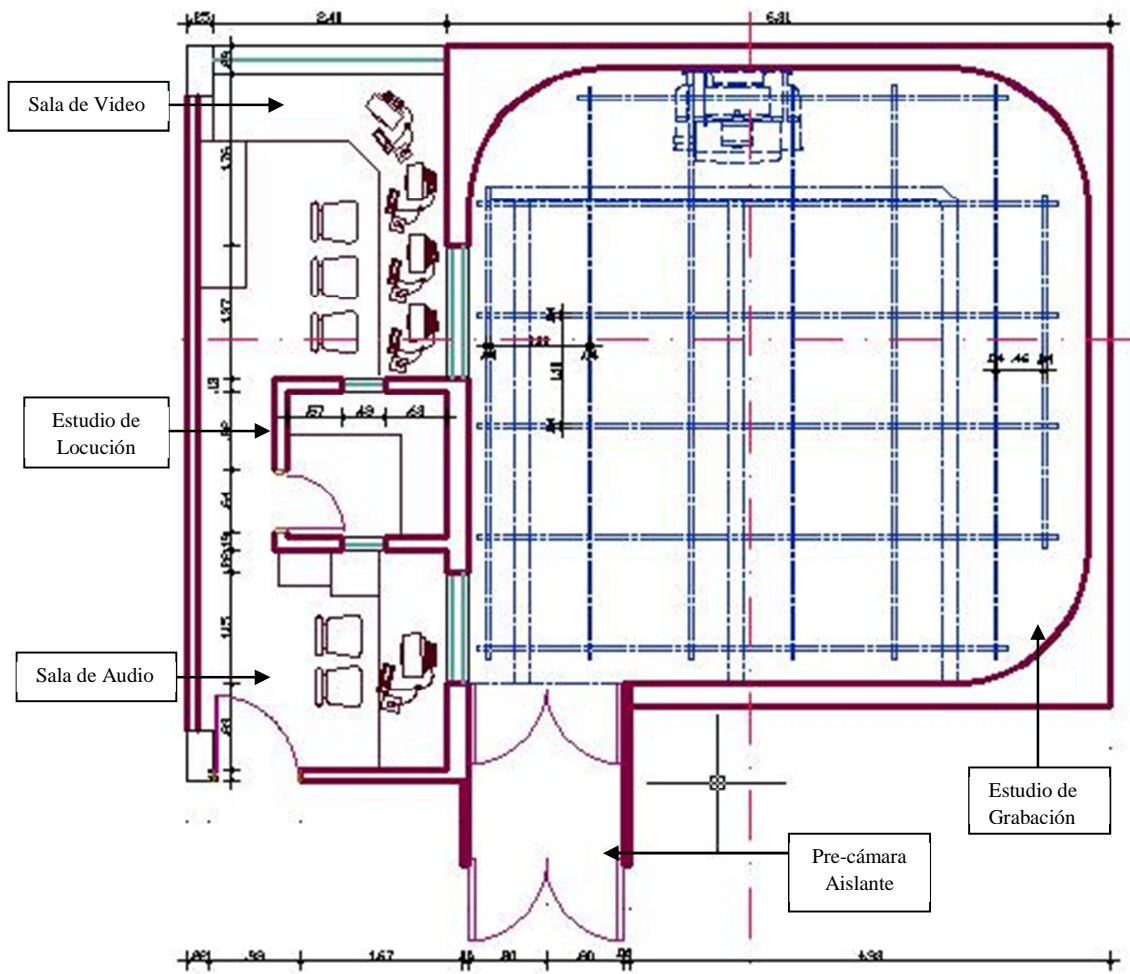


Figura 4. 1 Vista de planta del set de televisión

4.2. DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para obtener una buena apreciación del audio de salida de la mezcladora de audio, se debe tener una correcta posición de escucha. En el caso del estudio los conductores del programa que se esté grabando necesitarán escuchar el audio como guía para lo cual se tienen dos opciones: para la primera, los conductores se deben ubicar al centro de los dos monitores a una distancia igual a la que separa dichos monitores, teniendo la forma de un triángulo equilátero (Figura 4.2). La ubicación óptima de éstos sería sobre pedestales, a la altura a la que estén los oídos de los conductores. Estos monitores deberán tener una conexión hacia dos de las cuatro salidas mono de monitoreo de la mezcladora de audio.

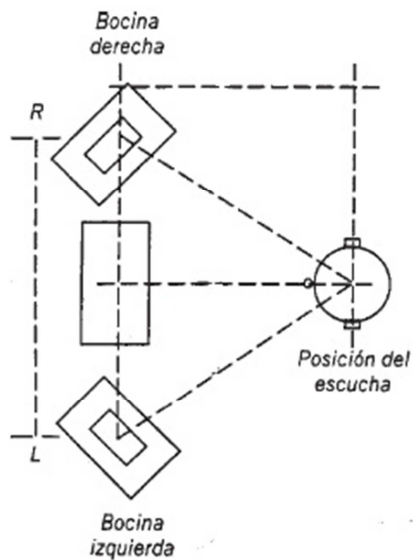


Figura 4. 2 Ubicación de altavoces

Como segunda opción se tiene ubicar un altavoz en el set de frente a los conductores o en la parte posterior, de forma que no se produzca el efecto de *feedback*, y el otro altavoz en la sala de audio para tener un retorno que pueda ser captado fácilmente por todos los presentes en la sala. Esta opción sería la más viable debido a que el área es pequeña (aproximadamente 50 m²) y reduciría la posibilidad de que se presente *feedback*.

Los equipos como: el reproductor de CD, casetera, mezcladora de audio y el convertor de audio deben ser ubicados en el mueble disponible en la sala de audio siendo la mezcladora de audio la que se ubique en la parte superior para poder manejarla adecuadamente, ya que las conexiones no son fijas y se necesita tener espacio para cambiarlas. El mueble cuenta con orificios en cada dependencia que permitirán la conexión por la parte posterior de forma de mantener los cables de los equipos ordenados.

En el mueble central se ubicará el servidor (CPU, monitores, teclado y mouse) y en sus dependencias en la parte inferior se ubicarán los micrófonos ya que estos tampoco tienen un uso fijo, depende de la grabación que se quiera realizar. De esta forma se organizarán en sus respectivos empaques para evitar daños por golpes, polvo, entre otros.

Los cables de audio son parte importante del sistema de audio por lo que tendrán su lugar en el set de televisión, donde se ubica un mueble que permitirá su almacenaje permitiendo que este material esté disponible y ordenado, en un lugar cercano al set como ilustra la Figura 4.3. En este mueble además se podrán ubicar los transmisores de los micrófonos inalámbricos para poder solventar cualquier inconveniente que pudiera suceder durante la comunicación con estos dispositivos.

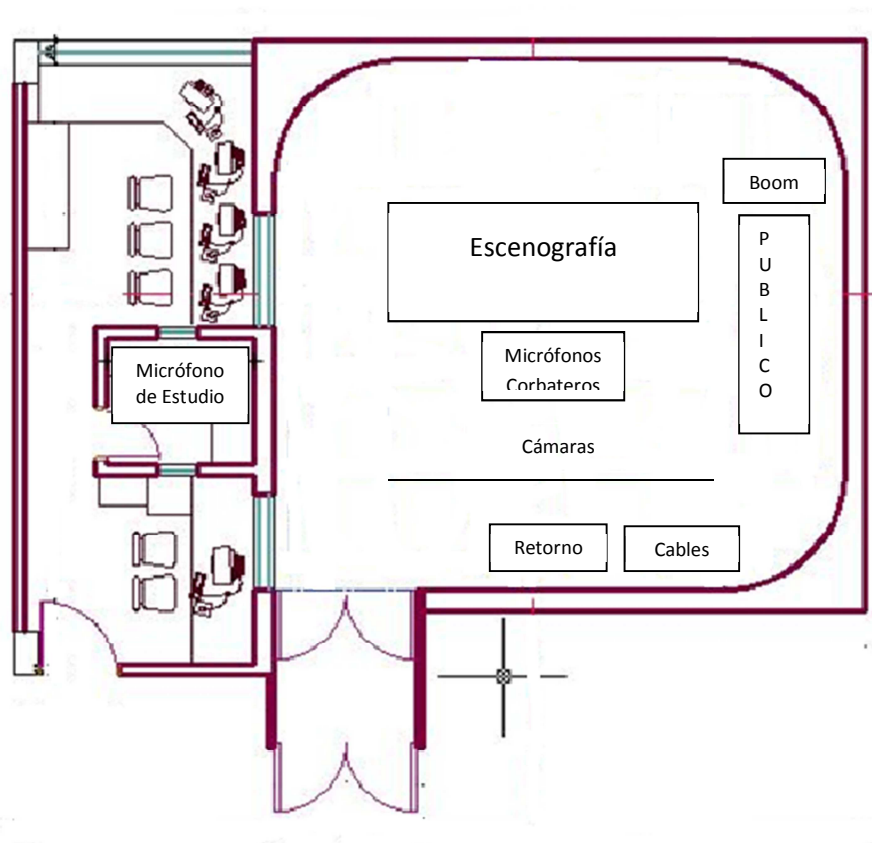


Figura 4. 3 Ubicación de los cables en función del escenario

Dentro de la sala de audio, los equipos quedarán fijos con la distribución que se muestra en la Figura 4.4:

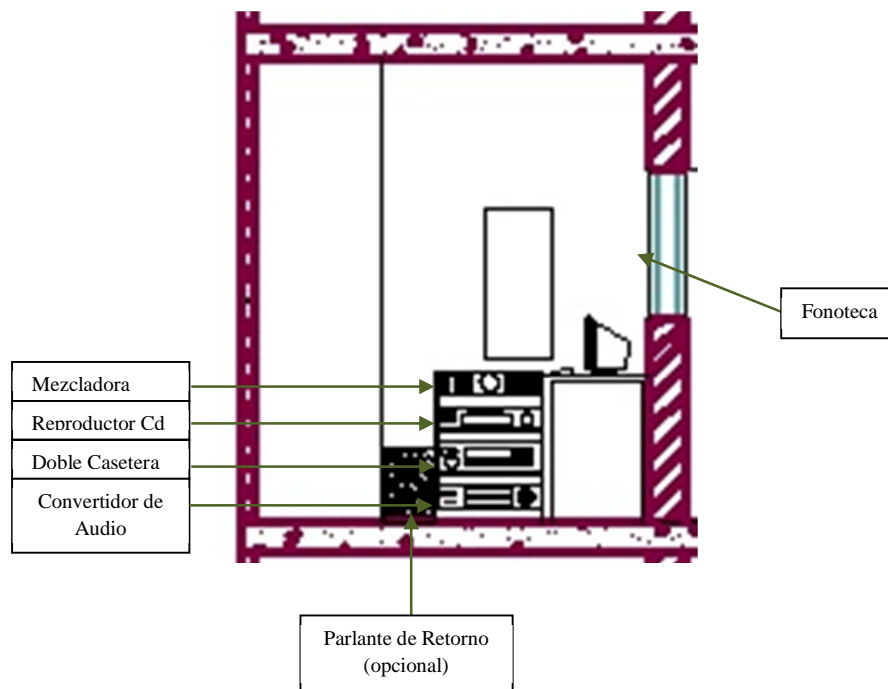


Figura 4. 4 Ubicación de los diferentes equipos en la sala de audio

4.3. DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS MICRÓFONOS

Como hemos visto, los micrófonos son parte esencial dentro del sistema de audio, ya que serán los encargados de captar el sonido proveniente de las diferentes fuentes. Debido a las características de cada fuente se debe aplicar varios tipos de micrófonos como los que fueron detallados en el Capítulo II de este estudio, y además se debe saber como ubicarlos para obtener el mejor desempeño de ellos. Se debe tener en cuenta la situación, el número de micrófonos, si es para un instrumento o para voz, etc. En el set de televisión cuenta con algunos tipos: micrófono de estudio, corbateros y un boom, pero será necesario adquirir algunos micrófonos para tener cubiertas todas estas posibles situaciones.

Para el caso de un coro, por ejemplo, es recomendable un micrófono cardioide con ángulo de aceptación de 120° . El micrófono se debería localizar delante de la fuente más cercana, por encima de la fuente que se encuentre más atrás y “orientado” entre ellas. Aumentando la altura del micrófono por encima de las fuentes se tiende a ecualizar los niveles

sonoros entre ellos, pero además aumentará la captación de sonidos de fondo/reverberantes. Cuando sea posible, la distancia desde el micrófono a la captación que se encuentre más atrás, no debería ser mayor de dos veces la distancia a la fuente delantera, para mantener el balance delantero-trasero. La anchura de la captación es aproximadamente tres veces la distancia al intérprete más cercano. Si se necesitan micrófonos adicionales para fuentes más amplias, la distancia lateral entre ellos no debería ser inferior al triple de su distancia hasta la fuente delantera (Figura 4.5).

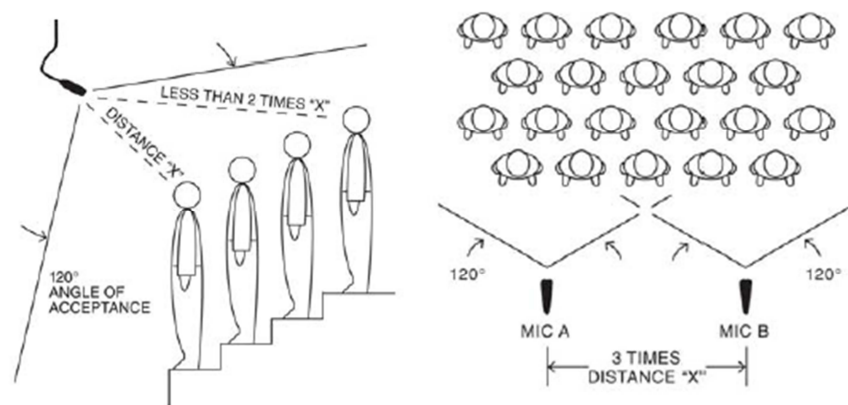


Figura 4.5 Ubicación de micrófonos para un grupo de personas

En el caso de un micrófono corbatero, el debe hacerse aproximadamente 6 pulgadas por debajo de la barbilla del usuario (Figura 4.6). La pinza suministrada permite un fácil enganche a la mayoría de prendas de vestir. Sin embargo, puede ser más adecuado para algunas situaciones un soporte tipo "tac de corbata" que también está disponible. En cualquier caso, hay que ubicar el micrófono de forma que los movimientos que puedan provocar roce con la ropa o que quede cubierto con la misma, se puedan evitar. Es necesario usar la grapa para correa (o cinturón), ya que reduce el ruido del cable y evita tirar de un micrófono con cable cuando el usuario se mueve.

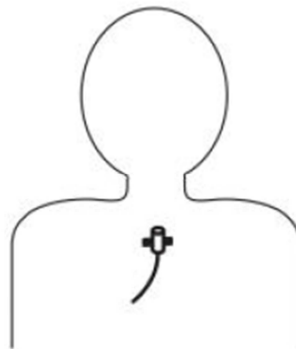


Figura 4. 6 Ubicación de un micrófono corbatero

Un micrófono de mano, como muestra la Figura 4.7., se debe posicionar delante y ligeramente lateral a la boca de uno, y además el usuario debe permanecer dentro del ángulo de aceptación del micrófono para evitar los cambios no deseados en el volumen. Algunos de los mejores micrófonos pueden ser los más susceptibles a los *pops* de la respiración debido a su respuesta de frecuencia grave más plana y extendida. El uso de la técnica apropiada, y quizás el protector de viento accesorio, solventará los principales problemas del *popping*.



Figura 4. 7 Ubicación de un micrófono de mano

Los micrófonos de contacto captan sonidos claramente dentro de un ángulo horizontal de aproximadamente 120° y un ángulo vertical de aproximadamente 60° sobre la superficie de montaje (Figura 4.8). Los modelos omnidireccionales captan el sonido de todas direcciones alrededor de la mesa o del altar. El micrófono debe permanecer en el centro de la superficie y apuntando con la parte delantera del micrófono hacia la fuente de sonido. La fuente de sonido

no debe estar bajo la superficie del plano de montaje. Cuando la retroalimentación sea un problema, se puede instalar un micrófono tipo cuello de ganso, como en un púlpito, para colocarlo muy cerca del sujeto.



Figura 4. 8 Ubicación de un micrófono de contacto

El boom o micrófono de ambiente se debe situar más alejado de los músicos, conductores, etc., y debe estar dirigido hacia las paredes, para captar la mayor cantidad posible de sonido reflejado y evitar que su señal captada interfiera negativamente en la toma de la señal principal, ya que mezclando ésta con una pequeña porción de la de ambiente, evitamos la utilización de reverberación artificial y además añadimos reflexiones naturales a dicha señal.

El micrófono de estudio será usado generalmente, en el estudio de locución para lo que se puede ubicar con un pedestal que lo mantendrá fijo. Las personas o instrumentos que se capten deberán ubicarse a no menos de 3 pulgadas de distancia ya que la sensibilidad de este equipo es bastante alta y depende también del patrón de directividad que se elija.

4.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN INTERNA

Como una producción con varias cámaras típicamente involucra esfuerzos cuidadosamente coordinados de mucha gente, las cadenas confiables de comunicación detrás del escenario son muy importantes. Normalmente, estos sistemas de intercomunicación

cuentan con micrófonos incluidos en los auriculares, estos están siempre encendidos para que ambas manos queden libres para operar los equipos. Ya que una de las cosas fundamentales en este tipo de realizaciones es evitar el ruido, las comunicaciones no se mantienen activas todo el tiempo, sino que se selecciona a quien recibirá la o las instrucciones, lo cual significa que no todos los micrófonos están activos al mismo tiempo, lo que disminuye considerablemente el nivel de ruido.

4.4.1. Personal

Existen varias personas encargadas de diferentes actividades tanto dentro como fuera del set de grabación. Así tenemos en la sala de video al *Jefe de Cámaras* o *Director* quien es el encargado de sincronizar al resto de personal (cámaras, conductores, audio y video); tiene la responsabilidad de dar las instrucciones de forma que todo resulte de acuerdo a lo planificado. Por otra parte se tendrá al *Jefe de Sonido* que deberá comunicarse con el director para ubicar efectos de sonido, música de fondo, manejo de las ganancias de cada micrófono, entre otros. El *Jefe de Piso* es el encargado de verificar el correcto desempeño del personal dentro del set de grabación; debe estar pendiente de la entrada y salida de conductores e invitados, así como de que el maquillista retoque a los presentadores de acuerdo a las instrucciones que reciba del director.

Los *camarógrafos* necesitan estar comunicados con el director para saber en qué lugar del set y en qué instante ubicar una u otra cámara, hacer un acercamiento, abrir una toma, etc., de manera que se capten diferentes cuadros permitiendo que la realización tenga mayor realce y sea de calidad de acuerdo a los requerimientos de la planificación previa. El *Jefe de Video*, se comunica también con el director para incluir efectos de video, texto, etc., en sincronía con lo que sucede en el set para proporcionar información visual adicional que complemente la producción en curso. Cada una de estas personas tiene disponible un *headset* (dispositivo manos libres), es decir, auriculares con micrófono incorporado que le permitirá mantener una conversación y realizar otras actividades al mismo tiempo.

Los sistemas de apuntador inalámbrico se usan para los conductores, artistas, presentadores, etc., dentro de una producción. Llevan este nombre precisamente porque la señal se envía del transmisor al receptor sin la necesidad de cable alguno como se ilustra en la Figura 4.9. El apuntador miniatura es el elemento final y clave de un sistema de transmisión de señal sonora. El sistema consiste en un micrófono y transmisor inalámbrico que manda una señal en frecuencia modulada a un aparato receptor que se conecta a un aro magnético. Este a su vez, la envía de manera inalámbrica al apuntador miniatura que se aloja dentro del oído. Así, el sonido llega directamente al oído sin interferencia del ruido ambiental y con una máxima discreción. Los conductores recibirán diferentes instrucciones al igual que el resto del personal. Para no interrumpir la grabación las órdenes o acotaciones recibidas serán concretas y rápidas.

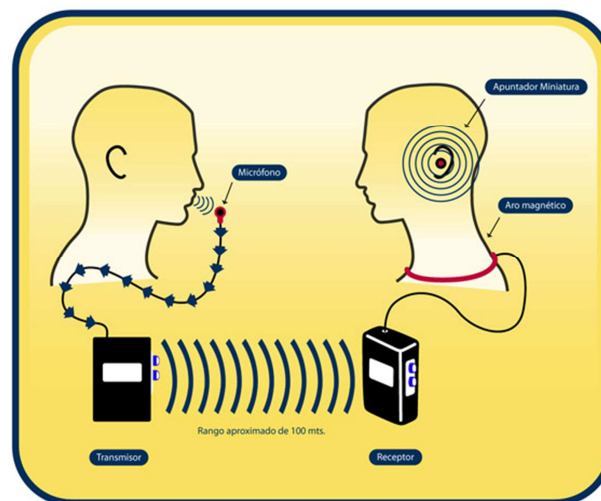


Figura 4. 9 Funcionamiento de un apuntador inalámbrico

4.4.2. Diagrama de Bloques de la Comunicación

Para el set de televisión de la Escuela Politécnica del Ejército, se deberá implementar un sistema inalámbrico de forma que se pueda adaptar a cualquier cambio físico u organizacional. De acuerdo a la comunicación descrita en el apartado anterior, se puede representar la intercomunicación como se muestra en la Figura 4.10:

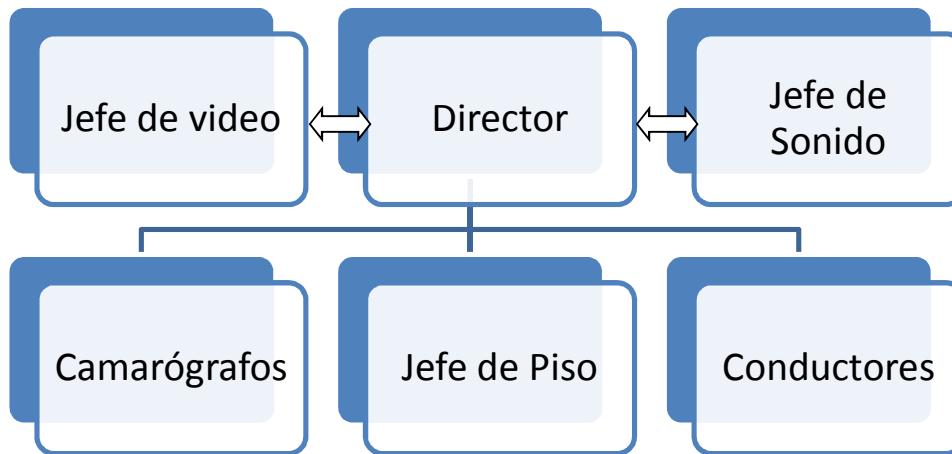


Figura 4. 10 Diagrama de bloques de la comunicación interna

Para una explicación más específica, el diagrama que muestra la Figura 4.11, detalla la comunicación con los equipos que se deberán usar. Las líneas de color rojo representan la conexión inalámbrica entre los dispositivos. El diagrama destaca la jerarquía bajo la cual se realiza la intercomunicación. El director y los jefes de audio y video se encuentran en primera línea desde las salas de control; los camarógrafos y el jefe de piso representan los operarios estando en la segunda línea y por último los conductores, quienes son los que necesitan de menos comunicación que los anteriores, ya que en lo posible se debe evitar interrumpirlos de forma auditiva porque cuentan además con un teleprompter (monitor en el cual se lee el texto según el guión o libreto).

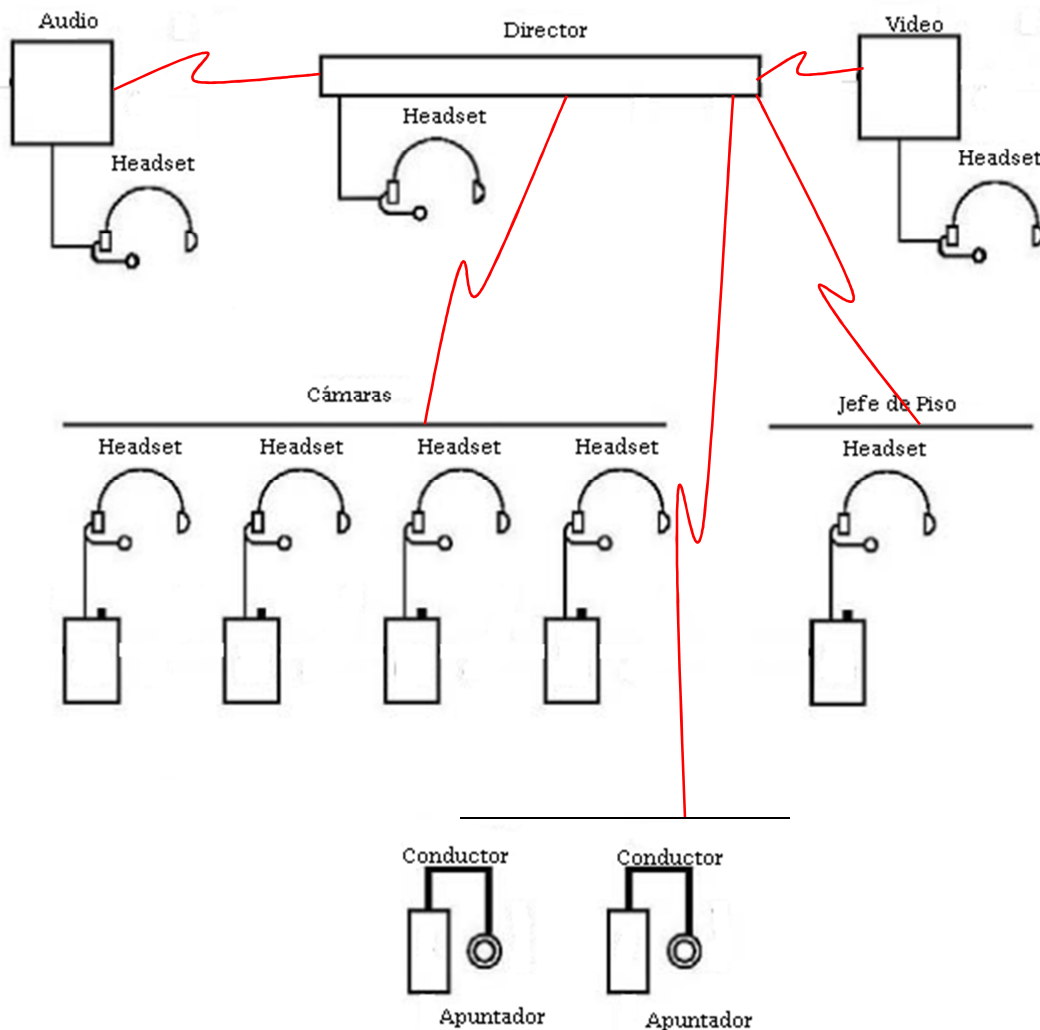


Figura 4. 11 Diagrama de equipos para la comunicación interna

4.4.3. Características de los equipos

En el mercado existen diferentes equipos que pueden cumplir con los requerimientos del sistema de intercomunicación, pero es importante hacer una elección que permita optimizar su uso, ya que para realizar una inversión es importante el factor económico, por lo que los beneficios que brindan los diferentes equipos deben justificar el costo que tienen y por ende traigan buenos resultados. Para cumplir con lo detallado en los apartados anteriores, es necesario tres tipos de equipos principalmente: la estación base, los *headset* y los apuntadores.

A continuación en las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 se detallan las características mínimas con las que deberían contar estos dispositivos:

Tabla 4. 1 Características del Sistema

Características	Descripción
Rango de Frecuencia	2.4 GHz (banda no licenciada)
Número de Comunicaciones Simultáneas	15
Respuesta de Frecuencia	200Hz-3.5kHz
Distorsión	<2%
Sensibilidad	<-90dBm con 10 ⁻³ BER
Rango de Temperatura	-20 a 55°C
Tipo de Transmisión/Recepción	Frequency-Hopping Spread Spectrum (FHSS)
Tipo de Modulación	Gaussian Filtered FSK, TDMA

Tabla 4. 2 Características del Headset

Características	Descripción
Antena	Interna, diversidad dual
Entrada de micrófono	Electret
Potencia de transmisión	100mW
Requerimientos de alimentación	110 V – 60 Hz / baterías “AA”

Tabla 4. 3 Características de la Estación Base

Características	Descripción
Antena	Dipolo, diversidad dual
Entrada de micrófono	Electret
Entradas	RJ-45, XRL

Entradas auxiliares	XRL, Jack
Requerimientos de alimentación	110 V – 60 Hz / baterías “AA”

Tabla 4. 4 Accesorios Disponibles

Características	Descripción
Cargador de baterías	Cargador con fuente de poder 110 V – 60 Hz
Baterías recargables	Baterías para los diferentes equipos
Headset	Tipo diadema, brazo flexible rotativo
Cable de extensión headset	2 metros de acuerdo a las características del headset
Audífono interno (apuntador)	De acuerdo a las características de la base.

CAPÍTULO V

INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL SET DE TELEVISIÓN

5.1. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Debido a que los equipos se han mantenido sin uso aproximadamente tres años, fue necesario verificar el estado en el que se encontraban y realizar un mantenimiento de acuerdo a su condición.

5.1.1. Servidor

El servidor para empezar se retiró el polvo acumulado dentro del mismo debido al tiempo de desuso y a que no fue empacado correctamente. Realizado esto se revisó el estado de la tarjeta madre, las conexiones a cada uno de los dispositivos que necesitan alimentación y se verificó las características del hardware. A continuación se procedió a limpiar las placas (Figura 5.1) con un limpiador de contactos libre de agua, el cual se puede aplicar directamente y es de secado inmediato.



Figura 5. 1 CPU del servidor en mantenimiento

Terminado este procedimiento se verificó el buen estado del CPU del servidor por lo que el mantenimiento de hardware fue iniciado. El ordenador trabaja con el sistema operativo Windows XP, y con las herramientas del sistema se comprobó el correcto funcionamiento del disco duro. Posteriormente se hizo la limpieza lógica del disco, borrando los archivos temporales, programas y archivos que no eran necesarios para el manejo del sonido del set.

La desfragmentación del disco fue el siguiente paso, con lo que se revisó nuevamente el estado del disco y se organizó la distribución de los archivos. Para finalizar se actualizó el sistema operativo. En cuanto al software que permite manejar la mezcladora digital, no se logró instalar debido a que posee tres llaves: dos por hardware (USB) y una por software, es decir, una serie alfanumérica que no estaba disponible ya que se debe actualizar las licencias con el proveedor.

5.1.2. Mezclador, Casetera, Convertidor de Audio y Reproductor de CD

Debido a la antigüedad de estos equipos no fue posible conseguir los manuales técnicos para poder hacer el mantenimiento de forma correcta, como se observan en las fotografías hay elementos delicados (como los motores en la casetera) que de ser manipulados de forma incorrecta se ocasionaría daños permanentes, por lo que se procedió a realizar la limpieza de las placas como se muestra en la Figura 5.2, se retiró el polvo y se limpió de forma minuciosa

los conectores, contactos y los circuitos en general de cada equipo con el limpiador de contactos libre de agua. Este procedimiento fue suficiente para el correcto funcionamiento de los equipos.



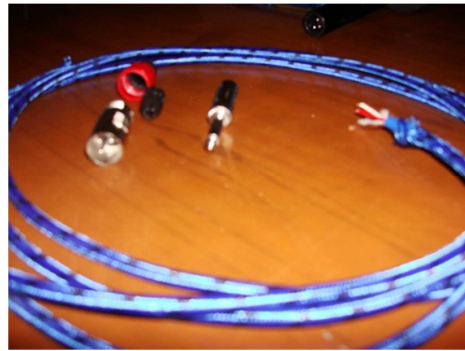
Figura 5. 2 Mantenimiento de los equipos de audio

5.2.3. Cables

En el caso de las conexiones no balanceadas, la pantalla se suelda a la funda y el núcleo a la punta. Para las conexiones balanceadas hay dos conductores en el núcleo, que se identifican por su color. Uno se suelda a la punta del conector y el otro, a su anillo. La pantalla se une a la funda. Las conexiones tipo XLR figuran como: 1 Pantalla. (Shield), 2 Vivo (Hot) y 3 Frío (Cold). En el Anexo 1 se muestran las configuraciones de cables más usadas, tanto para líneas balanceadas como para no balanceadas. En la Figura 5.3 se muestran los diferentes tipos de cables que se utilizaron para la instalación y prueba de los equipos.



(a)



(b)



(c)

Figura 5. 3 a) Cable para audífonos, b) cable para guitarra y c) cable para micrófono

5.2. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE AUDIO EN EL SET

Para poder realizar la instalación de los equipos se debió hacer algunos cambios en el set de forma que se puedan tener las conexiones necesarias, para cumplir con la planificación del capítulo anterior. En cuanto a las conexiones que permiten la comunicación entre las salas de control y la de video, se tenía inicialmente un panel entre la sala de video y el estudio, mientras que la sala de audio no tenía ninguna comunicación, para lo cual se perforó una circunferencia de 8cm en la esquina superior de dicha sala para pasar los conectores de micrófonos de la medusa hacia el estudio (Figura 5.4). El cable pasa por la esquina de la sala

de audio a través de la regleta ubicada en el sitio, con esto el cable permanece fijo y se evita la constante manipulación que puede deteriorarlo.



Figura 5. 4 Cable del adaptador medusa

El estudio de locución no contaba con conexiones para lo cual se perforó la pared que linda con el estudio de audio para poder tener dos entradas para micrófonos y una para el retorno en auriculares de manera que el o los locutores puedan escuchar las órdenes de la sala de audio y a sí mismos. Con esto se tiene la comunicación entre las cuatro salas.

Para la *fonoteca* se ubicó una dependencia en la parte lateral derecha de la sala de audio (Figura 5.5) para poder organizar las colecciones de efectos de sonido que se dispone.

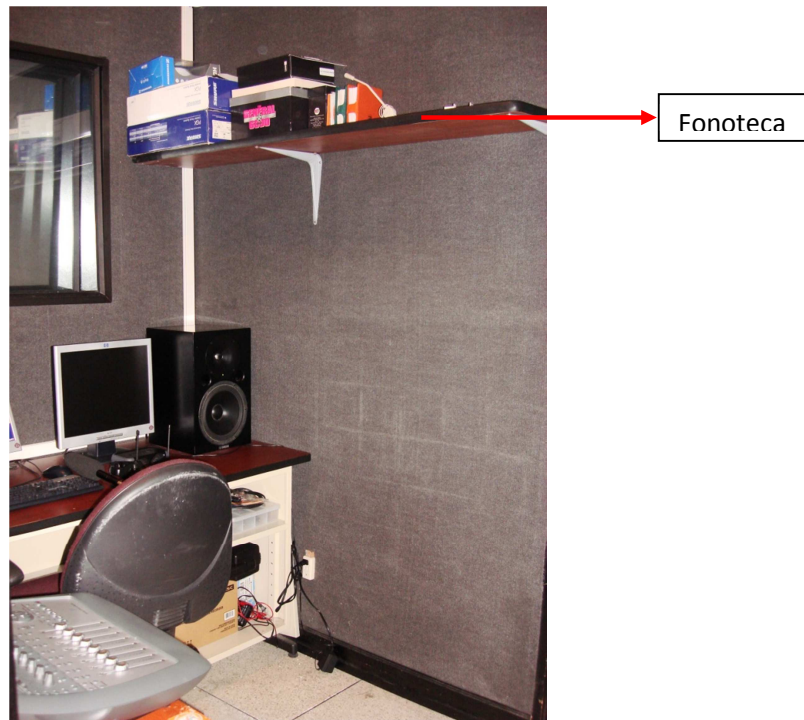


Figura 5. 5 Organización de la fonoteca en la sala de audio

5.2.1. Instalación del mezclador

El *mezclador de audio digidesing* se enciende con un interruptor ubicado en la parte posterior derecha (*on/off*), al iniciarse en los displays se muestra un mensaje que nos pregunta si es que se quiere iniciar el modo de manejo individual, se presiona el botón *stand/alone* y con los dos botones derechos de *solo* se elige el primero que representa la opción *Sí*; con esto se dará inicio al funcionamiento del mezclador. Para empezar, se tiene ocho entradas, ocho entradas para micrófonos y cuatro entradas de línea que pueden ser usados por instrumentos musicales. Existe una conexión estéreo que consta de 2 entradas, una para el canal izquierdo y otro para el derecho.

En cuanto a las entradas de micrófono, se pueden usar como de línea al desactivar el botón que provee de 48 V para la alimentación de micrófonos de condensador y desactivando los botones pequeños ubicados en la esquina superior izquierda del mezclador. . La alimentación fantasma, como se detalló en el Capítulo II es corriente eléctrica directa

suministrada por la mesa de mezclas a los instrumentos o micrófonos conectados a él. La alimentación fantasma se requiere generalmente para los micrófonos, los amplificadores y algunas cámaras de vídeo.

Estas ocho entradas tienen un control de intensidad de 6 dB a – 90 dB, mientras que las entradas de micrófono cuentan con sus correspondientes cuatro perillas para el manejo de una ganancia adicional. Los ocho canales individuales se pueden activar y desactivar temporalmente durante la sesión de grabación con un botón de silencio (*mute*) cuando sea requerido, este botón se encuentra sobre las ganancias de cada canal al igual que el botón llamado *solo* que permite que ese canal específico sea grabado (Figura 5.6).

El mezclador tiene un conector en la esquina superior derecha para la salida auxiliar hacia los audífonos. Esta salida posee una perilla para la variación de la ganancia. En el lado derecho a esto se encuentran los controles para los altavoces, que se detallarán en el siguiente apartado.

En cuanto a las salidas, cuenta con 8 salidas estéreo (Figura 5.7) que pueden ser usadas según sea la necesidad. Cuenta además con un puerto *FireWire* que es la interfaz IEEE 1394; se trata de una tecnología para la entrada/salida de datos en serie a alta velocidad y la conexión de dispositivos digitales. Esta salida al ser digital, demanda un software que permita su manejo, para el caso del mezclador de audio se usa *ProTools*. Este software es licenciado, y por el tiempo en desuso necesita una reconfiguración de contraseñas, por lo que no pudo ser usado en este estudio. Como alternativa a esto, mediante un cable con conectores jack, se envía la señal desde una de las salidas del mezclador hacia el conector para micrófono del servidor. Con esto se puede captar la señal mediante el software *Audacity* que es de licencia gratuita y multiplataforma; reconoce la tarjeta de sonido del servidor que cuenta con el sistema operativo Windows XP. Cabe recalcar que se probaron varios tipos de software y este fue el que menor ruido aportaba a la señal de origen y que es además de uso gratuito.

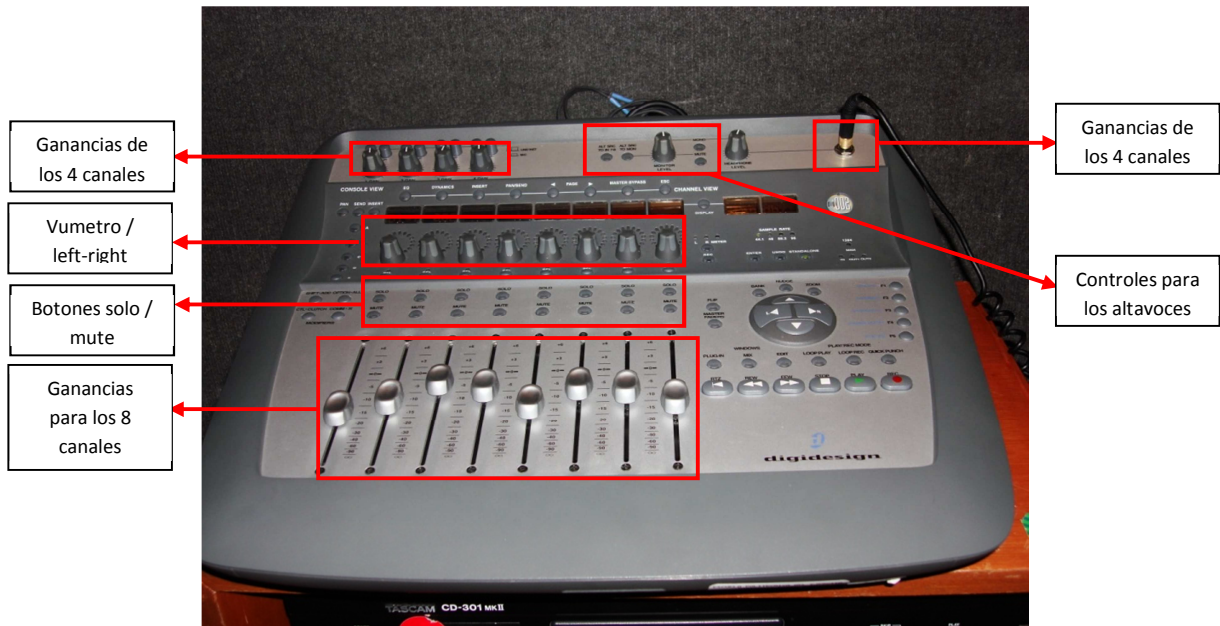


Figura 5. 6 Panel frontal del mezclador de audio

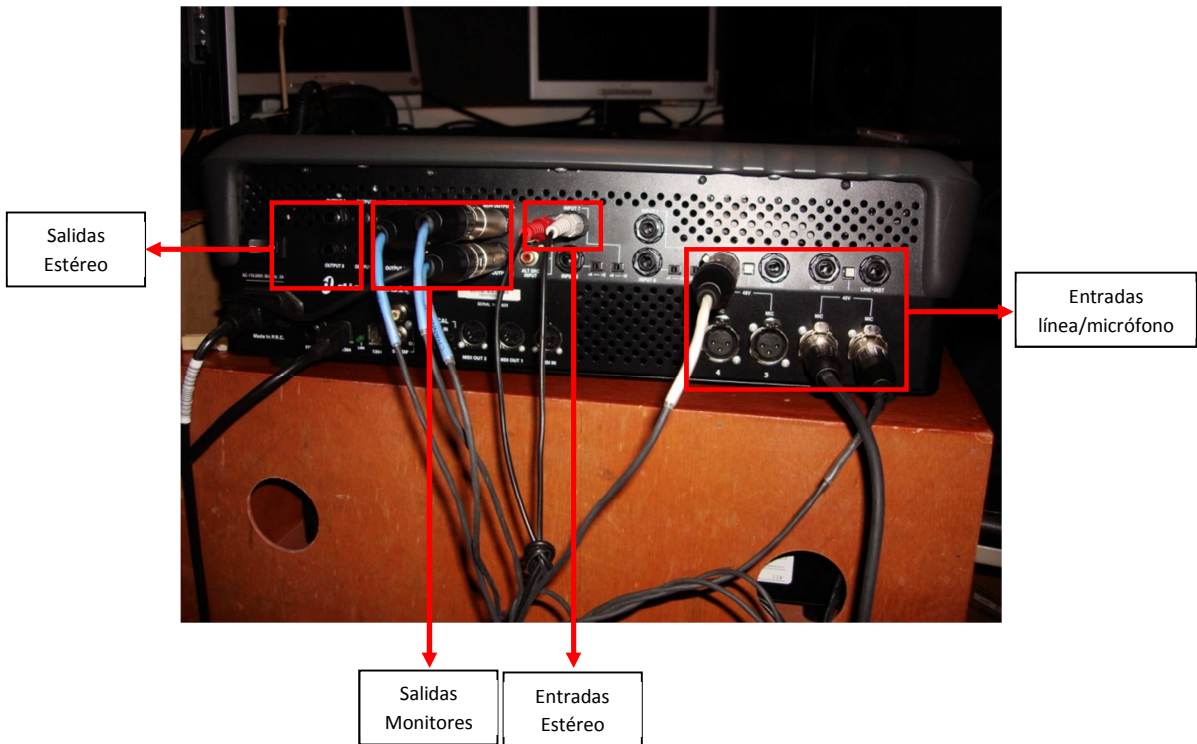


Figura 5. 7 Panel posterior del mezclador de audio

5.2.2. Instalación de los parlantes de retorno

Los parlantes de retorno fueron ubicados según la descripción de la segunda opción del diseño planteado en el Capítulo IV, es decir, el primero se encuentra en la sala de audio (Figura 5.8) y el segundo en el set de grabación. La conexión de ambos es a las salidas de monitoreo de la mezcladora de audio ya que tienen cuatro controles especiales: *mute* que silencia la salida, una perilla que selecciona el balance entre el lado izquierdo (*left*) o derecho (*right*) y por último otra perilla de ganancia que permite modificar la amplitud de la señal de salida. Con esto se puede controlar los parlantes de acuerdo a la necesidad que se tenga en cada situación de forma que no se tenga interferencia o realimentación (*feedback*).



Figura 5. 8 Altavoz de retorno para el set de grabación

5.2.3. Instalación de la casetera y el reproductor de CD

La casetera y el reproductor de CD (Figura 5.9) tienen básicamente la misma conexión. Ambos dispositivos son estéreo, por lo que se conectarán a las entradas estéreo (jack amarillo y rojo) de la mezcladora de audio. Debido a que la mezcladora es pequeña, se puede tener

conectada una sola entrada, para nuestro caso, se tienen varias colecciones de efectos de sonido en CD's por lo que se conectó el reproductor de CD para realizar las pruebas. Este tiene las funciones de: reproducir, pausar, avanzar, retroceder; además tiene un conector tipo jack $\frac{1}{4}$ para conectar audífonos y una perilla que controla la ganancia de esta salida.



Figura 5. 9 Reproductor de DVD (superior) y casetera

5.2.4. Instalación de los micrófonos

El encargado de manejar *el boom* Figura 5.10 deberá sostenerlo a una distancia prudente de forma que no interfiera en la toma y que el micrófono quede sobre los actores. Los movimientos que se realicen no deben exceder los 90° y no deben ser demasiado rápidos porque se pierde el foco de la fuente de sonido y se genera un ruido excesivo. En cuanto al desplazamiento dentro del set, se puede realizar sin problema ya que el área no es muy extensa. Se debe ser cuidadoso y probar la iluminación ya que el boom puede causar proyección de sombras sobre la escenografía.



Figura 5. 10 Ubicación del micrófono boom en el set de grabación

El *micrófono de estudio* se usará básicamente en el estudio de locución, para este fin se realizó la conexión descrita anteriormente. Con esto se tiene la entrada directa desde el estudio de locución hacia la sala de audio donde se encuentra la mezcladora de audio. Como se muestra en la Figura 5.11, el micrófono cuenta con un soporte elástico amortiguado, diseñado para fijarse a un pedestal fijo o tipo jirafa que deberá adquirirse, para que cuando sea requerido solo se conecte el cable tipo canon (XLR) y será suficiente para que funcione.

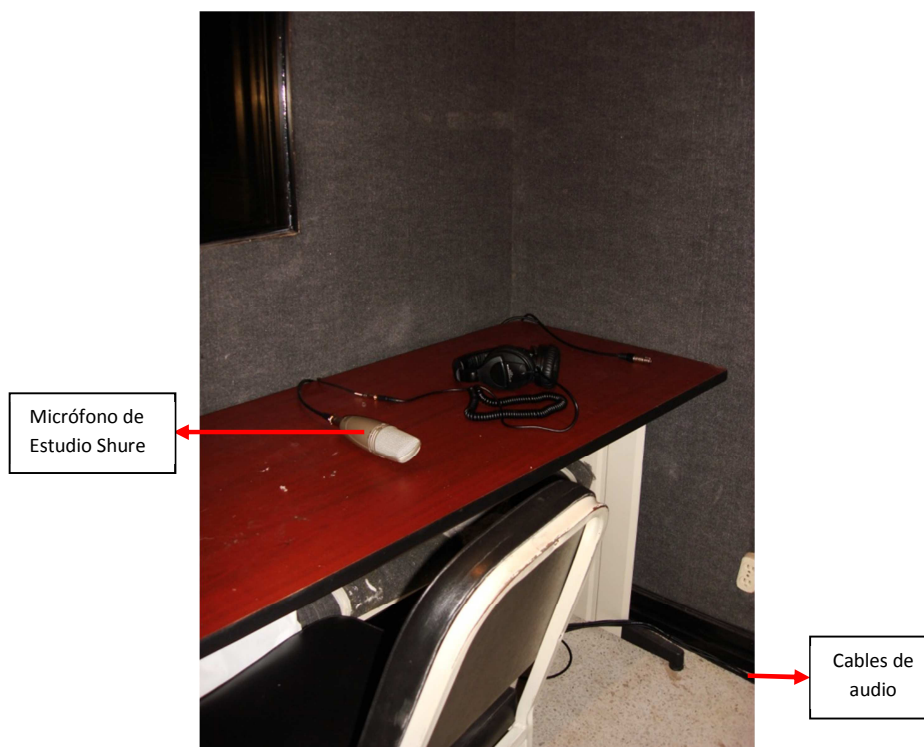


Figura 5. 11 Equipos en la sala de locución

La parte delantera del micrófono está identificada por el logotipo marca SHURE y por el interruptor selector de patrón polar de captación, por lo cual se debe dirigir esta parte hacia la fuente sonora. La parte posterior del micrófono tiene un logotipo circular con la S en el centro, bajo esto se encuentra el filtro de frecuencias bajas y el interruptor atenuador de 15dB.

El filtro de frecuencias es un interruptor que permite ajustar la respuesta de frecuencias bajas del micrófono. La primera posición es la *respuesta plana*, que se selecciona cuando se desea la reproducción más natural de la fuente. La segunda posición es la de *corte de frecuencias bajas*, esta opción introduce un filtro de 18 dB por cada octava de frecuencia de corte de 80 Hz. Ayuda a eliminar los sonidos causados por el escenario y ruidos ambientales de baja frecuencia como los producidos por calefactores, ventiladores o acondicionadores de aire. Se usa también para compensar el efecto de proximidad. La tercera posición es *amortiguación progresiva de bajas frecuencias*, consiste en un filtro de atenuación de 6 dB por octava con frecuencia de corte de 115 Hz. Se usa para captar voces o instrumentos evitando que éstos suenen poco definidos o apagados.

En el estudio se cuenta con dos sets de *micrófonos corbateros inalámbricos*, la conexión se realiza con un adaptador de corriente AC a 110V y el conector tipo canon (XLR) que irá hacia la medusa que posteriormente enviará la señal a la entrada de la mezcladora de audio. Su configuración se basa en un puerto infrarrojo ubicado en la parte superior del receptor y en la parte lateral izquierda del transmisor como se muestra en la Figura 5.12, para que los dos dispositivos se sincronicen; el receptor debe ser ubicado a no más de 15cm de distancia del transmisor. Se debe presionar el botón *sinc* ubicado a lado del puerto infrarrojo del transmisor y se espera aproximadamente 3 segundos durante los cuales, el led del transmisor estará de color rojo, pasado este tiempo el mismo led se tornará verde al igual que el led que indica que el receptor está listo (*ready*). Previo a esto se puede elegir un canal o presionando el botón que está junto al display aparecerá de forma aleatoria un canal disponible.



Figura 5. 12 Elementos un micrófono inalámbrico corbatero

El resultado final es el que se puede apreciar en la Figura 5.13, en el cual se puede ver el estudio de grabación con los equipos necesarios para que sea funcional. En cuanto a la parte de audio, las instalaciones no interfieren con los cables de iluminación ni de video y los

equipos se encuentran ubicados de forma que los operarios y personal podrán desempeñar sus funciones correctamente.



Figura 5. 13 Equipos en el set de grabación

5.3. PRUEBAS DE SONIDO EN EL SET DE GRABACIÓN

Una vez instalados los equipos se dieron inicio a las pruebas de sonido, para esto, se realizaron las conexiones en el mezclador de audio, descritas en la sección anterior de manera que se tiene la conexión hacia el computador, las entradas. Para el monitoreo de las señales captadas se usaron auriculares como ilustra la Figura 5.14.



Figura 5. 14 Manejo del mezclador de audio

Parte de la planificación para una prueba de sonido, es la ubicación de iluminación y cámaras (Figura 5.15), ya que es importante que los cables de audio y las diferentes conexiones no interfieran en el escenario. Además el audio debe sincronizarse con el video, para lo cual el jefe de cámaras y el jefe de sonido deben dictar lineamientos antes, durante y luego de la grabación.



Figura 5. 15 Ubicación de cámaras para la prueba de sonido

Para empezar, se probaron los micrófonos inalámbricos corbateros para un conductor en el escenario. Como se muestra en la Figura 5.16 el receptor se encuentra en la parte lateral, de forma que al realizar la grabación, se imperceptible para las cámaras.

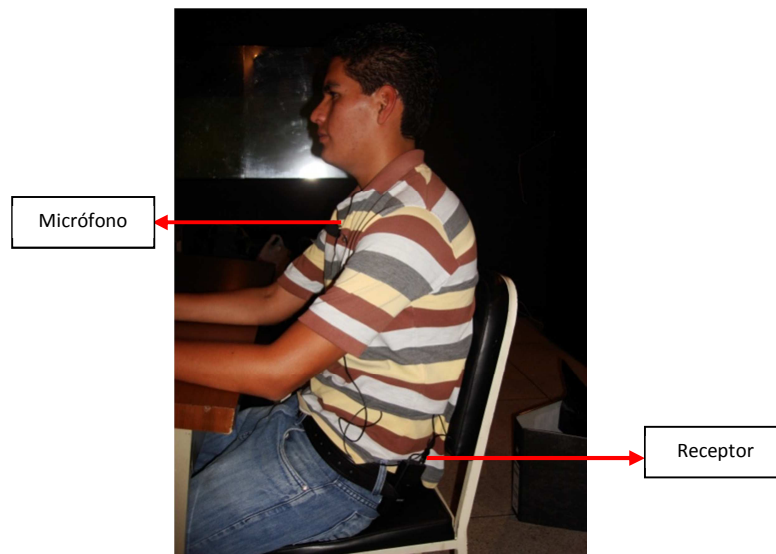


Figura 5. 16 Prueba de sonido con un conductor

De igual forma se probó el boom, que permite captar los sonidos ambientales, la ganancia empleada para este micrófono no debe ser mayor a 0dB en el mezclador de sonido, ya que si se sobrepasa este límite, el micrófono capta el sonido de pisadas, movimiento de cables, entre otros.

El siguiente micrófono en ser probado es el de estudio, para esto se realizó una prueba en el estudio de locución. En el caso de que la grabación se realice por una sola persona (Figura 5.17), se deberá elegir el patrón polar cardioide para concentrar la captación de la fuente de sonido en un solo lado del micrófono. Se debe además, desactivar la atenuación de 15dB de forma que el selector estará en 0 dB.



Figura 5. 17 Prueba de sonido en la sala de locución

Luego de realizadas las pruebas, se analizaron las diferentes grabaciones. En un inicio, se captaron a través del *Sound Recorder*, pero tiene la limitación de que cada grabación será de máximo 60 s. Para solventar este inconveniente, como se explicó anteriormente, se usó el software gratuito *Audacity*, que permite hacer grabaciones de hasta 3 horas, muestra la forma de onda de la señal que ingresa y permite realizar edición, aunque este proceso se debe realizar con otro tipo de software, más avanzado, que permita un resultado profesional.

Las señales recibidas, son bastante claras, aunque la calidad de la grabación no es tan buena como se requiere, debido a que está ingresando por la tarjeta de sonido del servidor. Esto se puede mejorar si se graba la señal mediante FireWire y con un software profesional. Por lo demás se puede decir que el sonido es aceptable y las grabaciones servirán para cualquier producción que se realice.

5.4. PROPUESTA DE ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

Después de realizar las pruebas de sonido, se vio necesario la adquisición de algunos equipos y la renovación de los ya existentes para que el set de televisión de esté a la par de la constante evolución de la tecnología. La Escuela Politécnica del Ejército, al ser una institución

pública, debe realizar las adquisiciones mediante el Portal de Compras Públicas, en el cual se publican diferentes procesos (subasta inversa, licitación, etc.) que permiten que varias empresas participen y oferten según los requerimientos expuestos. Estas empresas deben cumplir con los requisitos del Reglamento de Compras Públicas vigente. Lo que se considera en estos procesos es una competencia leal y equitativa, por lo que no se pueden especificar marcas de los productos o servicios. Para el solicitante debe detallar las especificaciones técnicas que deben cumplir los equipos o servicios.

A continuación se detallan las características técnicas de los equipos que después de este estudio, se considera, deberán ser adquiridos:

Cantidad	Equipo	Características
4	Micrófono de mano inalámbrico	<ul style="list-style-type: none"> • 30 a 33 canales • Cápsula unidireccional • Micrófono dinámico • Sistema de protección de ruido por viento y aliento. • Exploración automática de canales de función. • Respuesta en frecuencia 50Hz- 16KHz • Max SPL 75 dB • Seleccionador de entrada • Uso de baterías “AA”
2	Micrófono inalámbrico de corbata	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de transductor: elemento condensador back electret. • Respuesta en frecuencia: 20 - 16000Hz • Patrón polar omnidireccional • Sensibilidad -64dB \pm 3dB • Impedancia 1000 ohm • Alimentación pila botón DC de 1.5V (tipo UM-4) • 20 a 30 canales • Puerto infrarrojo
1	Estación de trabajo con mezcladora	<ul style="list-style-type: none"> • Grabación de 48 Tracks, 24 bits/ 96 KHz • Procesamiento interno a 32 bits con punto Flotante • Disco duro de 80 GB incluido

		<ul style="list-style-type: none"> • Unidad grabadora de DVD RAM incluida • 48 Entradas/Salidas TDIF incluidas • Slots para tarjetas análogas, AES/EBU y Ópticas • Sincronía a SMPTE, Machine Control incluyendo "HDTV Tri_Level" • Importación/exportación de Archivos en Broadcast Wave y OMF • Transferencia de archivos vía FTP/FireWire/USB • MIDI IN/OUT • Puerto RS-422 • Word IN / OUT / THRU • VIDEO IN / OUT /THRU • Entradas para mouse y teclado PS/2 • Salida VGA para monitor • Soporte para control remoto RC-2424 (MX-2424) • 2 Puertos firewire para discos duros Externos • 4 Puertos USB para discos duros externos • Edición directa desde el panel frontal <p style="text-align: center;">SECCIÓN MEZCLADORA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz gráfica con funciones de edición • Soporte para plugs in • Mezcladora de 48 Canales a 24 Bits/96 KHz • 60 Canales en "Mixdown" • 6 Retornos Estéreos • 24 Bussess y master estéreo • Ecuilizador parámétrico de 4 bandas; • Dinámicos y 4 Plugs-In VST Independientes por canal
1	Professional MP3/CD Player/Mixer	<ul style="list-style-type: none"> • La pantalla muestra la pista (canción) título y el artista cuando un disco se reproduce MP3 • Búsqueda de pistas por segmentos (no por cada segundo) • Búsqueda avanzada por la pista (canción) título o por la carpeta de búsqueda • Bloqueo de Tempo • Inicio instantáneo • Selección reproducir, retroceder, avanzar

		<p>visualización de la hora</p> <p>MEZCLADOR PRINCIPALES</p> <p>CARACTERÍSTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entradas: 2 CD (built-in), Línea 2, 1 auxiliar, 1 entrada para micrófono • Ajuste de medios, agudos y de ganancia para cada canal • Entrada auxiliar Mini Jack para reproductores de MP3 portátiles o receptores de radio satelital <p>CARACTERÍSTICAS DE LAS SALIDAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salidas XLR balanceadas XLR • Salida digital • 2 entradas de línea adicionales • Entrada de micrófono • Multi-voltaje 115V/60Hz o 230V/50Hz
1	Procesador de efectos	<ul style="list-style-type: none"> • Control de distorsión, efectos especiales, procesamiento dinámico. • Parámetros ajustables, ecualización alta y baja • Combinaciones de efectos en serie o paralelo, Interfaz de amigable al usuario • Modulación de varios efectos especiales • Fácil lectura en con indicadores LED
1	Sistema de sonido portátil	<ul style="list-style-type: none"> • 10 canales de mezcla con una conexión para iPod, cuatro entradas de micro / línea, tres entradas estéreo y fuente fantasma • Woofers de 10 pulgadas con driver de 1 pulgada para las altas frecuencias. • Diez efectos digitales de 24 bits con salida de estudio. • Soportes de postes para montajes en trípode. • Cables
4	Trípode para micrófono	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en acero • Ligero para un fácil transporte • Longitud de pluma: 31.3 pulgadas • Longitud de la pierna: 13.39 pulgadas
1	Filtro contra chasquidos	<ul style="list-style-type: none"> • Para la eliminación de ruido indeseado provocado por la propia vocalización del cantante • Para uso en grabación. • 6" de diámetro • Ajustable en cualquier soporte de micro

1	Soporte tipo jirafa	<ul style="list-style-type: none">• Adaptable al micrófono shure ksm44
1	Soporte fijo	<ul style="list-style-type: none">• Adaptable al micrófono shure ksm44

Con estos equipos se podrá realizar una producción de alta calidad que cumpla con la demanda tecnológica actual, así como también se tendrá compatibilidad y por ende un trabajo conjunto óptimo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Debido a la distribución del set, la limitación de espacio y la falta de conectores el micrófono de órdenes necesario en la sala de control de audio se debe incluir en el sistema de comunicación interna inalámbrica, de forma que se minimizan estos inconvenientes y se optimiza la comunicación si existe un cambio de distribución física.
- La estructura del set no está diseñada para un buen aislamiento acústico debido a que los materiales no son los óptimos, es por esto que en la parte interna se escucha claramente el ruido externo, y en el exterior se puede escuchar cuando se tienen micrófonos y los parlantes de retorno activados dentro del set.
- Es importante mantener dentro de los empaques originales a los micrófonos si no se usan comúnmente ya que esto permite evitar daños por el polvo, caídas o excesiva manipulación, con lo que se consigue una mayor vida útil de estos equipos así como su óptimo funcionamiento.
- La señal que llega hasta el computador es clara, pero puede mejorar de dos formas: adquiriendo una tarjeta de sonido de mejor calidad para el ordenador que se use, con lo cual se puede grabar con software del sistema operativo (con un uso limitado), o usando la salida de firewall de la consola hacia el firewall del ordenador, para lo que se necesita que la licencia del software ProTools se encuentre activada, ya que este software maneja la consola y todas sus opciones, optimizando su uso. Si además de esto se mejoran los

conectores de los cables de micrófono (canon) y los adaptadores se tendrá una señal de alta calidad.

- Es importante tener en cuenta la configuración con la cual se deben soldar los cables a los conectores, por lo que se debe determinar la polaridad correcta de cada conector de lo contrario, la señal de audio estará fuera de fase.
- La comunicación interna en las salas de video y de control es muy importante durante una grabación ya que esta permitirá la sincronización, coordinación y la toma de decisiones de forma inmediata, para obtener resultados satisfactorios con un producto final de alta calidad.
- Es importante que los cables que se usen para las diferentes conexiones posean hilos trenzados para que la manipulación no los rasgue o rompa, especialmente en los cables para instrumentos.
- La identificación previa de los canales etiquetados en la medusa es imprescindible para realizar una correcta conexión de los diferentes equipos; se los identifica como *chanel1* (entrada), *output1* (salida), por ejemplo. Estas etiquetas se encuentran después del conector de cada cable y en el panel de conectores.
- Al realizar una grabación es necesario que el jefe de sonido tenga el espacio necesario para poder usar el mezclador de audio, controlar la grabación en el servidor y además manejar el resto de material de audio así como los equipos.
- Los micrófonos corbateros se deben ubicar en una parte de la vestimenta en los cuales además de estar a no menos de 6 pulgadas de la boca del presentador, tenga poco movimiento para evitar posibles roces que causarán ruido indeseado.
- Para llevar a cabo una grabación con más de veinte personas dentro del set es importante controlar las ganancias de los micrófonos para evitar el efecto Larsen aunque esto signifique perder considerablemente el retorno en el altavoz.

6.2. RECOMENDACIONES

- Designar un espacio físico cerca del set de televisión que funcione como almacén o bodega de forma que se pueda guardar de forma correcta y ordenada el material grabado, cables y elementos auxiliares que se usan ocasionalmente.
- La ventana de doble vidrio ubicada en la sala de control de audio debe permitir la comunicación visual con el set de grabación, de forma que el técnico de sonido pueda controlar los equipos a la vez para lo cual se debe ubicar la mesa y los muebles 30 cm hacia arriba.
- El piso debería ser alfombrado al igual que las paredes o en su defecto se debería instalar piso flotante para evitar la transmisión del sonido por caminos secundarios.
- Mejorar el aislamiento acústico dentro del set empleando materiales adecuados y realizando un relleno uniforme entre los paneles de las paredes de forma que se pueda mitigar el ruido externo.
- El micrófono de estudio requiere una protección externa contra chasquidos que complemente al filtro incorporado que posee, de forma que se mitigue efectivamente los ruidos producidos por el viento y el aliento.
- Se debe adquirir e instalar un pedestal fijo en el estudio de locución para adaptarlo al soporte del micrófono de estudio de forma que la captación de la señal se dé desde un único punto, mejorando así la calidad del sonido.
- En la sala de audio, debido a la limitación de espacio, deberá contar con un solo operario ya que con dos o más personas se tendrá complicaciones en el momento de controlar un equipo u otro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] http://Www.Juntadeandalucia.Es/Averroes/Iesmateoaleman/Musica/Onda_Sonora.Htm, Características de las Ondas Sonoras
- [2] <http://www.Frm.Utn.Edu.Ar/Medidase2/Varios/Db.Pdf>, Decibelio
- [3] <http://www.Conama.Cl/Educacionambiental/1142/Fo-Article-41536.Pdf>, Ruido
- [4] <http://Rabfis15.Uco.Es/Lvct/Tutorial/1/Paginas%20proyecto%20def/%281%29%20prop%20fis%20del%20ruido/Param%20que%20definen%20el%20ruido.Htm>, Potencia Y Presión Sonora
- [5] http://Platea.Pntic.Mec.Es/~Lmarti2/Sonido%20_Sti_.Pdf, Presión Sonora
- [6] <http://www.Farq.Edu.Uy/Joomla/Images/Stories/Acustico/02%20acustica%20fisica%20%282%29.Pdf>, Conceptos Nivel De Presión Y Energía
- [7] <http://www.Eumus.Edu.Uy/Eme/Cursos/Acustica/Apuntes/Acuarq/Acuarq.Html>, Acústica Campo Libre y Reverberante
- [8] http://www.Mundodescargas.Com/Apuntes-Trabajos/Salud/Decargar_Contaminacion-Acustica-En-La-Industria.Pdf, Campo Reverberante
- [9] <http://www.Ingenieriadesonido.Com/Upload/Acustica%20ii.Pdf>, Acústica en Campo Reverberante
- [10] <http://www.Intramed.Net/Userfiles/Audicion.Pdf>, Percepción Auditiva
- [11] <http://www.Astormastering.Com.Ar/Acustica%20arquitectonica%20para%20salas%20de%20grabacion.Pdf>, Acústica Arquitectónica para Salas de Grabación
- [12] <http://www.Eumus.Edu.Uy/Eme/Cursos/Acustica/Apuntes/Cap04.Pdf>, Materiales Acústicos
- [13] <http://Emsia.Com.Ar/Downloads/Sonido2.Pdf>, Curso Intensivo de Sonido
- [14] http://www.Saespain.Com/Comunidad/Madrid/Proyectos/1006/Proyectoinv_Rodrigo_Castro.Pdf, Proyecto De Investigación – Análisis de Microfonía y Sampleo
- [15] [Http://Platea.Pntic.Mec.Es/~Lmarti2/Micros.Pdf](http://Platea.Pntic.Mec.Es/~Lmarti2/Micros.Pdf), Tipos de Micrófonos
- [16] [Http://Www.Cetear.Com/Cap02microfonos.Pdf](http://Www.Cetear.Com/Cap02microfonos.Pdf), Micrófonos Tipos y Manejo
- [17] [Http://Www.Amplar.Org.Ar/Admin/Archivos/Microfonostipoymanejo.Pdf](http://Www.Amplar.Org.Ar/Admin/Archivos/Microfonostipoymanejo.Pdf), Técnicas de Captación de Sonido-Ubicación de los Micrófonos

[18] <http://www.Ieslosviveros.Es/Electronica/Material/Asig10/2microfonosdefpdf.Pdf>,
Microfonía

[19] http://www.Astormastering.Com.Ar/Clase_11_Criterios_De_Seleccion_De_Microfonos.Pdf,
Selección de micrófonos

[20] <http://Www.Mcgraw-Hill.Es/Bcv/Guide/Capitulo/8448147979.Pdf>, Uso e Instalación de
los Micrófonos

[21] https://Www.Serina.Es/Empresas/Cede_Muestra/302/Tema%20muestra.Pdf, Conexiones
Electrotécnicas

FECHA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, _____ del 2011

ELABORADO POR:

Gabriela Patricia Llerena Oña

171706292-9

AUTORIDAD

Ing. Gonzalo Olmedo
Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Electrónica
y Telecomunicaciones