



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELETRICA
UNIDAD ZACATENCO
ACADEMIA DE ACUSTICA**

**“DISEÑO DE LA PRODUCCIÓN DE UN EVENTO
DEPORTIVO MUSICAL EN LA PLAZA “LÁZARO CÁRDENAS” DEL
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

PRESENTAN:

**HÉCTOR ULISES PÉREZ PÉREZ
JESÚS ABRAHAM GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**

ASESORES:

**DRA. ITZALÁ RABADÁN MALDA
ING. MARCIAL MARGARITO SÁNCHEZ SÁNCHEZ**

MÉXICO D.F. 2013



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN
DEBERA (N) DESARROLLAR

INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA
TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
C. HECTOR ULISES PEREZ PEREZ
C. JESUS ABRAHAM GONZALEZ FERNANDEZ

“DISEÑO DE LA PRODUCCIÓN DE UN EVENTO DEPORTIVO MUSICAL EN LA PLAZA “LÁZARO CÁRDENAS” DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL”

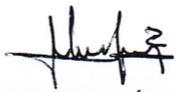
DISEÑAR UNA PRODUCCIÓN PARA UN EVENTO DEPORTIVO MUSICAL EN LA PLAZA “LÁZARO CÁRDENAS” DE LA UPALM (ZACATENCO) DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

- MARCO TEÓRICO
- DESARROLLO DEL PROYECTO

MÉXICO D.F. A 25 DE FEBRERO DE 2015

ASESORES


M. EN C. ITZALA RABADÁN MALDA


ING. MARCIAL-MARGARITO SÁNCHEZ SÁNCHEZ


ING. PATRICIA LORENA RAMÍREZ RÁNGEL
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA EN COMUNICACIONES Y ELECTRONICA

AGRADECIMIENTO

Principalmente a mis padres, Ma. De Lourdes Pérez Sánchez, Héctor Pérez Barocio, por todo ese apoyo y comprensión, en momentos buenos y malos de mi vida como estudiante, les agradezco todos esos consejos que me dieron al igual que esos regaños que me sirvieron para tomar más fuerza y corregir mis errores. Definitivamente ustedes son parte fundamental de este logro, son mi máxima inspiración y mis héroes también reconozco el gran esfuerzo que tuvieron a lo largo de toda mi vida como estudiante desde la guardería hasta universidad siempre estuvieron ahí como se dice: “al pie del cañón” ayudándome en lo que fuera, desvelándose, con migo, etc. Los amo, porque ustedes me han regalado los tesoros más valiosos de esta vida, amor, libertad y educación; al igual que agradezco a Dios por haberme dado a ustedes como padres.

También agradezco a mi abuela Guadalupe Sánchez quien ha sido como una madre para mí, y parte importante en mi familia y en mi vida, de la misma forma le agradezco a mi abuelo y hermano Joaquín Iván Pérez Pérez y a todos mis tíos y tías que también me han demostrado su apoyo a lo largo de este camino.

También agradezco a todas esas personas que he conocido en todo este camino compañeros, amigos y profesores que me han dejado sus enseñadas y experiencias así como compartido sus conocimientos los voy a recordar toda mi vida porque ya son parte de ella. Gracias!!

DEDICATORIA

A mis abuelos paternos. María Bartola Barocio Cuevas y Joaquín Pérez Martínez quienes fueron mis ángeles en este camino y siempre me han cuidado, al igual que a toda mi familia.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.0 LEY DE OHM.....	1
1.1 EL AMBIENTE ACÚSTICO EN EL EXTERIOR.....	2
1.1.1. Velocidad del sonido, Frecuencia y Longitud de onda.....	5
1.1.2. Temperatura y Velocidad.....	5
1.1.3. Absorción.....	5
1.2 EL EFECTO DEL RUIDO AMBIENTE.....	6
1.3 MICRÓFONOS.....	7
1.3.1. Clasificación de Micrófonos.....	7
1.3.1.1. Micrófono Dinámico.....	7
1.3.1.2. Micrófono de Capacitor.....	8
1.3.1.3. Micrófono Electret	10
1.3.2. Especificaciones de micrófonos a tomar en cuenta para su selección...11	
1.3.2.1. Sensibilidad.....	11
1.3.2.2. Fidelidad.....	11
1.3.2.3. Impedancia de salida.....	11
1.3.2.4. Directividad.....	12
1.3.2.4.1. Cardiode.....	12
1.3.2.4.2. Supercardiode.....	13
1.3.2.4.3. Omnidireccional.....	14

1.4 CAJAS ACUSTICAS.....	15
1.4.1. Caja Sellada.....	16
1.4.2. Caja Bass-Réflex.....	17
1.4.3. Guía de Onda.....	17
1.5 CAJAS DIRECTAS Y AMPLIFICADORES.....	18
1.5.1. Cajas Directas.....	18
1.5.2. Amplificadores.....	19
1.5.2.2. Características de los amplificadores.....	19
1.5.2.2.1. Rango de Frecuencias de Trabajo.....	19
1.5.2.2.2. Potencia Nominal RMS o Continua.....	20
1.5.2.2.3. Potencia Musical o Pico.....	20
1.5.2.2.4. Slew Rate.....	21
1.5.2.2.5. Impedancia de Entrada.....	21
1.5.2.2.6. Impedancia de Salida.....	21
1.5.2.2.7. Sensibilidad.....	21
1.5.2.2.8. Factor de Amortiguamiento.....	22
1.5.2.2.9. Rendimiento.....	22
1.5.2.3. Clases de Amplificadores de Audio.....	22
1.5.2.3.1. Clase A.....	22
1.5.2.3.2. Clase B.....	23
1.5.2.3.3. Clase AB.....	23
1.5.2.3.4. Clase C.....	23
1.5.2.3.5. Clase D.....	23
1.5.2.3.6. Clase E y Clase F.....	23
1.5.2.3.7. Clase G.....	24

1.5.2.3.8. Clase H.....	24
1.6 TIPOS DE ARREGLOS.....	24
1.6.1. Arreglos convencionales.....	26
1.6.2. Arreglos Lineales.....	31
1.6.2.1 Fuentes Lineales Curvas.....	39
1.6.2.2 Fuentes Lineales con Curvas Progresivas o “J”.....	44
1.7 INTRODUCCIÓN A LAS CONSOLAS DE AUDIO.....	46
1.7.1. Secciones de una Consola.....	46
1.7.1.1. Sección de Entrada.....	46
1.7.1.2. Componentes de Canal.....	46
1.7.2. Tipos de Mesas.....	47
1.7.2.1. Consolas "IN LINE".....	47
1.7.2.2. Consolas "SPLIT".....	48
1.7.2.3. Consolas para "VIVO".....	48
1.7.2.4. Mezcladores.....	48
1.8. ECUALIZADORES.....	49
1.8.1. Tipos de Ecualesadores.....	49
1.8.1.1. Ecualesadores Gráficos.....	50
1.8.1.2. Ecualesadores Paramétricos.....	51
1.9 LINEAS DE TRANSMISIÓN DE AUDIO.....	52
1.9.1. Línea no Balanceada.....	53
1.9.2. Línea Balanceada	53
1.10 ESPECTRO AUDIBLE.....	54
1.10.1 Características subjetivas del sonido.....	55

1.10.1.1. Frecuencia.....	55
1.10.1.2. Armónicos.....	55
1.10.1.3 Amplitud.....	55
1.10.1.4. Tono.....	56
1.10.1.5. Timbre.....	56
1.10.2 El Oído Humano	57
1.10.3. La Intensidad Sonora.....	58
1.10.4. Enmascaramiento.....	60
1.10.5. Estereofonía.....	60
1.10.6. El Efecto de Precedencia.....	60
1.11 PARÁMETROS A CONSIDERAR EN UNA SONORIZACIÓN MUSICAL.....	61
1.11.1. Efecto Peine.....	61
1.11.2. Regla 3 a 1.....	62
1.11.3. Retroalimentación o Feedback.....	63
1.11.4. Rango Dinámico.....	63
1.11.5. Headroom	63
1.11.6. Relación Señal a Ruido (S/N).....	64
1.11.7. Efecto de Proximidad.....	64
1.11.8. Reflexiones.....	64
1.11.9. Curvas de Ponderación.....	65
1.11.10. Perdida por distancia.....	66
CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	69
2.1 Consideraciones técnicas.....	69
2.2 Planificación y diseño de la producción.....	70

2.3 Espacio acústico elegido para la producción.....	71
2.4 Elección del tipo de sistema de audio conveniente para la producción.....	73
2.5 Calculo de Nivel de Presión Sonora de salida por modulo del sistema lineal.	77
2.6 Características y colocación del sistema lineal (Milo Meyer) y análisis virtual (Software Mapp Online (Pro)).....	81
2.6.1 Características del sistema MILO 90.....	83
2.6.2 Amplificador y Procesamientos integrados.....	84
2.6.3 Análisis virtual con software (MAPP ONLINE PRO).....	85
2.7 Subwoofer.....	87
2.8 Procesado de audio (sistema de gestión de altavoces).....	88
2.9 Mezcladora Sala	92
2.10 Estructura Escenario y ring	92
2.10.1 Estructura (GROUND SUPPORT).....	93
2.10.2 Escenario.....	93
2.10.3 Ring (lucha libre).....	93
2.10.4 Enlonado.....	94
2.10.5 Valla de protección.....	95
2.11 Monitoreo.....	95
2.11.1 Consola de monitores.....	99
2.12 Elección de Micrófonos.....	99
2.12.1 Micrófono para batería.....	99
2.12.1.1 Micrófono para Hit-Hat Cerrado y Hit-Hat Abierto.....	102
2.12.1.2 Micrófono para Crash y Ride	104
2.12.1.3 Micrófono para Tom 12”, Tom 13” y Tom de Piso.....	105
2.12.1.4 Micrófono para Bombo.....	108
2.12.1.5 Micrófono para Tarola Arriba y Tarola Abajo.....	108

2.12.2	Micrófono para Amplificador de Guitarra.....	110
2.12.3	Micrófonos para Voz.....	110
2.12.4	Micrófono para la Audiencia.....	111
2.12.5	Micrófono para el Ring (Lucha Libre).....	111
2.12.6	Input List.....	112
2.13	Iluminación.....	114
2.13.1	Lámparas móviles (spot).....	114
2.13.2	Lámparas móviles (wash).....	115
2.13.3	Strobe.....	116
2.13.4	Minibrutos.....	116
2.13.5	Consola de iluminación.....	117
2.14	Video.....	118
2.15	Líneas de transmisión.....	119
2.15.1	Líneas de señal.....	119
2.15.2	Stage box.....	120
2.15.3	Líneas de corriente.....	120
2.16	Planta de luz eléctrica para el evento.....	122
2.17	Logística.....	123
2.18	Presupuesto.....	125
	CONCLUSIONES.....	128
	REFERENCIAS.....	130
	ANEXOS.....	132
	-Glosario de términos en inglés.....	132
	-Fichas técnicas de micrófonos y altavoces.....	134

OBJETIVOS

GENERAL:

Diseñar una producción para un evento deportivo - musical en la plaza "Lázaro Cárdenas", de la UPALM (Zacatenco) del Instituto Politécnico Nacional.

PARTICULARES:

- 1.- Llevar a cabo la evaluación de las condiciones acústicas existentes en la plaza.
- 2.- Planificar el diseño del y ubicación del ring de lucha libre, así como toda la logística del evento.
- 3.- Proponer el sistema de sonorización más conveniente para este lugar tomando en cuenta el espacio a cubrir.

JUSTIFICACION

En México una de las industrias más ligadas a la acústica es la del audio, involucrando está a la del espectáculo; así mismo, ambas exigen cada vez más la presencia de personal de ingeniería altamente capacitado, debido a la rapidez con que se dan los cambios en las tecnologías de diseño de los distintos equipos utilizados para la sonorización e iluminación de eventos.

Así pues, consideramos que el proyecto elegido está completamente relacionado con el desempeño del especialista en acústica egresado de la ESIME, ya que se requiere el dominio de conocimientos bastantes específicos en el área de electroacústica así como de física del sonido, entre otras.

Se propone el uso de tecnologías de audio conocidas como "arreglos lineales" con el propósito de garantizar que cualquier asistente al evento disfrute de manera auditiva el espectáculo musical y deportivo, sin importar su ubicación en la plaza.

INTRODUCCION

El mundo de la música y sus presentaciones en vivo han tenido un gran impacto en la población mundial. Como muestra de esto, día con día se llevan a cabo diversos festivales masivos y diferentes tipos de conciertos que exhiben shows muy llamativos.

Actualmente, los espectáculos de escena musical van acompañados de escenarios grandes con gran maquinaria de iluminación robotizada, y por supuesto un sistema de audio muy completo para que sea escuchado desde cualquier punto del evento musical.

Es por eso que la ingeniería toma un papel muy importante dentro de la industria del audio. Para que exista una buena sonorización, es necesario cubrir la zona ocupada por el público y el escenario. Se evalúa el espacio a sonorizar y se hace el montaje de equipo necesario; se colocan los monitores, todo el equipo de P.A., los micrófonos necesarios, etc.

No todos los eventos musicales llevan un registro sonoro, pero, últimamente la grabación de los conciertos ha gustado a la sociedad y ya se realiza con más constancia; para llevar a cabo éste registro se utiliza equipo y consolas especializadas, software, etc. Y se manda a postproducción para tener el material finalizado.

La escena musical ha causado mayor impacto en los jóvenes, es por eso que este proyecto consta de realizar el diseño de la sonorización y grabación de un evento musical dentro de una institución académica de nivel superior.

ANTECEDENTES

Festivales Históricos de Música al aire libre.

Se puede decir que los sistemas de refuerzo sonoro, fueron impulsados por la música rock. Esto provino del Blues, que era la música de la calle. La gente de la calle era pobre y por lo que no había mucho presupuesto para P.A. (Public Address) y amplificadores, lo que suponía que no se tuvieran en cuenta muchos principios técnicos en los diseños de los sistemas de refuerzo. Fue a principios de los años 60 que aparecieron los primeros festivales de música como el de Monterrey en el 67 o Woodstock en el 69, que requerían una gran cantidad de decibeles para poder llegar a una gran cantidad de público y de donde se vieron consecuentemente los primeros sistemas de refuerzo sonoro a gran escala.

La mayoría de los PA a principio de los años 60 consistían en columnas de altavoces de 12 pulgadas. Las bandas a menudo hacían 3 actuaciones por noche, y al viajar en furgonetas de tránsito, el equipo quedo limitado a 2 columnas de 4 altavoces de 12 pulgadas. Pocas bandas suponían un negocio eficiente. Los sistemas de PA muy grandes, estaban fuera del alcance de muchas bandas. En 1964 The Beatles recorrió el mundo usando su amplificador Vox de 30 W. Ellos a menudo usaban PA, que consistía en altavoces de 12 pulgadas, colocados en columnas, conducidos por amplificadores de 100 W (si tenían suerte). El público que asistía a sus conciertos gritaba tanto que incluso los ahogaba por completo y en muchos casos no se oía la banda, lo que supuso que la banda jamás volvería a realizar tours mundiales.

Esto significo que los empresarios pensaran que la calidad del sonido no afectaba a la asistencia del público a un concierto. Ante todo esto las bandas solo tenían pequeños amplificadores e iluminación simple y los instrumentos y las voces iban por separado.

Entonces vino el periodo de transición del PA que comenzó a dominar como el sistema principal, con instrumentos y voces adaptadas a él. Pero el resultado era un sonido comprimido, carente de expresión dinámica, fidelidad y realismo. El PA estaba en un callejón sin salida. Para que un PA fuera eficaz tenía que ser al menos 4 veces la escala de los amplificadores y totalmente activo (control de bandas) para conseguir la fidelidad. Muchas bandas creyeron que los

locales deberían de asumir la responsabilidad del sonido, pero esto no evolucionó. En esa época los dueños de los sistemas de sonido estaban atados a creencias conservadoras influenciadas por la religión que contrastaban con el contenido del discurso y el estilo de vida de la nueva música el rock. Esto supuso en un principio, un freno en el avance del PA, y las empresas que se liberaron de estas cadenas fueron las que más éxito tuvieron en aquel momento. Pero finalmente todas acabaron adaptándose.

Antes de los años 80, los sistemas de sonido que se elevaban del suelo al techo se convirtieron en la nueva tendencia. Esto dio el espacio suplementario para la organización, se descubrió que la organización de altavoces en racimos (cluster) verticales semicilíndricos tiene el potencial para reducir algunos problemas como la reverberación y los ecos en la paredes. Con todo esto en los años 90, la aplicación de sistemas de fuente de línea permitió a empresarios comercializar acontecimientos más grandes.

La siguiente es una lista de los festivales más relevantes que se realizaron y que algunos actualmente se siguen realizando.

- 1.-Glastonbury (Inglaterra)
- 2.-Coachella (EUA)
- 3.-Woodstock (EUA)
- 4.- Festival Rock y Ruedas de Avándaro (México)
- 5.- Live Aid (EUA, Eupora)
- 6.- Rock in Río (Brasil, Portugal, España)
- 7.-Monterey Pop Festival (EUA)
- 8.-Download Fest (Inglaterra)
- 9.-Lollapalooza (EUA)
- 10.- Benicàssim (España)
- 11.- Reading y Leeds (Inglaterra)
- 12.-Wacken Open Air (Alemania)
- 13.-Rock am Ring (Alemania)
- 14.-Ozzfest (EUA, América Latina y Europa)
- 15.- Sonisphere Festival (Europa)

Antecedentes históricos del refuerzo sonoro.

Todo empezó a principios del siglo XX cuando la música empezó a crear interés a las masas y consecuentemente aparecieron las primeras empresas de audio como Western Electric o Bell Telephone, con inventos como por ejemplo los micrófonos dinámicos y de condensador respectivamente.

A continuación se presentan algunas fechas con los inventos más sobresalientes acerca del refuerzo sonoro hasta nuestros días.

- En 1877, aparece el micrófono de “contacto suelto” o “carbón”, un diseño no magnético basado en partículas conductoras de carbón como las que tienen los teléfonos.
- En 1878, es diseñado el primer micrófono de bobina móvil.
- En 1917, presentan el primer micrófono de condensador práctico y moderno.
- En 1929 se estandariza el decibel (en honor a Alexander Graham Bell) como unidad de medición. Para los 30's se habían desarrollado: micrófonos dinámicos (Western Electric), micrófonos de condensador (Bell Labs), unidades de compresión (Bell Labs), difusores de trompeta radiales y multicelulares, micrófonos cardioides, películas con sonido, bass reflex (jensen), subwoofers de diseño FOLDED, sonido en estéreo, y las celebres curvas Fletcher-Munson .
- El micrófono modelo 55 Unidyne es el primer micrófono unidireccional de un elemento. Su rendimiento y su diseño distinguido lo consagraron como "el micrófono más famoso del mundo". Por consecuencia, micrófonos de un elemento son más pequeños, menos costosos y por lo tanto más accesibles para todos.
- En 1940 las radiodifusores y las compañías telefónicas presentan el medidor VU, y la escala dBm.
- En 1947, se funda AKG en Viena.
- En los años 50's el Dr. Lee Deforest, quien en 1906 invento el Audión, actualmente conocido como triodo (bulbo de tres elementos), falló al predecir que el Thermistor (nombre original del Transistor) desarrollado por Bell Laboratories, jamás desbancaría al Audión en aplicaciones de audio.
- Asimismo, en los años 50's RCA presenta el primer sintetizador, llamado Mark II, que aunque no se comercializó, si sentó las bases para futuros fabricantes.

- En 1953 aparece el primer sistema de micrófono inalámbrico para cantantes, denominado el Vagabond. Equipado con dos baterías para audífonos, el sistema podía transmitir dentro de un perímetro de aproximadamente 65 m² (700 pies cuadrados).
- En 1962, Hideo Matsushita establece la empresa Audio-Technica Corporation en Tokio. La compañía lanza los modelos AT-1 y AT-3MM de cápsulas estereofónicas y empieza a suministrar cápsulas a fabricantes de audio. Posteriormente, en 1978, Audio-Technica lanza los auriculares de condensador ATH-8 y ATH-7. Estos auriculares ganaron diversos premios.
- En 1965 el micrófono dinámico SM57 es rígido y confiable con un sonido nítido y natural. Continúa siendo el micrófono en el atril del presidente, como lo ha sido para cada uno de los presidentes de los Estados Unidos desde Lyndon B. Johnson.
- En 1966 aparece el SM58 (SM corresponde a "studio microphone" que significa micrófono de estudio en Inglés) de Shure es adoptado por los músicos de rock porque el micrófono ofrece la durabilidad y excelente calidad de sonido. Rápidamente se convierte en el micrófono estándar para cantar en vivo. El SM58 sigue siendo el micrófono vocal más popular del mundo.
- En 1978 Bill Putnam adquiere una licencia de Time Align de Ed Long y desarrolla para UREI el monitor 813 Time Align (que por cierto utiliza el transductor coaxial Altec 604). La popularidad que alcanza el 813 es tal, que años después fabricantes como Tannoy, KRK y JBL, producen monitores de estudio de dimensiones similares al 813. El SM81 es el primer micrófono condensador en combinar la reproducción de sonido de calidad para estudios de grabación con la durabilidad necesaria para conciertos en vivo.
- En 1982 Neve lanza su primera consola digital llamada Neve DSP.
- En enero de 1983 durante un NAMM show se conectaron por primera vez dos instrumentos musicales electrónicos de diferente marca (un sintetizador de circuitos secuenciales, con un sintetizador de Roland), y surge el sistema MIDI (Interface Digital de Instrumentos Musicales).
- En 1983, Yamaha lanza el célebre sintetizador DX7 (que vendió cerca de 200,000 unidades).
- En 1984 una compañía llamada MXR cierra sus operaciones. Al año siguiente los dos socios fundadores de MXR fundan cada quien por su lado lo que ahora conocemos como Alesis y ART (Applied Research & Technology). Alesis y ART lanzan al mercado las primeras unidades de reverberación digital de menos de

cien dólares, el ART DR2, y el Alesis XT. Por fin Procesadores Digitales de Señal (DSP) al alcance de las masas.

- En 1985 durante una convención de AES, Yamaha presenta la consola PM-3000. Su sucesora, la popular PM-4000, es una de las consolas más exitosas de la industria. En esa misma convención Lexicon presenta el procesador PCM-70 (uno de los más cotizados procesadores de efectos del mercado aun en nuestros días).

- En 1986 Yamaha ataca de nuevo al presentar (lo que ahora es un clásico), el procesador SPX-90. Asimismo el respetado diseñador de consolas de estudio, Rupert Neve, funda Focusrite (sobra decir que los componentes Focusrite poseen mucha reputación en nuestros días).

- En 1987 Sony decide utilizar tecnología de cabezas rotatorias en una grabadora de cinta digital (R-DAT), y lanza el modelo PCM-2500, el primer DAT profesional.

- En 1998 Euphonix presenta en un show de AES su primer consola Crescendo, una consola análoga con automatización digital vía Mac, PC, o Atari.

- En 1989 Mackie presenta su primer producto, una pequeña mezcladora llamada CR-1604, su característica principal era que incluía 7 envíos auxiliares por canal. A la larga la mayoría de fabricantes de mezcladoras pequeñas imitarían los modelos de Mackie. Audio Technica entra al mercado profesional serio al presentar sus micrófonos de condensador de estudio modelos AT4031 y AT4051. Los micrófonos Beta 58 y Beta 57, con un patrón polar supercardioide y un alto nivel de salida, brindan una mejora sin precedentes ante la retroalimentación que ocurre en los escenarios de conciertos. Shure ingresa al mercado de micrófonos inalámbricos con la serie L. En 10 años más, Shure dominaría esta categoría de productos en todo el mundo.

- En 1991 la historia de la grabación digital al alcance de las masas cambiaría. Alesis presenta durante el show NAMM de enero el exitoso ADAT, grabadora digital de 8 canales, que utiliza videocasetes de formato S-VHS, y con posibilidad de encadenar 16 máquinas para poder grabar 128 canales. El primer ADAT se entregó hasta 1992. Alesis logró colocar más de 100,000 unidades. Meyer Sound presenta los monitores de estudio HD-1, que originalmente se utilizarían para calibración de micrófonos de medición. Es el famoso ingeniero de estudio Roger Nichols, quien propone su comercialización. Asimismo presenta el analizador SIM (Source Independent Measurement), cuya característica principal es poder realizar mediciones acústicas utilizando música (no solamente Pink Noise o barridos de onda senoidal). En 1991, sale al mercado el micrófono de condensador AT4033, elegido mejor micrófono en el AES (Audio Engineering Society)

- En 1992 Mackie presenta su consola 8-Bus. Una mezcladora para estudios semiprofesionales o de proyectos (posiblemente la mezcladora más clonada), por la que a la larga Mackie destronó a Tascam (previo líder de ese mercado).
- En 1993 presenta su consola para sonido en vivo Recall (Langley). Esta consola automatizada puede memorizar (vía pantalla) todos los movimientos críticos del operador. En 1998 Amek presenta el modelo Recall RN (en donde el diseño de los Preamplificadores, Ecuación y Procesadores Dinámicos fue realizado por el respetado Rupert Neve). Como resultado de la colaboración entre Peavey y Peak Audio para su desarrollo, se presenta el sistema Media Matrix. Potente plataforma de control digital para instalaciones permanentes (posee múltiples entradas y salidas y tarjetas DSP para ruteo, mezcla, ecualización, compresión, etc.).
- En 1994 Yamaha presenta su mezcladora digital automatizada ProMix-01 (actualmente sustituida por la 01V). Al año siguiente lanza la exitosa consola digital 02-R (mezcladora de 8 buses y 20 bits, 24 entradas análogas y 16 entradas digitales). Rápidamente otros fabricantes responden con productos similares (inclusive Mackie).
- Es en 1995 cuando resurge la pasión por los bulbos. Actualmente fabricantes de amplificadores, compresores, ecualizadores, mezcladoras, micrófonos, etc. tienen en su línea productos que incluyen bulbos. Desde AKG hasta Whirlwind.
- En 1997 Meyer Sound presenta el SB-1 (Sound Beam 1). Bocina de diseño parabólico para aplicaciones de estadio, se estrena en Japón.
- En 1998 E-mu Systems y Ensoniq se unen. Meyer Sound presenta el PSW-6, el primer subwoofer de comportamiento unidireccional en el mercado.
- En 2002, Audio-Technica celebra su 40 aniversario. Y es designada, para proporcionar aproximadamente 2800 micrófonos para los Juegos de Salt Lake City, marcando así su primera participación en unos Juegos Olímpicos de Invierno. A pesar de las severas condiciones climáticas, los micros A-T respondieron perfectamente.
- En 2009 Shure estrenó los Micrófonos Condensadores de Captación Lateral PG27USB y PG42USB y el X2u adaptador de Señal XLR a USB. Además, Shure lanzó las versiones XLR de los micrófonos nuevos, los PG27 y PG42. Para proveer más soluciones para las aplicaciones de grabación, Shure amplió la Línea de Micrófonos SM con los nuevos SM27 y SM137. Shure lanzó los nuevos Micrófonos de Cinta KSM353 y KSM313.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.0 LEY DE OHM

Si se tiene una diferencia de potencial llamada voltaje, se puede producir corriente eléctrica al cerrar el circuito a través de una resistencia, las cuales se pueden conectar en serie o en paralelo. A mayor oposición hay menos paso de corriente eléctrica y si se quiere más corriente eléctrica sin cambiar la resistencia, se debe de aumentar el voltaje.

En conclusión, a más voltaje más corriente, esto es directamente proporcional y a más resistencia menos corriente, esto es inversamente proporcional y significa una división. A esto se le llama ley de ohm.

$$I = GV = \frac{V}{R}$$

Ley de ohm (1.0)

I = Ampere V= Voltaje I= V / R R= Resistencia

Despeje:

$$V = I R \quad R = V / I$$

Para convertir de Watts (potencia) a Volts (voltaje) se utiliza la fórmula:

$$V = P \times R$$

Y para convertir de Volts (voltaje) a Watts (potencia) se utiliza la fórmula:

$$P = E / R$$

Con la comprensión más clara de lo que son los principios básicos de la electricidad podemos comprender los dB (decibel). Que es una forma logarítmica similar a la que nuestro sistema auditivo funciona.

1.1 Ambiente Acústico en el exterior.

Si nos situamos en un ambiente acústico abierto plano, entonces toda la experiencia indica que en general, un sonido se hace más débil al alejarse de él. Cuando se escucha a una banda de música pareciera que esta solo está compuesta por timbales, sin embargo cuando me acerco me doy cuenta que el sonido se hace más nítido y por consecuente lo logro apreciar mejor.

En algunos días y con las características de las condiciones atmosféricas entonces los sonidos con tonos elevados suelen oírse a mayor distancia. Estas por consecuente son manifestaciones de la transmisión del sonido en el aire. Por consiguiente sabemos de la existencia de la ley inversa de cuadrados, la cual nos hace pensar en la disminución de la potencia sonora con respecto a la distancia.

Ahora bien si tenemos que ser más específicos en cuanto a estos datos entonces podemos tomar la siguiente ecuación como referencia.

$$dB - SPL = SPL + 20 \log \frac{Dr}{Dm} \quad (1.1)$$

Dónde:

dB-SPL = Nivel de Presión Acústica a la distancia medida

SPL = Nivel de Presión Acústica a la distancia de referencia

Dr = Distancia de referencia

Dm = Distancia medida en metros.

Recordando un poco, sabemos que el sonido en un espacio abierto él se propaga de igual forma en todas las direcciones, entonces de esta manera podemos saber también que la intensidad del sonido se decrementa conforme nos alejamos de la fuente. La intensidad del sonido disminuida con respecto al incremento de la distancia es representada en la siguiente figura 1.1. La misma potencia de sonido fluye a través de A1, A2, A3 y A4, pero el área se incrementa cuando el cuadrado de la distancia que los separa aumenta. Esto significa que la potencia del sonido disminuye cuando el cuadrado de la distancia aumenta.

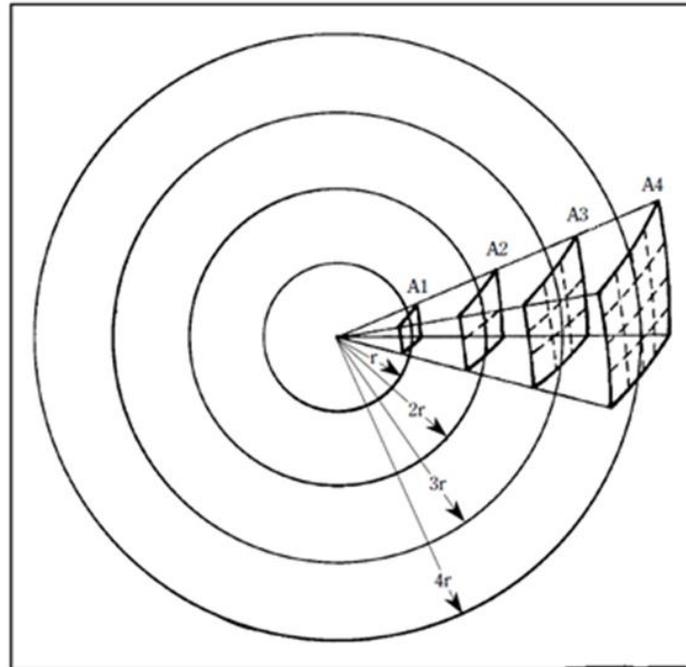


Figura 1.1 Ley Inversa de los Cuadrados

Sin embargo si la ley inversa de los cuadrados fuera la única que influye en las características del sonido en exteriores entonces los sonidos distantes sonarían igual que los sonidos próximos, solo que estos serían más débiles.

La energía se llega a perder por la acción de la viscosidad, de la conducción del calor en el aire y a una relajación del comportamiento de los estados de energía rotacional de las moléculas del aire independientes a la humedad existente en el ambiente. También existen pérdidas motivadas por la relajación del comportamiento de los estados de vibración de las moléculas del oxígeno en el aire. Estos fenómenos dependen de la existencia de la humedad absoluta del aire.

En las siguientes imágenes se pueden apreciar una gráficas las cuales representan la constante de atenuación con respecto de la frecuencia debido a la temperatura presente en el medio ambiente, así como la diferencia de atenuación del sonido para distintas frecuencias.

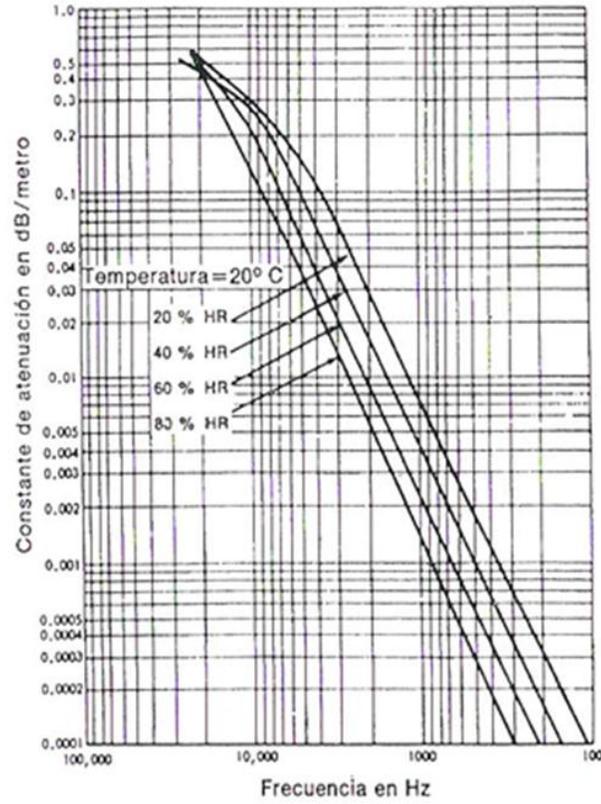


Figura 1.2 Absorción del sonido para diferentes frecuencias.

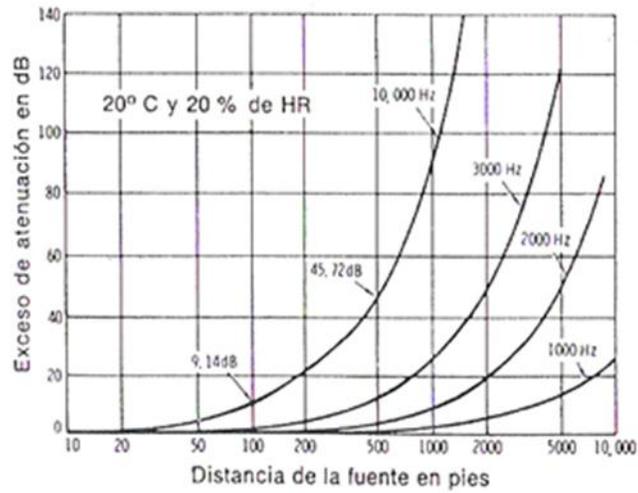


Figura 1.3 Diferencia de atenuación para distintas frecuencias

1.1.1. Velocidad del sonido, Frecuencia y Longitud de onda

La relación entre la velocidad, la longitud de onda y la frecuencia se expresa por:

$$v = \lambda f \quad (1.2)$$

Dónde:

V es la velocidad en metros o pies por segundo.

λ es la longitud de onda en metros o pies.

f es la frecuencia en Hertz.

1.1.2. Temperatura y Velocidad.

La velocidad del sonido depende de la temperatura. La fórmula para calcularla es:

$$c = 20.06 \sqrt{273 + t^{\circ}} \quad (1.3)$$

Dónde:

C es la velocidad en metros o pies por segundo

t° es la temperatura en grados Centígrados.

1.1.3. Absorción.

La absorción es la inversa de la reflexión. Cuando el sonido llega a chocar contra una superficie entonces, una parte de él se refleja y una parte se absorbe. Para un determinado material el coeficiente de absorción es:

$$\alpha = \frac{I_A}{I_R} \quad (1.4)$$

Dónde:

α =coeficiente de absorción del material

I_A =es el sonido absorbido por el material

I_R =es el sonido incidente en el material

Esto hace que el coeficiente de absorción tenga un valor comprendido entre 0 y 1. Para $\alpha = 0$ no se absorbe ningún sonido; se refleja todo.

La necesidad de una superficie reflectora puede darse cuando sucede que el sonido en directo y el sonido reflejado por una sola superficie pueden combinarse de forma que sean 3 dB.

1.2 EL EFECTO DEL RUIDO AMBIENTE.

Hasta el momento se han comentado algunas consideraciones que se tienen al trabajar en un ambiente acústico exterior sin embargo a un no hemos mencionado uno de ellos que es sumamente importante: el ambiente acústico exterior. Una simple regla práctica impone que cuando se produce una variación de +10dB, el nivel más elevado se juzga, de un modo subjetivo, como aproximadamente el doble del nivel de 10dB por debajo del él. A pesar de que el cálculo de la intensidad sonora es más complejo que este, la regla es útil para los sonidos de margen medio. Empleando esta regla se puede examinar una fuente de sonido que radia hemisféricamente debido a la presencia de la superficie del suelo.

En la figura 1.4 se indica el sonido en un campo abierto sin viento. La intensidad del sonido a 30.48m es la mitad que se tiene a 9.14m, a pesar de que las vibraciones de las partículas del aire es, aproximadamente, una tercera parte. De forma similar, la intensidad del sonido a 9.14m es la mitad de la que tiene a 3.048m. Como el sonido se produce en el exterior, los efectos atmosféricos, el ruido ambiente, etc., ocasionan dificultades para el orador y el oyente.

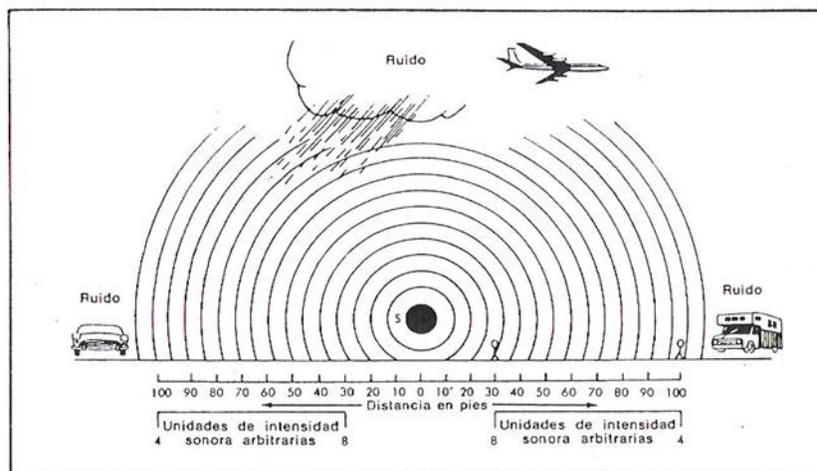


Figura 1.4 El sonido en un campo abierto sin viento.

El tiempo atmosférico, así como algunos ruidos pueden interferir con la audición.

1.3 MICRÓFONOS

Micrófono es un transductor acústico el cual convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

Existen diversos tipos de micrófonos los cuales de acuerdo a sus materiales por los cuales están hechos, poseen cierto tipo de características.

1.3.1. Clasificación de Micrófonos

1.3.1.1. Micrófono Dinámico

Estos micrófonos están basados en los principios de inducción magnética, en el cual un conductor moviéndose a través de un campo magnético le induce un voltaje, proporcional al campo magnético, la velocidad de respuesta, y la longitud del conductor atravesando el campo magnético.

La ecuación que lo rige es la siguiente:

$$e(t) = Blu(t) \quad (1.5)$$

Dónde:

$e(t)$ = el voltaje de salida instantáneo en Volts

B = el densidad de flujo magnético en Teslas

l = longitud del conductor en m

$u(t)$ = la velocidad instantánea del conductor en m/s.

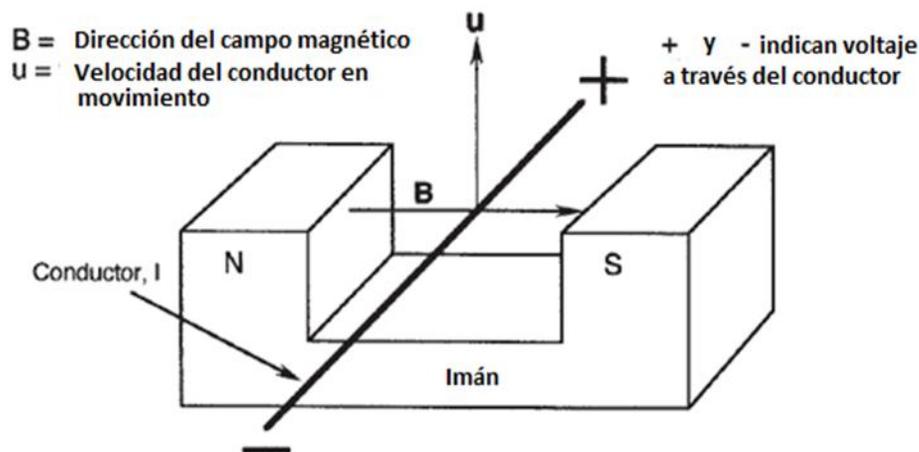


Figura 1.5. Representación del principio de inducción electromagnética.

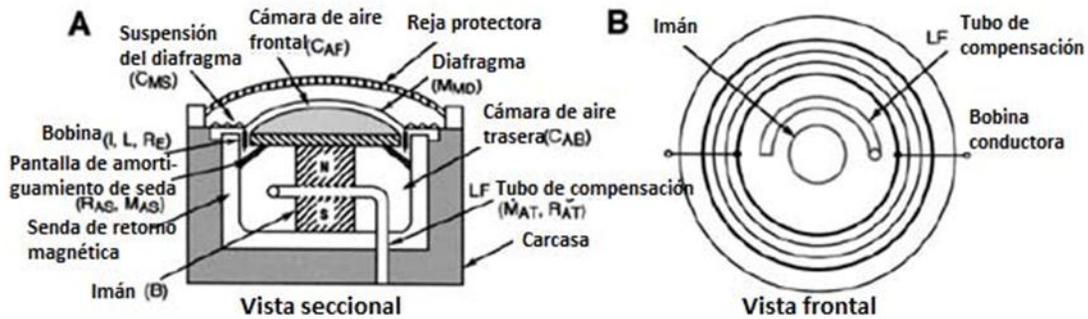


Figura 1.6 Diagrama de un micrófono dinámico.

Los micrófonos dinámicos por sus características son recomendados para muchos tipos de aplicaciones pero sobre todo son los ideales para captar las bajas frecuencias, las cuales mayormente requieren de baja sensibilidad sin embargo, por su gran respuesta en frecuencia estos también son muy ocupados para microfonear muchos otros instrumentos, así como la voz humana.

1.3.1.2. Micrófono de Capacitor

Este micrófono consiste en un condensador plano formado por dos placas conductoras, separadas por una distancia muy pequeña, el dieléctrico entre las placas es normalmente el propio aire que hay entre ellas, es decir están basados en un principio electrostático. Una de estas placas es fija y la otra móvil (el diafragma), que es la destinada a recibir las ondas sonoras.

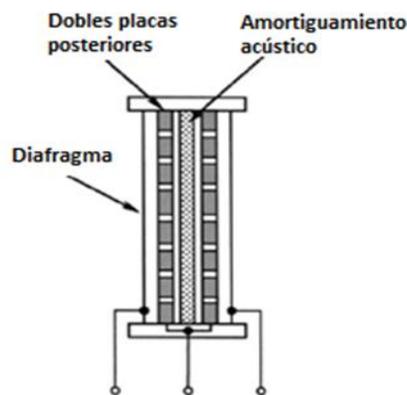


Figura 1.7 Diagrama de la composición interna de un micrófono de condensador.

El diafragma está hecho en su mayoría de metal o plástico bañado en oro, y la otra superficie es generalmente de cerámica (que también esta bañada en oro), la cual tiene una resistencia muy alta, y esto ayuda a estabilizar la carga, además el diafragma es más delgado y liviano que el de un micrófono dinámico, de manera que responde bastante rápido. Es por eso que los micrófonos condensados reproducen el sonido con una clara y detallada calidad sonora.

Cuando las ondas sonoras golpean al diafragma, este vibra, variando el espacio entre el diafragma y su superficie paralela, esto varía la capacitancia y produce una señal eléctrica correspondiente a la onda sonora que está llegando.

Este tipo de micrófono necesita de una corriente de polarización continua para las placas, a diferencia de un micrófono dinámico la salida de voltaje en estos micrófonos es más alta al igual que al impedancia, por lo que se hace imprescindible la utilización de un amplificador convertidor de impedancia (del tipo FET) que va insertado entre la consola y el micrófono, que además de reducir la impedancia de salida, amplifique la señal, afortunadamente este amplificador viene construido dentro del micrófono. Esto nos da la ventaja de poder tener baja impedancia, con lo cual se pueden usar cables de micrófono muy largos sin captar interferencia o perder frecuencias altas, a este método de conversión se le conoce como Divisor de Voltaje.

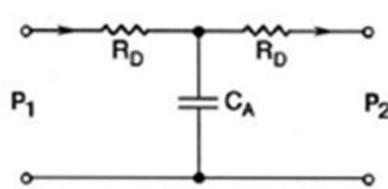


Figura 1.8 Diagrama del circuito eléctrico de un micrófono de condensador.

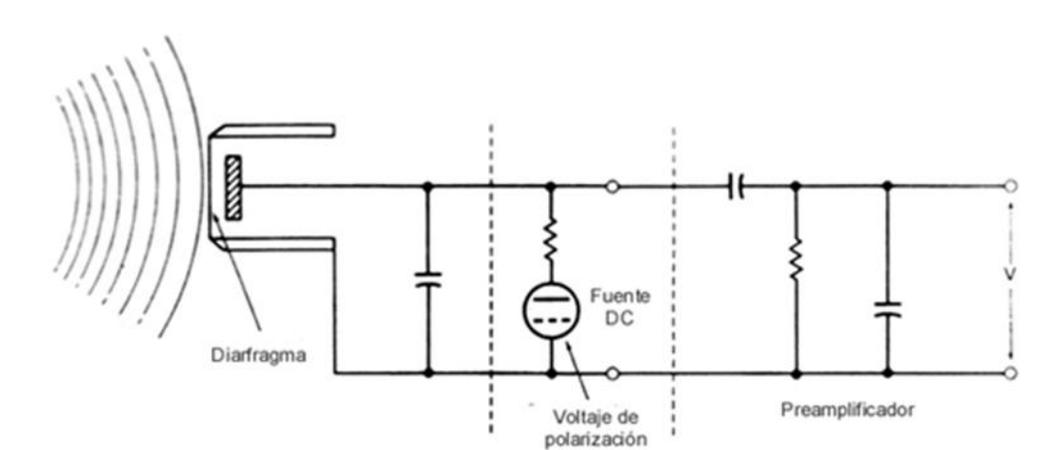


Figura 1.9 Micrófono condensado.

Hay otro método de conversión, en el cual la cápsula usa un oscilador de radio frecuencia RF, en este caso toda la capacitancia generada por las ondas sonoras modula la frecuencia (FM) del oscilador.

Además, este método no presenta muy alta impedancia, ya que con muy pequeñas variaciones de capacitancia es posible obtener grandes variaciones en el oscilador y no requiere de mucho voltaje de polarización, lo cual minimiza enormemente los problemas de ruido inducidos al sistema.

1.3.1.3. Micrófono Electret

Su funcionamiento es similar a los de condensador solo que la alimentación eléctrica la puede proporcionar una pila de 9 volts. La placa fija es un polímero (material plástico) llamado electret, que ha sido sometido a la polarización en su fabricación, es decir que está cargado eléctricamente.

La cápsula del micrófono, se construye al igual que la del condensado, con una placa fija y otra móvil, esta última es el electret y constituye el diafragma (membrana).

Como el electret tiene una carga constante que se obtiene en la fabricación, al variar la distancia entre placas debido a la presión de las ondas sonoras, varia el campo electrostático y aparece un voltaje en las terminales de salida. Así pues, no se necesita el voltaje de polarización.

La duración de polarización del electret es muy elevada, por lo que la sensibilidad del micrófono se mantiene muy constante en el tiempo y además no depende del diámetro de la membrana. La respuesta en frecuencia se extiende desde los 50Hz hasta 15KHz con una ligera acentuación de las frecuencias medias, lo que lo hace útil en la utilización de voces. Además, tiene muy buena relación señal-ruido, es menos susceptible a la humedad y su pequeño tamaño permite la construcción de buenos micrófonos de "solapa o corbata", pudiendo pasar casi desapercibidos.

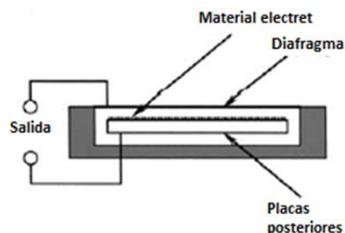


Figura 1.10 Representación de las partes de un micrófono electret.

1.3.2. Especificaciones de micrófonos a tomar en cuenta para su selección

1.3.2.1. Sensibilidad

Esta se refiere a la capacidad de un micrófono para captar sonidos débiles, de poca intensidad. Es la presión, zona que hay que ejercer sobre el diafragma para que nos proporcione señal eléctrica. La sensibilidad de un micrófono cualquiera se mide a la frecuencia de 1000 Hertz y se expresa en mili volts por Pascal (mV/Pa). Se puede representar por la siguiente fórmula:

$$S = \frac{V}{P} \quad (1.6)$$

Dónde:

S = es la sensibilidad en mV/Pa

V = es la tensión eléctrica proporcionada

P = es la presión sonora que ejercemos sobre el diafragma

Además de en mili volts, la sensibilidad también puede darse en decibeles, utilizando como referencia 1V. Así una sensibilidad de -60 dB equivale a un voltaje 60 dB por debajo de 1 volt, es decir, 1mv.

1.3.2.2. Fidelidad

Un micrófono debe responder al menos al margen de frecuencia adecuado a la aplicación a la que será sometido.

La fidelidad indica la variación en la sensibilidad respecto de la frecuencia. Es significativa de lo parecida que es la señal emitida respecto a la recibida, esta característica se mide en todo el aspecto audible. Así se proporcionan con los micrófonos sus curvas de respuesta en frecuencia que informan de las desviaciones sobre la horizontal (o dB). Cuanto más lineal sea esta curva, mayor fidelidad tendrá el micrófono. Hay que tener en cuenta que la impedancia de salida del micrófono ha de ser como máximo un tercio de la del equipo al que se conecta para evitar pérdida de señal e incremento de ruidos de fondo.

1.3.2.3. Impedancia de Salida

Esta es la resistencia que proporciona el mismo micrófono en su conector. Su valor típico está entre 200 y 600 Ohms a 1000 Hz. A esta se le suele llamar baja impedancia, que es la habitual. Algunos modelos disponen de un conmutador

selector de impedancias. Si la señal del micrófono no es una impedancia adecuada, hay que adaptarla.

1.3.2.4. Directividad

Es un parámetro de importancia, porque define el campo de acción de un micrófono, además de clasificarlo en un grupo o tipo específico.

La directividad da una idea de su comportamiento según el ángulo de incidencia de la señal sonora y se representa por medio de patrones polares, también depende de la frecuencia, por lo que las gráficas se obtienen introduciendo señales de diferentes frecuencias, las más comunes son: 125, 250, 500 Hz, 1, 2, 5 y 10 KHz.

La directividad de un micrófono se representa mediante los diagramas polares. En estos se dibuja para distintos ángulos de incidencia del sonido respecto del micrófono (que está a 0 grados), como lo recibe este.

Los siguientes son algunos de los patrones de captación:

1.3.2.4.1. Cardiode

Los micrófonos unidireccionales o cardioides solo captan sonido frontalmente. Su sensibilidad para sonidos de procedencia frontal es máxima, disminuyendo según varia el ángulo de incidencia en el diafragma, e incluso llegando a ser nula para los sonidos recibidos por su parte posterior. Son los más empleados y los más utilizados cuando se tienen problemas de retroalimentación acústica.

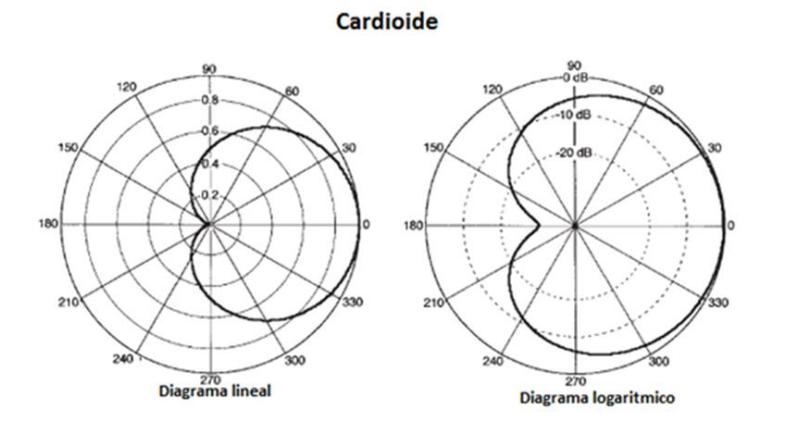


Figura 1.11 Diagrama polar de un patrón cardiode.



Figura 1.12 Representación de un patrón cardioide.

1.3.2.4.2. Supercardioides

Los micrófonos con patrón de captación supercardioides tienen un patrón de captación muy similar a los cardioides, pero con la novedad de que tienen un pequeño lóbulo en la parte posterior.

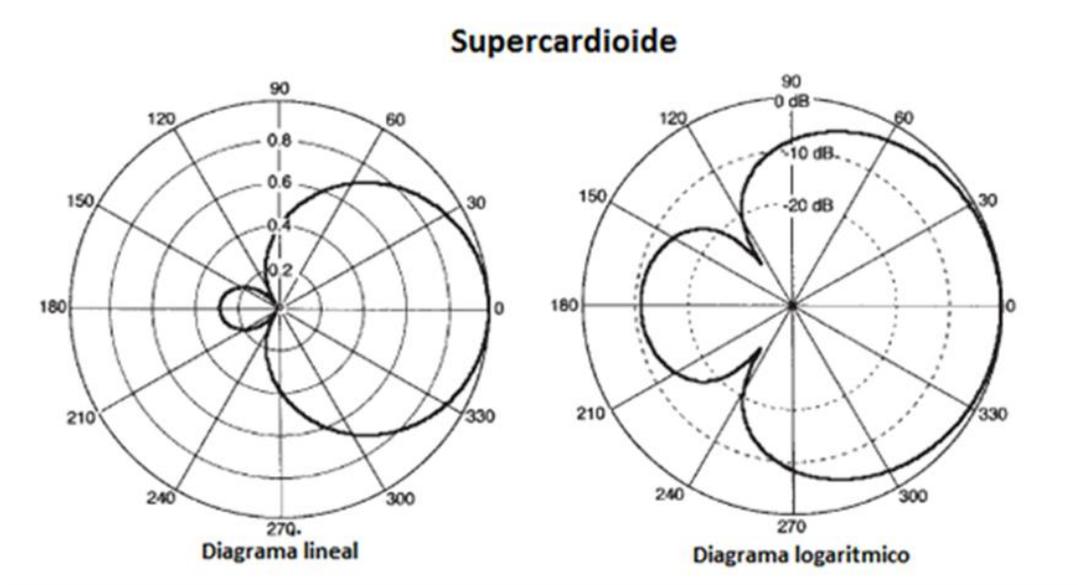


Figura 1.13 Diagrama polar de un patrón supercardioides.

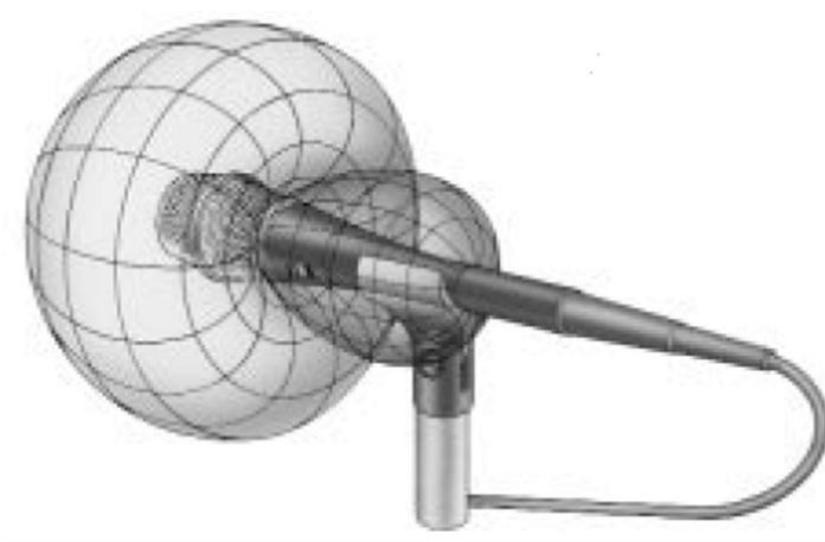


Figura 1.14 Representación de un patrón supercardioide.

1.3.2.4.3. Omnidireccional

Los micrófonos Omnidireccionales Son aquellos en los cuales el nivel de la señal eléctrica proporcionada por el micrófono es independiente de la dirección de la cual provenga el sonido.

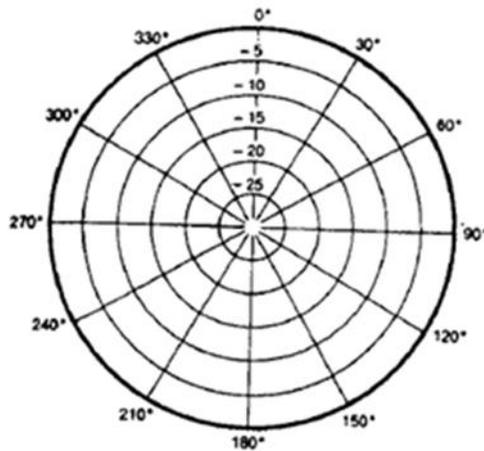


Figura 1.15 Diagrama polar de un patrón omnidireccional.

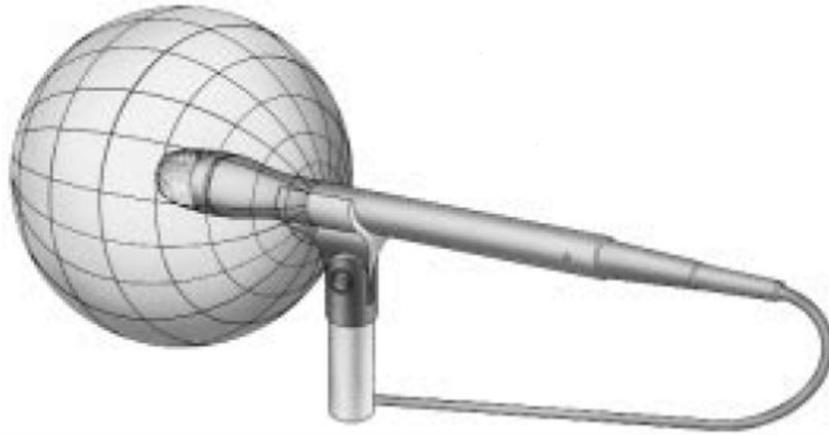


Figura 1.16 Representación en 3D de un patrón omnidireccional.

1.4 CAJAS ACUSTICAS

Cuando sacamos un altavoz de su correspondiente caja y la situamos fuera, al hacerla funcionar nos damos cuenta que desaparecen los bajos, además de que su calidad se hace muy baja. Como sabemos existe una ley de "la acción y la reacción" y el efecto de producir en la membrana una acción que empuja al aire produciendo presión, produce también su correspondiente reacción cuyo efecto es tirar hacia el interior al aire, estas dos ondas que se producen simultáneamente en el altavoz y son creadas por la misma membrana, pueden ocasionar la cancelación sonora, debido a que algún punto, estas dos ondas se encontrarán (debido a que una sale en dirección frontal y la otra por efecto de difracción bordeará el obstáculo casi persiguiendo a la primera), esto se le da el nombre de cortocircuito acústico.

Aunque esta acción de llevar un altavoz a una caja nos asegura que esta onda de reacción pierda la mayor parte de energía al introducirla en una caja, esta debe de ser acústicamente diseñada debido a que puede presentar otros problemas, como por ejemplo, que la onda de reacción rebote en la parte posterior de la caja y regrese hacia la membrana mezclándose con la onda original y produciendo un efecto ruidoso y desagradable, pues ésta seguramente llegará desfasada y con inferior potencia.

El estudio de las cajas acústicas (conocidos también como baffles) ha generado el desarrollo de los actualmente conocidos como altavoces de bajos o woofers, generalmente en el cine o en un teatro en casa las ondas de baja frecuencia, las cuales se pueden sentir en una vibración dentro del recinto donde funcionan este tipo de altavoces, son las que producen la sensación más notoria del efecto conocido como envolvente y provocan una realidad más palpable.

Debido a que el desarrollo de las cajas acústicas se basa en un estudio que no nos compete respecto al desarrollo central de este estudio, solamente se mencionarán de una manera rápida los tipos de cajas acústicas y sus generalidades básicas.

1.4.1. Caja Sellada

Este tipo de caja ofrece una superficie al interior del material absorbente, de manera que no existen riesgos de que al interior la onda reflejada rebote y se mezcle con la onda externa, sin embargo, tiene un problema al estar sellada, el volumen en el interior es reducido por las constantes contracciones y expansión del diafragma, por ello no puede moverse con completa libertad, sobre todo en las bajas frecuencias donde necesitará desplazamientos de mayor longitud en comparación con el resto del espectro audible. El mejor diseño en las dimensiones De la caja acústica, compensará en alguna manera este problema, pero obviamente, no será una solución definitiva.

La frecuencia de resonancia del altavoz con caja, siempre es mayor que la frecuencia del altavoz por sí solo.

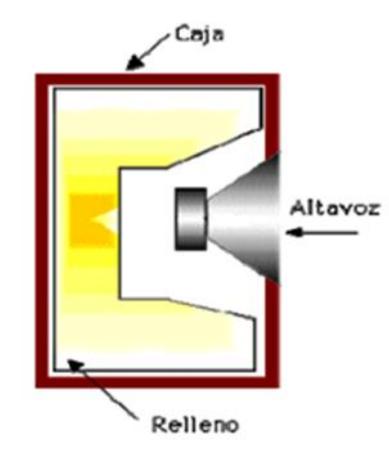


Figura 1.17. Caja sellada.

1.4.2. Caja Bass-Réflex

Este tipo de caja acústica aprovecha la energía que se produce al interior de la caja empleando para ello un tubo o port, cuya función es doble, por una parte refuerza las bajas frecuencias sacando las ondas sonoras que se producen en el interior de la caja exterior, de esta manera, estas se suman con la onda frontal del altavoz; por otra parte, contiene la entrada y salida de aire, aislando acústicamente el interior de la caja con el exterior. Este tipo de cajas acústicas no necesariamente requieren de un tubo para tener un buen funcionamiento.

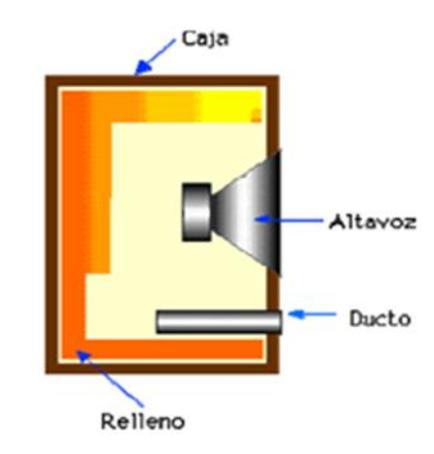


Figura 1.18. Caja Bass-Réflex.

1.4.3. Guía de Onda

Una guía de onda acústica es una estructura física para el guiado de ondas de sonido. Un ducto para la propagación del sonido también se comporta como una línea de transmisión. El ducto contiene un medio, como aire, para soportar la propagación del sonido.

La guía de onda es otro medio de comunicación también muy usado, el cual opera en el rango de las frecuencias comúnmente llamadas como microondas (en el orden de GHz). Su construcción es de material metálico por lo que no se puede decir que sea un cable. El ancho de banda es extremadamente grande y es usada principalmente cuando se requiere bajas pérdidas en la señal bajo condiciones de muy alta potencia como el caso desde una antena de microondas al receptor/transmisor de radio frecuencia.

Sus pérdidas son menores que las de líneas de tx en las frecuencias usadas (arriba de 3 GHz); y también son capaces de transportar mayores potencias que una línea coaxial de las mismas dimensiones.

1.5 CAJAS DIRECTAS Y AMPLIFICADORES

1.5.1. Cajas Directas

La Caja Directa es un dispositivo electrónico de interconexión de señales audio. La caja directa es un dispositivo electrónico que permite conectar una señal de audio procedente de una línea no balanceada con una alta impedancia con una entrada de baja impedancia tipo micrófono balanceado, por lo general mediante el uso de un conector XLR.

Las cajas directas son muy utilizadas, porque la mayoría de los equipos mezcladores de sonido sólo poseen entradas para líneas balanceadas. De esta forma permiten conectar una guitarra eléctrica o bajo eléctrico a la entrada de micrófono de una consola de mezclado de sonido. La caja directa gestiona el ajuste y balance de nivel.

Existen dos tipos de cajas DI: las pasivas y las activas.

- Caja directa pasiva: no requiere ninguna alimentación. Sus principales ventajas es que son baratas y simples.
- Caja directa activa: requiere alimentación, porque además de la transformación permiten modificar la señal electrónicamente, introducir atenuación, filtros paso alto o paso bajo... etc.

Las mezcladoras tienen dos tipos de conectores de entrada en cada canal. Un conector de entrada phonejack (para recibir phone plug), y un conector XLR hembra (para recibir XLR macho). Por lo general cuando se utiliza el conector XLR, el valor de la impedancia de entrada del canal de la consola de mezcla, se encuentra entre 1 .5 K Ω y 5 K Ω , y está diseñado para trabajar con valores de impedancia de salida menores a 6 Ω . A esto se le llama baja impedancia, y es el valor de impedancia de salida típico de un micrófono de uso profesional. Además cuando se utiliza el conector XLR, la mezcladora opera con low level. Cuando la conexión del canal de entrada de la mezcladora se realiza por medio del conector phono jack, plug, el valor de la impedancia de entrada generalmente es mayor a 10 K Ω , y está diseñado para trabajar con valores de impedancia de salida de 600 Ω , o ligeramente mayores. A esto se le llama alta impedancia, y es el valor de impedancia de salida típico de un instrumento musical electrónico. Por otro lado, la mayoría de los instrumentos musicales electrónicos tienen conectores phone plug, mientras que las patcheras tienen conectores XLR.

De acuerdo a las consideraciones anteriores para poder conectar un instrumento musical electrónico (sintetizador, bajo eléctrico, etcétera) a la patchera se necesita

un convertidor de phone plug a XLR macho (esto se puede hacer utilizando un phone plug TIS y un XLR macho).

Solo que existe un problema, y radica en el hecho de que la impedancia de salida del instrumento musical puede ser mayor a 600 Ω y la mezcladora espera recibir menos de 600 Ω de impedancia de salida del instrumento musical. Lo anterior puede desacoplar la relación de impedancia entre el instrumento musical electrónico y la mezcladora, y además saturar el canal de entrada de la mezcladora. Para evitar el desacoplamiento entre impedancias se necesita lo que se conoce como transformador de impedancia. El transformador de impedancia externo tiene 1 conector phono jack, y 1 conector XLR macho. Para evitar saturar el canal de entrada de la mezcladora se necesita un atenuador. Muchas mezcladoras tienen un interruptor (generalmente de -20 dB) en cada canal de entrada. Pero en el caso de que la mezcladora no cuente con atenuador puede utilizarse uno externo. El atenuador externo tiene 1 conector phono jack, y 1 conector XLR macho. Pueden adquirirse con diferentes grados de atenuación (por ejemplo -10 dB, -20 dB, y -30 dB). El uso de transformadores de impedancia externos no solucionan todos los problemas que se presentan en una sonorización. Una situación típica es la siguiente: el músico necesita conectar su instrumento a su amplificador personal, pero el ingeniero necesita que el instrumento sea conectado a la patchera. Por lo tanto se necesita distribuir la señal de audio del instrumento hacia dos destinos diferentes.

1.5.2. Amplificadores

La amplificación proviene de la necesidad de adaptar la señal que produce un micrófono a un altavoz. La descripción del amplificador depende de los elementos activos que poseen en su estructura, tales elementos pueden ser transistores bipolares, circuitos integrados, de campo magnético o una mezcla de dos o más de esas tecnologías, en cuyo caso se llaman híbridos. Generalmente se clasifican dependiendo dependiendo del parámetro con el cual trabaja el amplificador.

1.5.2.2. Características de los amplificadores

1.5.2.2.1. Rango de Frecuencias de Trabajo

Como se conoce, un análisis de un amplificador cualquiera, no puede estar completo mientras no se presente un análisis de frecuencia, tal es así que la ganancia está determinada por la misma. Por ejemplo, cuando se anuncian los equipos de audio, se lo hace con la gama para frecuencias de ganancia mayor, así

es posible tener equipos que tengan mejor respuesta entre los 200 Hz y 1 KHz que en 1 KHz y 6 KHz, y éste puede ser empleado de mejor manera para bajos. Dentro de los amplificadores para audio, se prefieren los que tengan respuestas lineales.

1.5.2.2.2. Potencia Nominal RMS o Continua

La Potencia RMS (Root Mean Square ó Raíz Media Cuadrática) es de manera obvia la que está referida a un valor RMS de voltaje. Es un valor interesante ya que está relacionado con el valor de Voltaje (corriente o Potencia referida a otro es conceptos eléctricos) en el cual se genera el mismo calor o temperatura en el embobinado ya sea a corriente continua o alterna. Puede servir como guía del amplificador a seleccionar para el altavoz pero no es la mejor opción.

Es la potencia que el amplificador es capaz de proporcionar a la carga a un máximo valor THD (distorsión por la aparición de armónicos) indicado por el fabricante, generalmente está especificado para altavoces con un valor de 8 ohms de impedancia, ésta potencia es calculada para salidas estéreo, su medida es con una señal senoidal de 1 KHz; es de importancia en el diseño y en los cálculos, pues de éste depende la alimentación de potencia del diseño.

1.5.2.2.3. Potencia Musical o Pico

La potencia pico se refiere a la máxima potencia instantánea (es una situación transitoria casi instantánea) que un altavoz puede manejar antes de dañarse. La potencia pico tiene relación directa con la máxima señal eléctrica que el altavoz puede manejar con respecto a su máxima excursión mecánica, no con respecto a la temperatura. La potencia pico siempre será más grande que la RMS y es una buena guía para definir el amplificador a usar en un altavoz.

Es la potencia medida en intervalos de tiempo, generalmente 20 milisegundos, en niveles más altos de la señal, éste parámetro es más una medida comercial, en vista de que no se tiene una serie de pasos estandarizados para la obtención de este dato, y por otra parte, como se especifica, son medidas a tiempos cortos, lo que no refleja el funcionamiento del amplificador en situaciones normales, por lo que el diseñador de megafonía generalmente pasa por alto este dato.

1.5.2.2.4. Slew Rate

Generalmente es especificado en volts sobre segundo (V/s), o en volts sobre microsegundo (V/ μ s), que da una idea de la rapidez con la que el amplificador puede alcanzar un determinado voltaje en un determinado tiempo. Este parámetro es mejor mientras más alto valor tenga, observando el tiempo que toma para ello.

1.5.2.2.5. Impedancia de Entrada

Su valor oscila entre los 10 y 50 K Ω . Es posible entregar una potencia mayor cuando, en un circuito, se tienen varias cargas de diferente valor en serie, y la carga con mayor valor resistivo será la que reciba la potencia más alta.

1.5.2.2.6. Impedancia de Salida

Se mantiene en el mismo criterio anterior, es decir, para la impedancia de salida será o tenderá a ser bajo, éste parámetro va de la mano con el factor de amortiguamiento.

1.5.2.2.7. Sensibilidad

La sensibilidad es una especificación muy importante ya que nos indica realmente que tan fuerte puede sonar un altavoz. Muchas veces se piensa que si un altavoz usa mucha potencia eléctrica sonara más fuerte y eso es totalmente incorrecto. Como se vio la potencia simplemente es un nivel de energía eléctrica que el altavoz necesita para realizar su transducción electró-mecanoacústica de la mejor forma posible. Hay altavoces que con menos potencia entregan un mayor nivel de presión sonora que otros que necesitan más potencia eléctrica. El hecho de que necesiten más o menos potencia eléctrica tiene que ver directamente con la eficiencia del altavoz. La eficiencia del altavoz se refiere al porcentaje de energía eléctrica que un altavoz convierte en movimiento y por lo tanto en energía acústica. Idealmente el porcentaje debería ser del 100% (100% de la energía eléctrica se convierte en movimiento y energía acústica) pero como ya hemos estudiado existe pérdida por calentamiento. Mientras más energía eléctrica se pierda en calor menos eficiente será un altavoz y por lo tanto más potencia necesitara para realizar un trabajo correcto y viceversa. Aquí es donde entra de manera importante la especificación de Sensibilidad. La sensibilidad es el nivel de presión sonora que entrega un altavoz con una referencia eléctrica y de distancia

que normalmente es de 1W a 1m. Así podemos ver que hay altavoces que entregan un nivel de presión sonora mayor con menos potencia.

1.5.2.2.8. Factor de Amortiguamiento

Este parámetro es de importancia para la instalación misma del circuito, pues da una relación entre la resistencia de carga y la impedancia de salida a una determinada frecuencia.

1.5.2.2.9. Rendimiento

Expresa la cantidad de energía que se disipa en calor en la constitución interna del amplificador, del total de energía que consume el mismo, éste parámetro expresa la calidad del amplificador, pues va ligado a la potencia, y el amplificador es un dispositivo de potencia.

1.5.2.3. Clases de Amplificadores de Audio

El amplificador está constituido de una o varias etapas de transistores. Éstos de acuerdo a su configuración, determinan sus características de amplificación. Por ejemplo, asociados en paralelo, se obtiene una amplificación de corriente; en cambio, asociados en serie, se obtiene una amplificación de voltaje.

1.5.2.3.1. Clase A

Se caracterizan por entregar a la salida una señal que varía los 360° del ciclo de la señal de entrada. Consume mucha potencia para mantener la polarización, independientemente de que haya o no señal de entrada. Dicho consumo de potencia, hace que la temperatura en los elementos del amplificador se eleve. Además el consumo de potencia hace que la eficiencia de este tipo de amplificadores sea baja, especialmente con señales de entrada bajas. Los valores de eficiencia están entre 25 % (con la carga directamente en serie), y con 50 % (con una conexión de transformador hacia la carga).

1.5.2.3.2. Clase B

Su característica es que proporcione una señal de salida que varía a lo largo de la mitad del ciclo de la señal de entrada (180° de la señal). Por lo tanto, si se desea una forma de la señal de salida igual que la forma de la señal de entrada, se requieren de dos transistores, uno para amplificar la parte positiva de la señal, y uno para la parte negativa. Esta configuración se denomina modo push-pull. Al analizar la eficiencia de un amplificador clase B, sin potencia de polarización directa en ausencia de la señal de entrada, se obtiene un valor de 78.5 %. Incluso, la eficiencia de potencia puede sobrepasar el valor de 90%.

1.5.2.3.3. Clase AB

La señal de salida varía entre los 180° y los 360° del ciclo de la señal de entrada. Debido a que su polarización cae entre las clases A y B, su eficiencia estará entre el 25% y 78.5 %, o entre el 50% y el 78.5%. De igual modo que en los amplificadores clase B, para reproducir completamente la señal, se requieren dos transistores en modo push-pull.

1.5.2.3.4. Clase C

La señal de salida varía menos de 180° del ciclo de la señal de entrada, y con la ayuda de un circuito sintonizado (resonante). Por tal razón, se utilizan en áreas especiales de circuitos sintonizados, como por ejemplo en radio o en comunicaciones.

1.5.2.3.5. Clase D

Esta clase de amplificador utiliza señales de pulso (digitales), las cuales pueden variar a lo largo del ciclo completo. Su ventaja radica en que el mayor consumo de potencia se da en cada pulso, pero dichos pulsos duran pequeños instantes de tiempo, con un consumo de potencia durante un menor tiempo. Se consiguen eficiencias muy altas, generalmente superiores al 90%.

1.5.2.3.6. Clase E y Clase F

Estos dos amplificadores poseen un altísimo rendimiento, con un bajo consumo de potencia, y su comercialización empieza con los requerimientos de economizar batería en los teléfonos celulares, en los años 90. Su uso junto a circuitos sintonizados (resonantes), lo hacen muy útiles en telecomunicaciones.

1.5.2.3.7. Clase G

La clase G se refiere a los amplificadores conmutados que tienen dos diferentes fuentes de alimentación. La fuente para el amplificador se conecta al voltaje menor para señales débiles y al voltaje mayor para señales fuertes. Esto da más eficiencia sin requerir conmutar etapas de salida, de tal modo que pueden sonar mejor que los amplificadores clase D.

1.5.2.3.8. Clase H

Se basa en emplear un amplificador en clase D, o una fuente de alimentación conmutada, para alimentar a un amplificador de clase AB o A. Se logra una excelente eficiencia. Generalmente se usa para sonido profesional.

1.6 TIPOS DE ARREGLOS

Lo primero que se necesita entender para hablar sobre los sistemas lineales es lo que es una fuente puntual. En la naturaleza existen un número infinito de fuentes de sonido tales como la voz humana, los instrumentos musicales, los ruidos generados por maquinaria, los ruidos de la naturaleza y los altavoces. Los factores más importantes y que caracterizan a cualquier fuente de sonido son el patrón de direccionalidad, la eficiencia de radiación y la relación de la onda generada con respecto a la frecuencia. A pesar de que todos ellos en esencia son fuentes puntuales de origen hay algunas fuentes que son muy complejas de analizar.

Debido a los múltiples comportamientos que tienen con respecto a su naturaleza de origen como son los instrumentos musicales. Sin embargo, es posible definir muchas fuentes de sonido de manera extremadamente precisa analizándolos como fuentes puntuales puras, este es el caso de los altavoces. Una Fuente Puntual pura es un elemento radiante que vibra en el espacio y que es capaz de tener una interacción con un medio fluido (en el caso de los altavoces el aire pero podría ser un gas o un medio sólido) de manera alterna, generando de esta forma una vibración que puede ser audible. La Fuente Puntual es una fuente de sonido muy pequeña comparada con las longitudes de onda de las frecuencias a las que puede vibrar. En la realidad esta fuente puntual podría ser un altavoz suspendido radiando sonido en un espacio libre sin paredes ni ninguna superficie cercana.

Una de las Características más importantes de la fuente puntual simple es que la onda que genera es una esfera que se radia sin ningún problema de interferencias. Esto se puede entender de mejor forma si lanzamos una piedra a

una cubeta llena con agua. De manera lógica se formará una onda circular que se expande sobre el eje de radiación. La frecuencia de la onda depende del tamaño propio de la piedra ya que si es más grande la frecuencia sería más baja y si la piedra es pequeña entonces la frecuencia será más alta. Si a esa onda en forma de círculo la rotamos sobre el eje de expansión entonces estaremos generando lo que se denomina como sólido de revolución que finalmente es la esfera. Así pues, una fuente puntual genera una onda esférica. A continuación una imagen de la onda circular generada y la onda esférica obtenida después de generar el sólido de revolución.

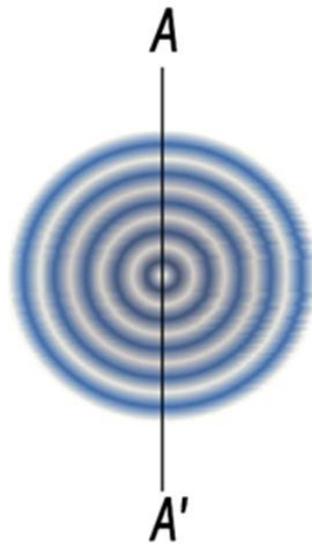


Fig. 1.18 onda circular.

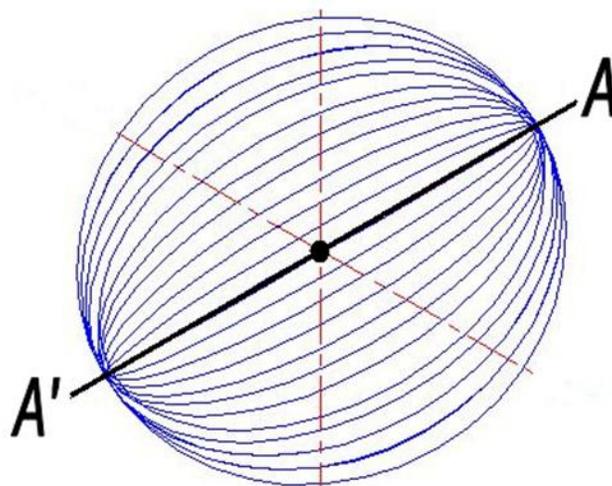


Fig. 1.19 onda esférica.

1.6.1. Arreglos convencionales

Un dipolo o doblete de fuentes puntuales es un arreglo de dos fuentes puntuales separadas una distancia d entre ellas y que la presión sonora a un punto de análisis específico M es dependiente de la frecuencia y de la distancia de separación entre ellas además de que dependen del ángulo θ entre el eje principal de proyección del dipolo (enfrente del dipolo y al centro) y del haz resultante. La resultante de esto es un patrón de radiación que presenta interferencias destructivas y constructivas dependiendo de la frecuencia de análisis y de la distancia entre las fuentes.

Ahora imaginemos que en vez de tener dos fuentes puntuales, tenemos un arreglo de N fuentes puntuales. De manera lógica el efecto de interferencias se debería de incrementar y en efecto sucede. Igual que en el caso del dipolo, el análisis más sencillo de un arreglo de N Fuentes Puntuales se realiza con N fuentes idénticas en magnitud (nivel de presión sonora generada en el caso de los altavoces) y fase (que no presenten diferencias de fase por diferencias en tiempo ya sea generadas de manera física o electrónica). Las interferencias de un arreglo de N fuentes puntuales también se generan a partir de una distancia o punto de análisis M mucho más grande o lejano en magnitud que el tamaño mismo del arreglo y las diferencias de distancia entre fuentes define la primera frecuencia de interferencia, es decir, $r \gg L$. Estas interferencias generan cancelaciones amplias y sumatorias estrechas.

Si pensamos nuevamente en la cubeta de agua, imaginemos ahora que tenemos una barra de madera con pequeñas curvaturas (que serían las fuentes puntuales en sí, y la arrojamos a la cubeta con agua. De manera obvia sabemos que la onda "global" final no es esférica ya que el arreglo pareciera ser un arreglo recto en línea. Pero si vemos de manera detallada las ondas generadas en la cubeta, la barra de madera generaría pequeñas ondas esféricas que sin duda interfieren entre ellas de manera mucho más caótica que en el caso de dos piedras (analogía del dipolo) y es por eso que las interferencias constructivas y destructivas son más estrechas y amplias respectivamente. Una cuestión que hay que mencionar es que en el mercado existen muchos sistemas que se cuelgan de manera vertical y que son vendidos comercialmente como "arreglos lineales" pero en la realidad se comportan como un arreglo de N fuentes puntuales, corrigiendo electrónicamente estos detalles.

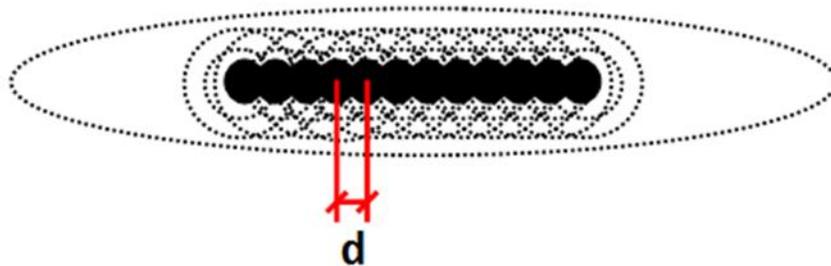


Fig. 1.20 Analogía de un arreglo de N fuentes puntuales en el agua.

Ahora bien, si realizamos nuevamente un análisis de la presión que se recibe a un punto de análisis M que está a una distancia mucho más lejos que el mismo tamaño del arreglo de N fuentes tendríamos que existen bastantes diferencias en el tiempo de arribo del haz de sonido de cada una de las fuentes puntuales al punto M , generando por lo tanto diferencias en fase que producen las interferencias definidas por la distancia d entre cada una de las fuentes. Otra vez, como en el caso del dipolo, las interferencias generadas son producto de $f \times d$ y del ángulo θ resultante al punto de análisis cuya distancia debe cumplir $r \gg L$. Este ángulo es el generado entre la dirección de radiación frontal y central (que es el eje de radiación correcto o natural) y la dirección de la radiación resultante al punto de Análisis M . A continuación se muestra una imagen de esto.

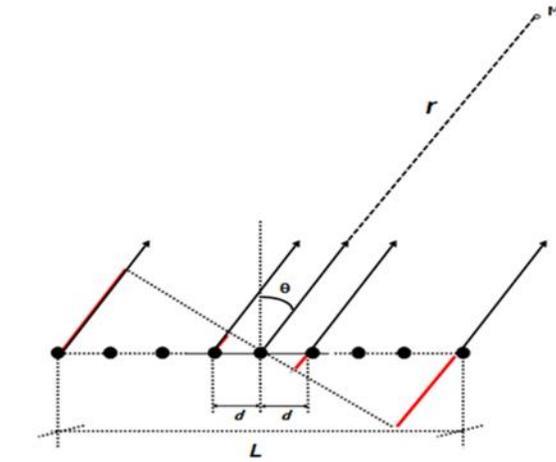


Fig. 1.21 Dirección de la radiación resultante al punto de Análisis M.

Debido a lo anterior y a que la distancia entre fuentes puntuales normalmente no es muy grande se considera el comportamiento de un arreglo de N fuentes puntuales nuevamente omnidireccional a bajas frecuencias y a frecuencias medias y altas es altamente impredecible ya que depende de la frecuencia, la distancia y el ángulo de análisis.

El hecho de que el arreglo posea más de dos fuentes puntuales incrementa de manera sustancial la interacción entre todas las fuentes por lo que el comportamiento del arreglo a frecuencias medias y altas es muy caótico. El arreglo de N fuentes puntuales se comporta con respecto a la presión sonora y a la distancia con respecto a la ley del inverso cuadrado con la variable que a altas y medias frecuencias existen interferencias severas que generen cancelaciones debido a lo que ya se comentó.

A continuación se muestra el comportamiento de un arreglo de N fuentes puntuales con respecto a la presión y la frecuencia en donde se puede apreciar que existe una pendiente de atenuación con respecto a la distancia de 6dB cada vez que duplica la distancia; Lo que más salta a la vista en la siguiente imagen es que en un arreglo de N fuentes puntuales la ley del inverso cuadrado sigue siendo la que rige la atenuación de presión a la distancia pero en el rango de alta frecuencia ésta es muy caótica ya que las interacciones (o interferencias) entre fuentes es mucho más caótica haciendo el comportamiento muy impredecible debido a los diferentes puntos de análisis que se pueden tomar.

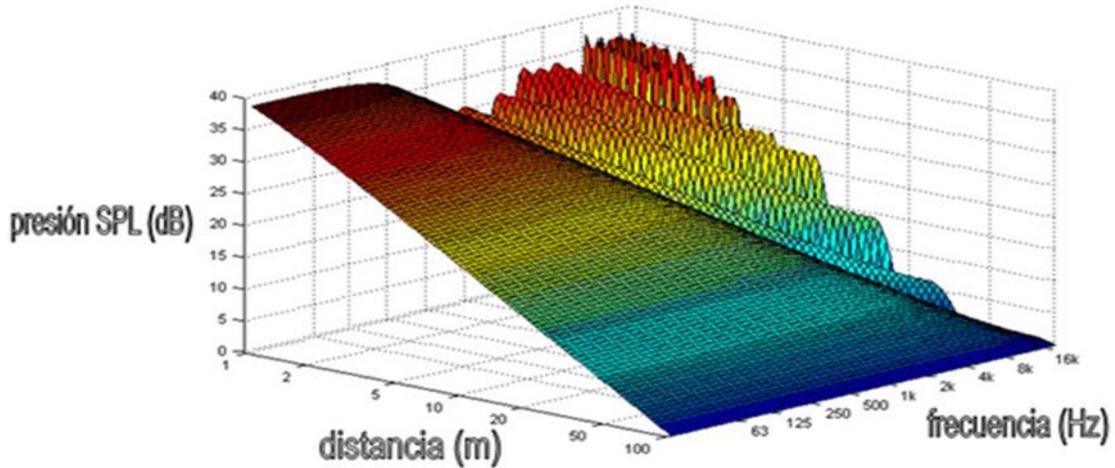


Fig. 1.22 Comportamiento de un arreglo de N fuentes puntuales con respecto a la presión y la frecuencia.

A continuación se muestran imágenes en donde se aprecia el comportamiento de un arreglo de N fuentes puntuales en diferentes ángulos de análisis en donde se aprecian las interferencias. Además se muestra una gráfica polar resultante del Arreglo en donde se ve que el haz principal de radiación es exactamente al frente y al centro del arreglo y se repite en otros ángulos. El arreglo consta de 9 fuentes puntuales que tienen una separación de 25cm que corresponden a una frecuencia aproximada de 1372Hz que es la frecuencia en donde inician las interferencias (destruivas y constructivas) de manera armónica y hacia arriba. El tamaño físico de la línea es de 2m y el punto de análisis M cumple la regla de $r \gg L$.

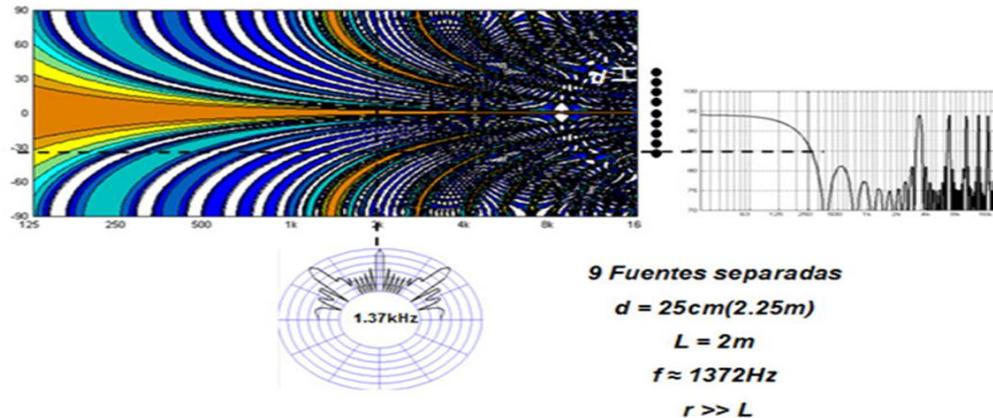


Fig. 1.23 Comportamiento de un arreglo de N fuentes puntuales y una gráfica polar resultante del Arreglo.

Ahora bien, si se analiza el comportamiento de este arreglo de N fuentes puntuales con respecto al análisis hecho por Harry Olson quedaría lo siguiente. La característica direccional de un arreglo de N fuentes puntuales, vibrando en fase, en un arreglo completamente recto y en donde las fuentes están separadas con una distancia equivalente está definida por:

$$R_{\alpha} = \frac{\sin \left(\frac{n\pi d}{\lambda} \sin \alpha \right)}{n \sin \left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \alpha \right)} \quad (1.7)$$

En los arreglos convencionales es común encontrar interferencias entre las cajas y esto es debido a que los centros acústicos (fuentes puntuales) están separados una distancia importante. Antes del arribo de los arreglos lineales reales, se inventaron algunas soluciones para hacer que los arreglos convencionales sufrieran menos de este efecto generado por la separación entre centros acústicos. Al principios las cajas acústicas eran rectangulares y presentaban interferencias en sus arreglos debido a dos factores, a la distancia d entre sus centros acústicos y la falta de directividad de las frecuencias. A continuación se muestra una imagen en donde se aprecia el fenómeno.

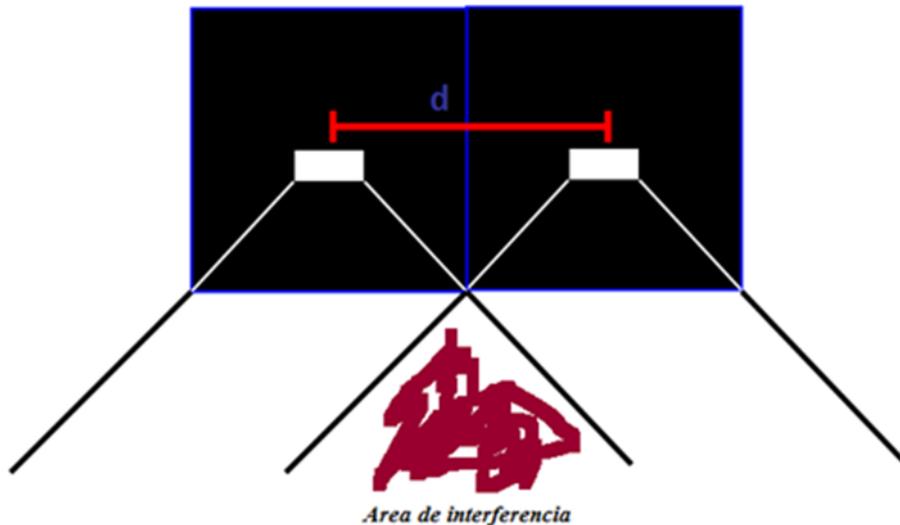


Fig.1.24 Interferencia del arreglo convencional.

Después llegaron las conocidas cajas trapezoidales cuya invención lograba que los centros acústicos se acercaran más y de esta forma minimizaran en gran medida la distancia d entre los centros acústicos. A continuación se muestra una imagen en donde se aprecia la disminución del fenómeno por medio del diseño trapezoidal.

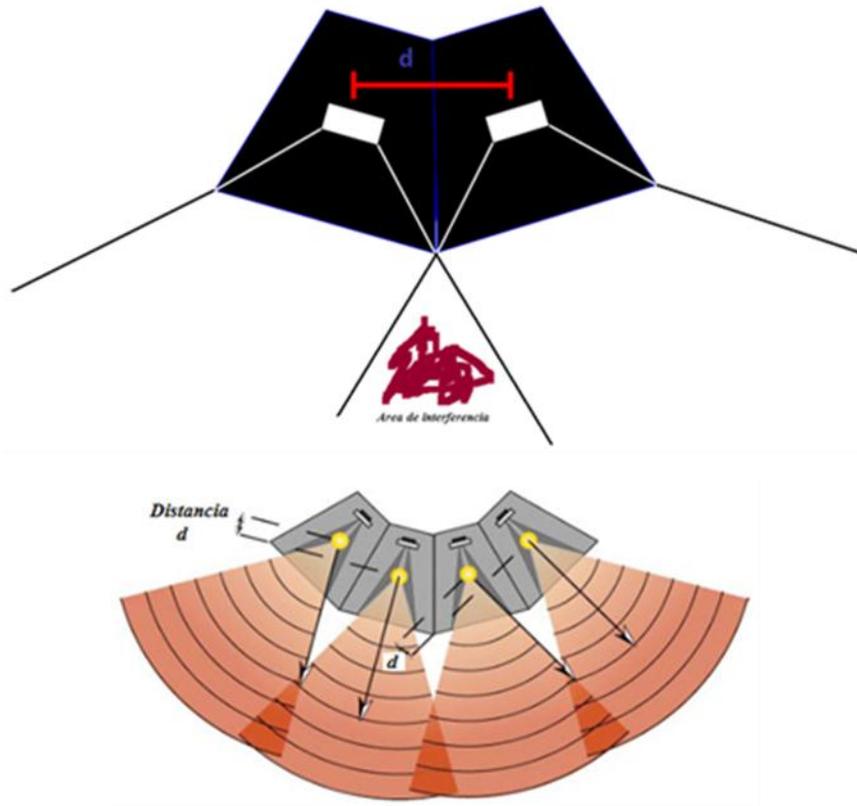


Fig.1.25 disminución del fenómeno por medio del diseño trapezoidal.

Finalmente además del diseño trapezoidal, se mejoró significativamente la dispersión de manera que a pesar de que hubiera una distancia entre centros acústicos importante el área de traslape se minimizara, sobre todo en el rango de los medios y los agudos cuyas longitudes de onda son pequeñas y que normalmente no se acoplan físicamente.

1.6.3. Arreglos Lineales

Imaginemos nuevamente el ejemplo de la cubeta. Si tuviéramos una barra de madera totalmente recta y con una longitud L definida y la aventáramos a la cubeta, de la misma forma que la barra con curvaturas y las piedras de los ejemplos anteriores, podremos ver que se forma una onda totalmente pura pero que tiene una peculiaridad. Esta peculiaridad es que la onda formada en un inicio no es una onda esférica, sino una onda cilíndrica que progresivamente se vuelve esférica. La transición de la onda cilíndrica a esférica depende directamente de la longitud de la barra de madera ya que mientras más larga es la barra más se tarda en realizar dicha transición y viceversa. Las ondas generadas por esta barra de madera son inicialmente cilíndricas. Si se forma una onda cilíndrica en la cubeta, también se puede formar en el aire. A continuación se muestran unas imágenes con el ejemplo de la barra de madera totalmente recta en la cubeta y una de una representación imaginaria de un arreglo en el aire.

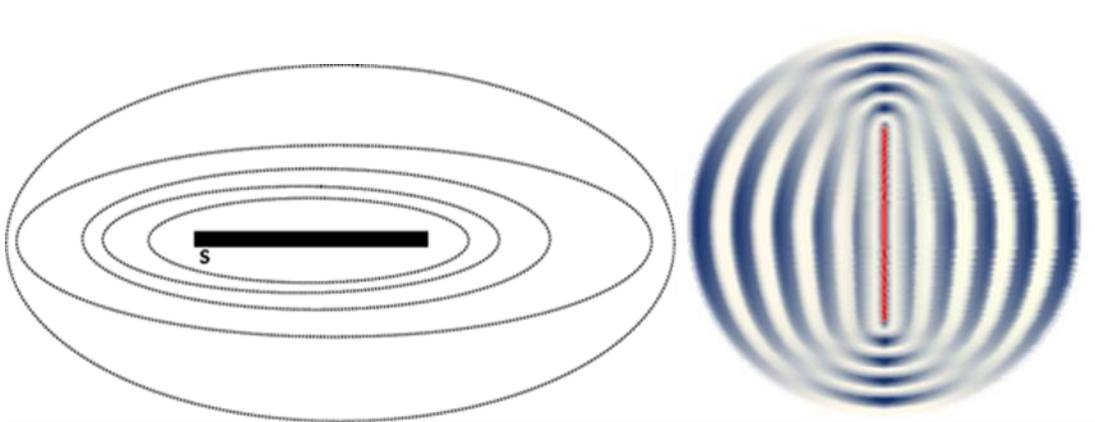


Fig. 1.26 Representación de un arreglo en el aire.

Si analizáramos de la misma forma como lo hemos hecho hasta ahora resultaría en que la distancia d entre las fuentes puntuales tiende a cero por lo que este factor no sería considerable ya que si esta distancia tiende a cero entonces la longitud de onda es infinitamente pequeña y por lo tanto los efectos de interferencia desaparecerían o tendería a frecuencias extremadamente altas, obviamente fuera del rango audible. Ahora si la diferencia d tiende a cero, de una u otra forma debe tener una mínima distancia entre fuentes por lo que esta diferencia se define como un delta, en este caso dx ($x = d$ para este análisis). Si hacemos el análisis a un punto M , como en los otros casos, resultaría que las contribuciones de cada fuente puntual no pueden ser tomadas de manera discreta

ya que están tan pegadas entre ellas que la contribución es global ya que el radiador se comporta como uno solo, como un único radiador lineal. A continuación se muestra una imagen de esto.

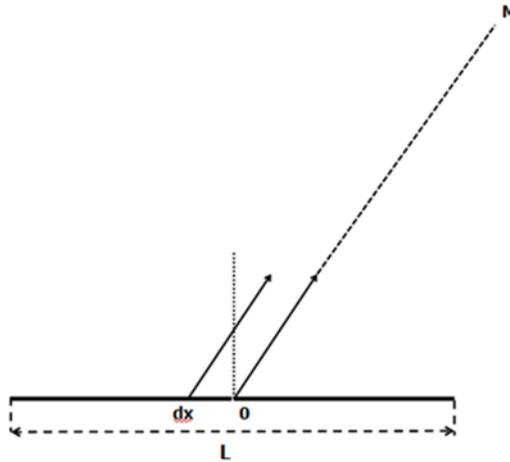


Fig. 1.27 Dirección de la radiación resultante.

Debido a que el arreglo resultante es un arreglo lineal recto y que la distancia d prácticamente no existen entonces las consecuencias son que no existen interferencias y que la onda inicial radiada no es esférica, es cilíndrica. Un arreglo o radiador lineal recto entrega ondas esféricas cuyo comportamiento no se rige con respecto a la ley del inverso cuadrado. Debido a que la onda es un cilindro, cada vez que se duplica la distancia el área del cilindro no se cuadruplica como en el caso de la esfera sino solo se duplica por lo que la atenuación es solo del 3dB.

La Fuente Lineal en campo libre radia la energía acústica inicialmente sobre un cilindro (o porción de cilindro si la fuente está cerca de paredes o muros) por lo que el área de ésta crece proporcionalmente con respecto a su radio (r) y altura (h) debido a que el área de proyección es $2\pi rh$. El comportamiento descrito anteriormente trae como consecuencia lo siguiente:

La energía radiada por una Fuente Lineal se atenúa en relación de $1/r$ que corresponde a 3dB cada vez que reduplica la distancia ó La energía radiada por una Fuente Lineal se atenúa 3dB cada vez que se duplica la distancia.

Lo anterior se puede deducir ya que el área del cilindro se duplica cada vez que se duplica la distancia y resulta de lo siguiente:

El área del cilindro crece con respecto a rh , por tanto la presión sonora ejercida en esa misma área decrece a razón de $1/rh$. Si tenemos que dh (dh corresponde al

radio y altura del cilindro) es la distancia de referencia y $2dh$ es el doble de la distancia entonces comparando ambas a razón del decrecimiento del área tenemos:

$$(1 / dh) / (1 / 2dh) = 2dh / dh = 2 / 1 = 2 = 2 \text{ veces el área inicial}$$

2 veces el área inicial del cilindro con respecto a 4 veces el área corresponde a la mitad del área y por lo tanto son 3dB de atenuación.

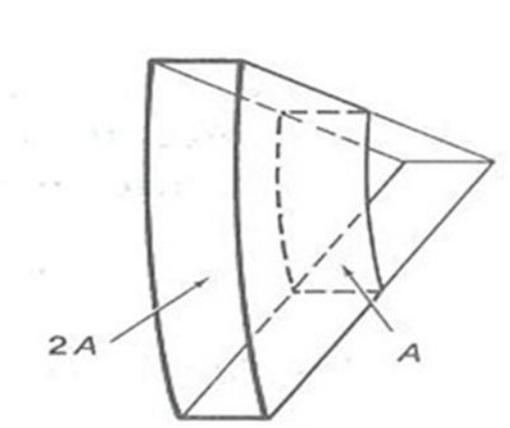


Fig. 1.28

Debido a lo anterior podemos decir que el radiador no se comporta inicialmente como lo hace un arreglo de N fuentes puntuales y que una de las características que presenta es la eliminación de las interferencias.

A continuación se muestra una imagen en donde se puede apreciar que en el rango de las altas frecuencias, las interferencias que se presentaban en un arreglo de N fuentes puntuales se suavizan además de que la pendiente de atenuación es mucho más suave ya que solo cae 3dB cada vez que se duplica la distancia. Estas interferencias no desaparecen ya que en la vida real es imposible generar un radiador totalmente lineal simplemente por la distancia física que hay entre los componentes de alta frecuencia. En la vida real los arreglos lineales, realmente son arreglos de N fuentes puntuales pero que emulan un radiador lineal, mientras más lo emulen, más se comportarán como un éste.

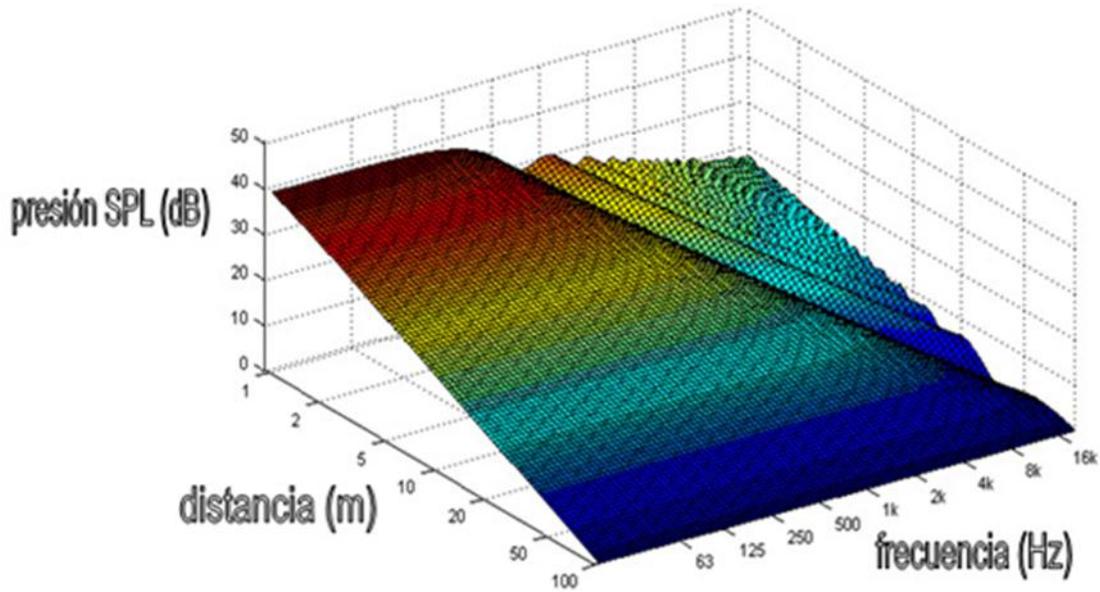


Fig. 1.29 Rango de las altas frecuencias y las interferencias que se presentaban en un arreglo de N fuentes puntuales.

Además de que la atenuación de un arreglo lineal solo presenta 3dB cada vez que se duplica la distancia, otra característica que sobresale es que la dispersión vertical (o la dispersión del eje correspondiente al alineamiento de las fuentes puntuales) del mismo se estrecha. El estrechamiento en la vertical de un arreglo recto depende de dos factores, de la Longitud del arreglo en línea y de la frecuencia de estrechamiento y de aquí se deriva una de las leyes más conocidas de los arreglos lineales:

La frecuencia más baja que un arreglo lineal puede manejar radiando un frente de onda esférico depende directamente de la longitud del arreglo. O Mientras más largo es el arreglo lineal más baja será la frecuencia que se comporta con un frente de onda cilíndrico.

A continuación se muestra una imagen en donde se aprecia el estrechamiento de la dispersión vertical en un arreglo en línea recta de 2 metros de altura. Se puede apreciar que a bajas frecuencias existe un poco de radiación en la vertical pero a las altas frecuencias la dispersión está concentrada prácticamente al frente. Si la Línea fuera más larga entonces la dispersión vertical en esas mismas bajas frecuencias sería más estrecha.

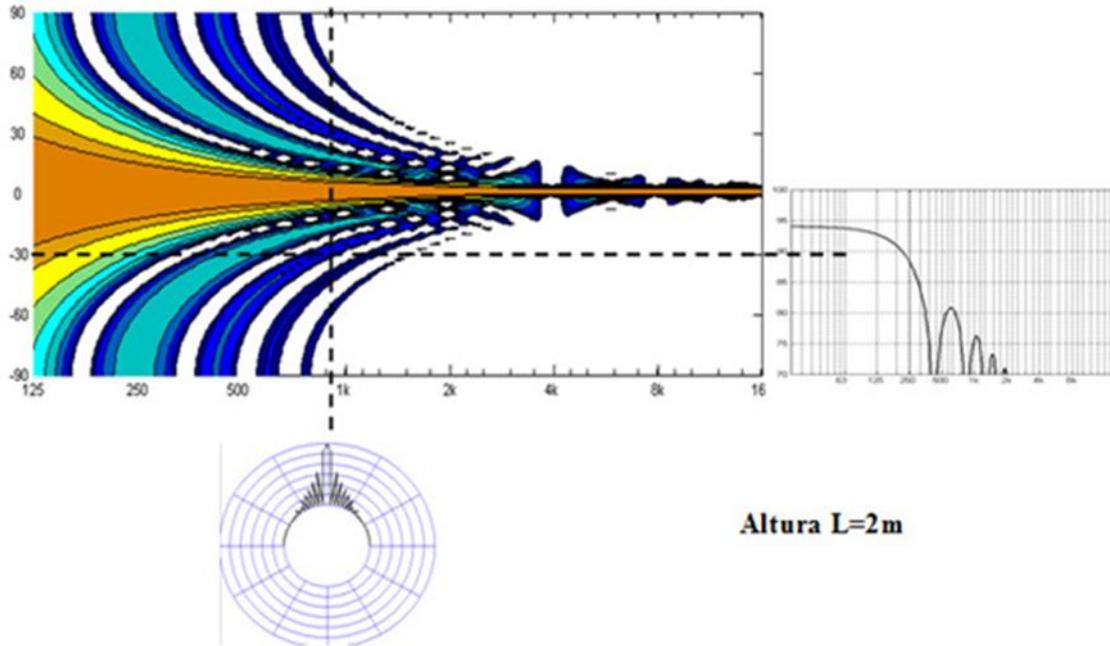


Fig. 1.30 Estrechamiento de la dispersión vertical en un arreglo en línea recta de 2 metros de altura.

Podemos decir que un arreglo lineal recto concentra el haz de radiación totalmente al frente del arreglo, cerrando totalmente la dispersión vertical y que este estrechamiento sobre la vertical es dependiente de la frecuencia con respecto a la longitud del arreglo. Debido a lo anterior, los arreglos lineales tienen su mejor desempeño "lineal" en el rango de las altas frecuencias ya que el tamaño de la línea no debe ser tan grande.

Como podemos ver, para un arreglo en línea con una longitud definida (por ejemplo 2m como en el ejemplo anterior) el comportamiento no es igual a todas las frecuencias. Esto quiere decir que la transición de la onda cilíndrica a la onda esférica es distinta para cada frecuencia. De aquí se derivan los conceptos de Campo Cercano y Campo Lejano y la frontera entre ambos está definida por el tamaño del arreglo y la frecuencia. Así el Campo Cercano es todo el espacio físico en donde la onda que se percibe o arriba tiene un frente de onda cilíndrico (y por lo tanto cae 3dB cada vez que se duplica la distancia) y el Campo Lejano es todo el espacio físico en donde la onda que se percibe o arriba tiene un frente de onda esférico (y por lo tanto cae con respecto a ley del inverso cuadrado, 6dB cada vez que se duplica la distancia). Lo mejor sería que para todo el espacio en donde el arreglo debe cubrir, el frente de onda en todas las frecuencias útiles tuviera un

frente de onda cilíndrico pero esto no es así ya que depende del tamaño del arreglo. La frontera entre el Campo Cercano y el Campo Lejano está definida por la fórmula:

$$r_0 = \frac{fL^2}{2C} \quad (1.8)$$

Dónde:

r_0 es la distancia de transición del campo cercano al campo lejano

f es la frecuencia

L es la longitud física del arreglo

C es la velocidad del sonido.

A continuación se muestra una imagen representativa del campo cercano y lejano en un arreglo lineal así como una imagen de la gráfica de atenuación en donde se ve el cambio de la pendiente de 3dB a 6dB.

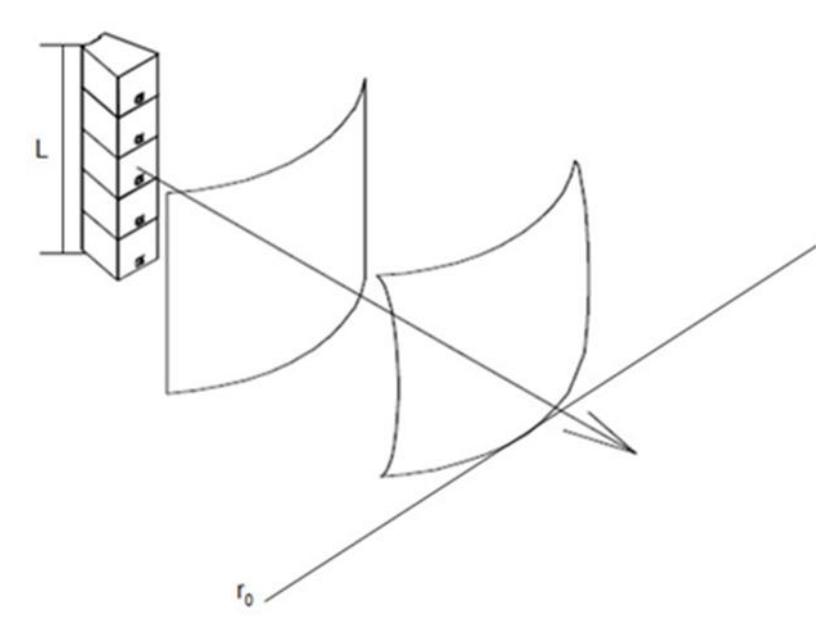


Fig. 1.31 Campo cercano y lejano en un arreglo lineal.

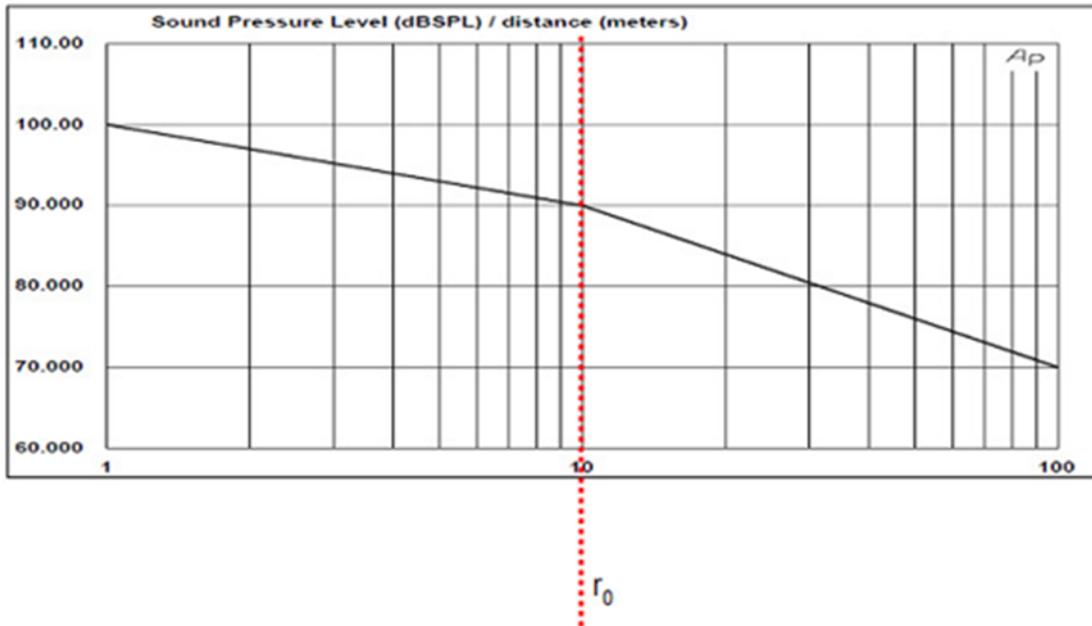


Fig. 1.32 Gráfica de atenuación.

Finalmente se muestra el patrón de radiación de un arreglo lineal con diferentes longitudes L (con respecto a la longitud de onda) en donde se aprecia que mientras más largo es el arreglo más estrecho se vuelve el haz frontal de radiación.

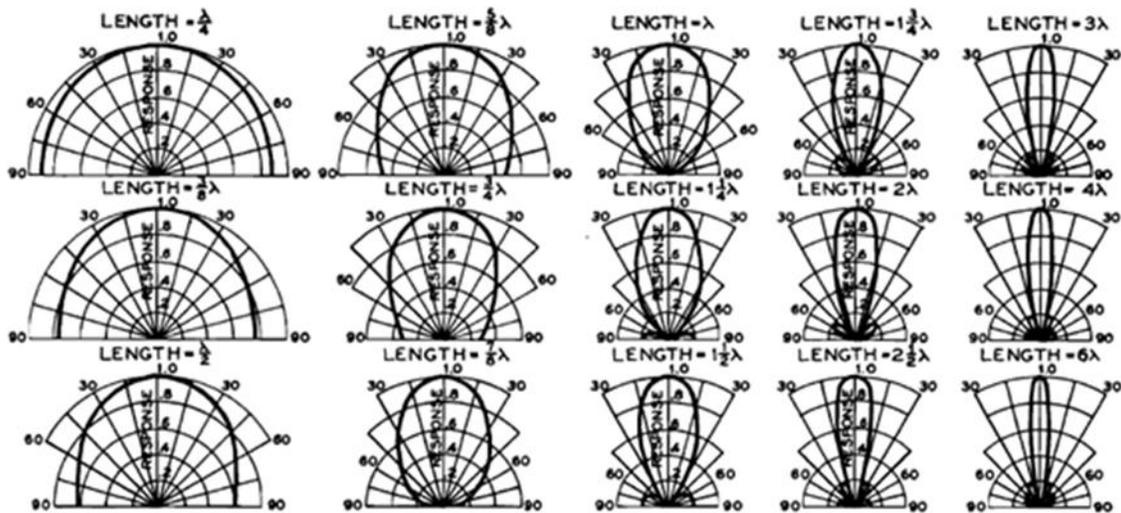


Fig.1.33 Patrón de radiación de un arreglo lineal con diferentes longitudes L .

1.6.2.1 Fuentes Lineales Curvas

Ya hemos definido como se comporta un arreglo lineal recto pero que pasa si a ese arreglo recto lo empezamos a curvar. Es obvio que la línea se mantendrá continua hasta un momento en el que ésta se "rompa". En un arreglo lineal curvo el comportamiento continuo del mismo está definido por la frecuencia y la distancia entre fuentes puntuales. Si consideramos que la distancia d entre ellos tiende a cero entonces existe una mayor dependencia al ángulo de curvatura del arreglo.

Entonces, si esta distancia d tiene a cero entonces la longitud de onda es infinitamente pequeña y por lo tanto los efectos de interferencia desaparecerían o tendería a frecuencias extremadamente altas, obviamente fuera del rango audible pero al ser curvo las interferencias también están restringidas por un ángulo de curvatura entre cada fuente. El frente de onda de un arreglo curvo sigue comportándose como un frente de onda cilíndrico que igualmente depende de la longitud del arreglo, la frecuencia y ahora el ángulo entre fuentes. Este frente de onda es un poco irregular, la gran peculiaridad de un arreglo lineal curvo es que al generar una curvatura en donde existen un punto de ruptura, existen un desacoplamiento entre las fuentes puntuales, debido a una variación de la distancia d por lo que los efectos direccionales se ven modificados. En un arreglo curvo, al existir un cierto nivel de desacoplamiento la dispersión vertical se modifica y se empieza a abrir. Esta apertura de la dispersión vertical es dependiente del ángulo de la curvatura. A continuación Se muestra un ejemplo de un radiador curvo ideal en el aire.

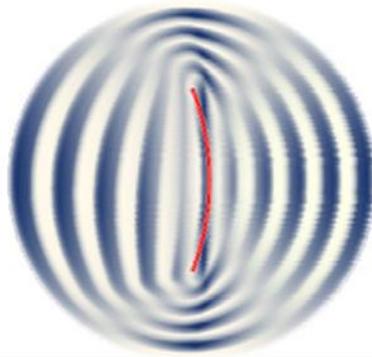


Fig. 1.34 Radiador curvo ideal en el aire.

Ahora si la diferencia d tiende a cero, de una u otra forma debe tener una mínima distancia entre fuentes por lo que esta diferencia se define como un delta, en este caso dx ($x = d$ para este análisis). Si hacemos el análisis a un punto M , como en los otros casos, resultaría que las contribuciones de cada fuente puntual no pueden ser tomadas de manera discreta ya que están tan pegadas entre ellas que la contribución es global ya que el radiador se comporta como uno solo, como un único radiador lineal. La diferencia es que la relación angular entre cada uno de ellos determina el comportamiento conjunto o separado de cada una de las fuentes puntuales por lo que es necesario tomar en cuenta la pequeña porción longitudinal (definida como dl) que hay entre cada una de ellas. A continuación se muestra una imagen de esto.

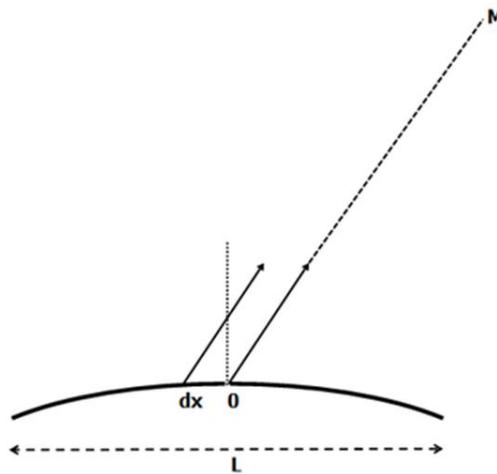


Fig.1.35 Dirección de la radiación.

Debido a que en un arreglo curvo el comportamiento como línea continua depende directamente del ángulo de curvatura, las interferencias a las altas frecuencias idealmente no existen siempre y cuando no se exceda éste ángulo. En la vida real se presentan pero con menor intensidad. A continuación se muestra una imagen en donde se puede apreciar que en el rango de las altas frecuencias, las interferencias también son suaves. Estas interferencias no desaparecen ya que en la vida real es imposible generar un radiador totalmente lineal curvo simplemente por la distancia física que hay entre los componentes de alta frecuencia.

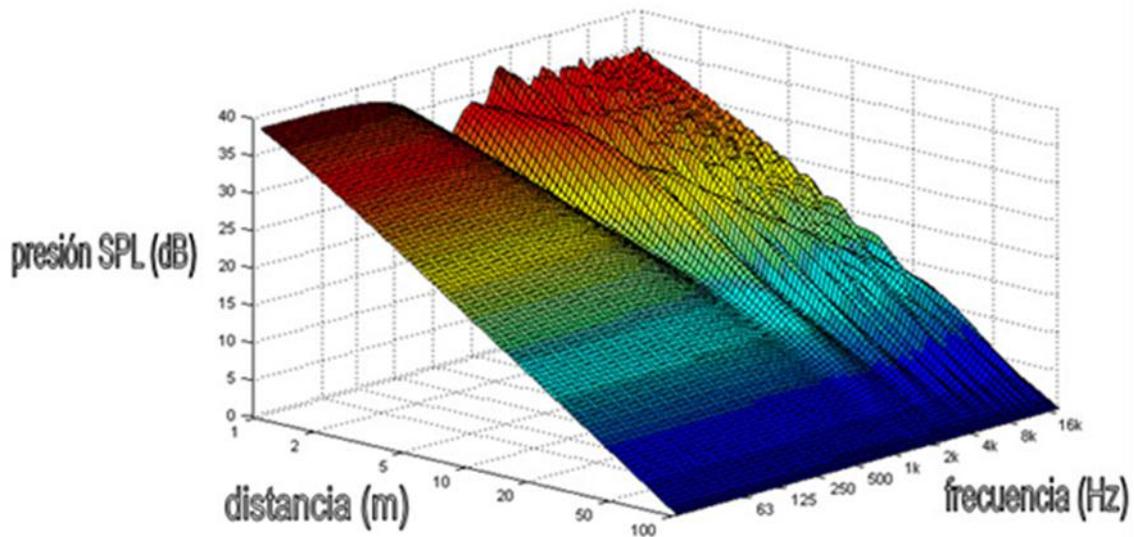


Fig. 1.36 En el rango de las altas frecuencias, las interferencias también son suaves.

Además de que la atenuación de un arreglo lineal curvo solo presenta 3dB en el campo cercano (definido ahora también por el ángulo entre fuentes), otra característica que sobresale es que la dispersión vertical (o la dispersión del eje correspondiente al alineamiento de las fuentes puntuales) del mismo se abre debido a que la curvatura tiende a "desacoplar" los centros acústicos del altavoz o tiende a incrementar la distancia d entre fuentes puntuales.

El ensanchamiento en la vertical de un arreglo lineal curvo depende de tres factores, de la Longitud del arreglo en línea, la frecuencia y del ángulo de curvatura α . A continuación se muestra una imagen en donde se puede apreciar que un arreglo lineal curvo modifica la dispersión vertical, haciendo que el haz de radiación no se concentre al centro y al frente sino que se abra sobre la vertical manteniendo de buena forma la presión sobre éste eje. La imagen corresponde a un arreglo de 2m de largo curvado 60° . Se puede apreciar que a las altas frecuencias, a diferencia del arreglo lineal recto, existe un haz de radiación más abierto debido a que la dispersión vertical se expande. Si este arreglo tuviera una menor curvatura (30° por ejemplo), la dispersión vertical a la alta frecuencia se estrecharía más. También se aprecia que a diferencia del arreglo lineal recto el haz resultante es mucho más "ancho".

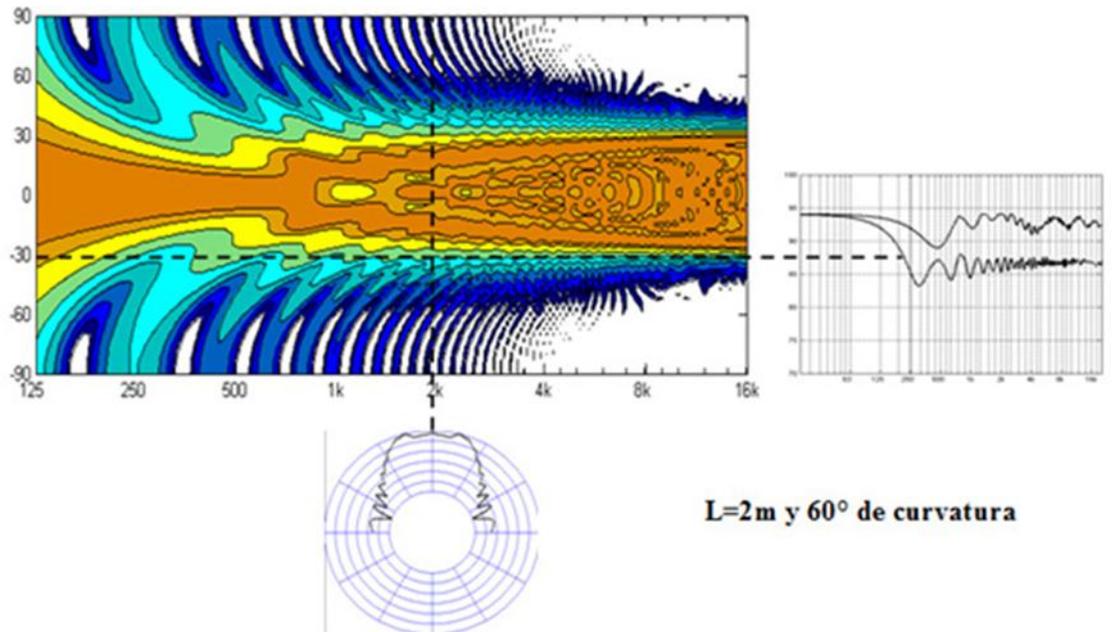


FIG.1.37 Altas frecuencias, a diferencia del arreglo lineal recto, existe un haz de radiación más abierto.

Como se aprecia en las imágenes anteriores podemos decir que un arreglo lineal curvo concentra el haz de radiación sobre la vertical, el ensanchamiento de la dispersión vertical es dependiente de la frecuencia, la longitud del arreglo y el ángulo de curvatura α . En los arreglos lineales curvos la frontera r_0 entre el campo cercano y lejano es dependientes de la longitud del arreglo L , la frecuencia f y la curvatura del mismo α . El nivel de presión sonora en el campo cercano depende de la curvatura y en el campo lejano se comporta con respecto a la ley del inverso cuadrado. Si a este análisis de un arreglo lineal curvo se le consideran condiciones estrictas la frontera r_0 puede ser independiente de la frecuencia y la respuesta en frecuencia puede ser independiente de la distancia.

Ahora bien, si se analiza el comportamiento de este arreglo lineal con respecto al análisis hecho por Harry Olson quedaría lo siguiente. Definiendo un arreglo lineal curvo como un conjunto de fuentes puntuales de igual fuerza y fase formando un arco de círculo, separados de manera simétrica y con una distancia muy pequeña entonces; las características direccionales de tal línea en el plano del arco se define por:

$$R_{\alpha} = \frac{1}{2m + 1} \left| \sum_{k=-m}^{k=m} \cos \left[\frac{2\pi R}{\lambda} \cos (\alpha + k\theta) \right] + j \sum_{k=-m}^{k=m} \sin \left[\frac{2\pi R}{\lambda} \cos (\alpha + k\theta) \right] \right|$$

(1.9)

Dónde:

R_{α} Es la relación de la presión con un ángulo α a la presión para un ángulo $\alpha = 0$. La dirección del haz en $\alpha = 0$ es normal al arreglo lineal.

α Es el ángulo formado entre el radio que pasa por el punto central del arreglo y la línea que une la fuente y un punto lejano de observación

λ Es la longitud de onda expresada en centímetros.

R Es el radio del arco expresado en centímetros

$2m + 1$ Es el número de puntos o fuentes puntuales

θ Es el ángulo generado entre dos puntos en el centro

del arco

k Es una variable

Finalmente se muestra el patrón de radiación de tres arreglos lineales curvos con 60° , 90° y 120° de curvatura con respecto al radio del arco y la longitud de onda. Se puede apreciar que mientras más curvo es el arreglo más amplio o ancho se vuelve el haz frontal de radiación.

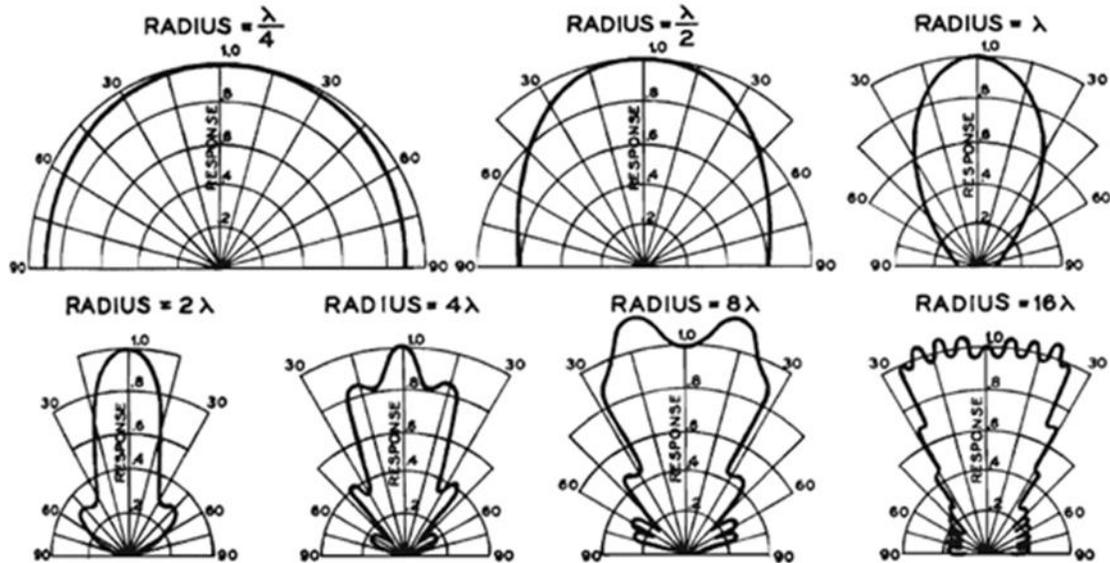


Fig. 1.38 Patrón de radiación de tres arreglos lineales curvos con 60°, 90° y 120° de curvatura con respecto al radio del arco y la longitud de onda

1.6.2.2 Fuentes Lineales con Curvas Progresivas o "J"

Se ha comentado que los arreglos lineales rectos concentran el haz de radiación al frente y centro del arreglo (la dispersión vertical es muy estrecha y depende de la frecuencia y la longitud del arreglo) y que los arreglos lineales curvos extienden el haz de radiación sobre el eje vertical (La apertura en el eje vertical depende de la frecuencia, la longitud del arreglo y el ángulo de la curvatura). Los arreglos lineales con curvaturas progresivas o en "J" son la combinación de ambos arreglos. En este tipo de arreglos la parte recta concentra el haz a la distancia y la parte curva extiende el haz sobre la vertical de manera que la presión se pueda distribuir simétricamente sobre todo el área de proyección.

Si la progresión de la línea recta y curva se define de manera correcta es posible tener un mismo nivel de presión sonora o haz de radiación en toda el área de proyección. Direccionando de manera correcta la fuente lineal con curvas progresivas sobre el área útil de proyección, el nivel de presión o radiación de energía cae abruptamente fuera del área de proyección. La respuesta en frecuencia se puede mantener constante y sin interferencias siempre y cuando el arreglo posea una longitud suficiente.

Los arreglos lineales con curvas progresivas son los más utilizados en la vida real debido a que permiten manejar de una manera exacta el haz de proyección del sonido.

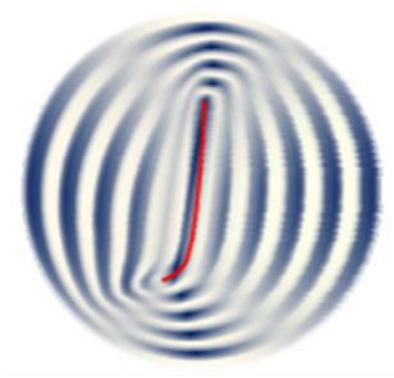


Fig. 1.39

El comportamiento a un punto de análisis M está regido por las condiciones anteriormente comentadas y es una combinación de ambas. Debido a que para poder realizar una aproximación adecuada a la geometría de un lugar en donde se quiere manipular el haz de proyección del sonido puede ser complejo y requerirá de combinaciones de arreglos en línea y curvos entonces, se realiza igualmente un análisis con pequeñas porciones longitudinales dl y la presión es la sumatoria continua (debido a que la distancia d tiende a cero y las porciones longitudinales dl son muy pequeñas) de las aportaciones de cada fuente puntual a ese punto. A continuación una imagen de este tipo de radiador lineal con curva progresiva y la ecuación de aproximación de la presión de la misma.

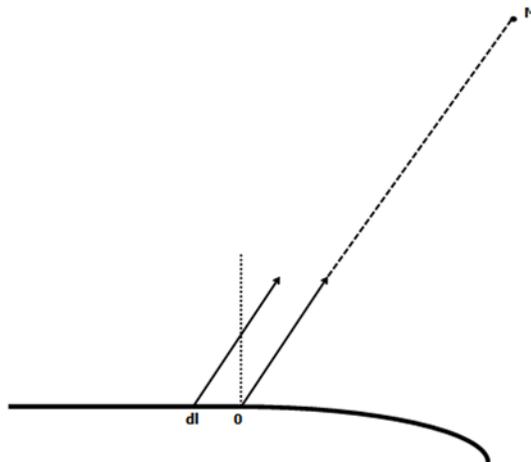


Fig. 1.40 radiador lineal con curva progresiva

$$\rho_{\text{Total}}(r) = \int_L \rho dl \quad (1.10)$$

1.7 INTRODUCCIÓN A LAS CONSOLAS DE AUDIO

La mesa de mezclas (también llamada consola de mezclas o mezcladora) es el elemento fundamental de la cadena del sonido. Básicamente podemos asimilarla a una gran autopista, donde cada carril es una línea o agrupación de líneas que llevan sonido. La mesa por lo tanto recibe señales de audio y devuelve otras diferentes que son el resultado de la combinación de las primeras.

La mayoría de estos dispositivos comparten características de diseño. A la consola, arriban señales de audio que pueden ser modificadas por la misma, (utilizando ecualizadores por ejemplo) y salen de esta para ser grabadas o reproducidas al público.

Aunque los principios de funcionamiento son en todas las consolas similares, existen características que definen el funcionamiento, modelo, y por ende su utilización, que se ve reflejado en diferentes situaciones, pero en general todas las consolas constan de parámetros de utilización similares.

Es por eso que, al aprender el funcionamiento de cada parámetro será fácil aprender el manejo de una consola, más allá de la marca, modelo, tipo, etc. En la mayoría de los casos la cantidad de prestaciones se ve reflejada en su precio.

1.7.1. Secciones de una Consola

1.7.1.1. Sección de Entrada

La sección de entrada está compuesta por una serie de módulos denominados Canales (Tracks). Un canal puede recibir tres tipos de señales. Señal de micrófono, de línea o la "vuelta" del grabador multitrack.

1.7.1.2. Componentes de Canal

Mic In: Esta entrada puede recibir señales de micrófonos y señales provenientes de cajas de inyección directa.

El conector de dicha entrada es el modelo XLR, también conocido como ficha "Cannon". Esta entrada consta de tres conectores (Pin1: Pantalla/Masa/Tierra; Pin2: Positivo/Vivo/Fase; Pin3: Negativo/Neutro/Fase) y es una entrada balanceada de baja impedancia. La impedancia de entrada podría estar en el orden de 2 a 10 KΩ.

Line In: Esta entrada recibe señales de línea balanceada / desbalanceada. El conector de entrada es un jack TRS ¼" balanceado (Camisa:

Pantalla/Masa/Tierra; Punta: Positivo/Vivo/Fase; Anillo: Negativo/Neutro/Fase). También puede recibir señales desbalanceadas desde jacks TS ¼" (Punta: Señal; Camisa: Masa). La impedancia de esta entrada está en el orden de los 40K a 50K ohms.

Tape IN: Entrada diseñada para recibir la señal proveniente de un grabador multitrack, o señal de alta impedancia. Posee las mismas características que el Line In.

Insert: La prestación de Insert permite extraer la señal del canal para procesarla externamente y luego reingresarla nuevamente. En definitiva este conector nos permite intercalar o insertar un procesador externo en el recorrido de la señal. Esta prestación es prefader (ninguna modificación que hagamos con el controlador de nivel de salida "Fader" afectará lo que se ha procesado por vía Insert).

Direct Out: Esta es una salida directa que cada módulo de canal posee. La salida es post fader y generalmente se utiliza para enviar señal a una grabadora multipista. El Jack es un Plug TRS ¼" para señales balanceadas o un Jack Plug TS ¼" para señales desbalanceadas. El hecho que esta salida sea Post-Fader permite deducir que cualquier cambio de nivel producido por el Fader se verá reflejado en esta salida.

1.7.2. Tipos de Mesas

1.7.2.1. Consolas "IN LINE"

Usualmente las consolas en un estudio son utilizadas para recibir las señales de audio, administrarlas, enviarlas a un grabador multipista, y "monitorear" las señales que devuelve el grabador, para realizar una mezcla de referencia y también la mezcla final.

Es decir, una señal llega a la entrada de un canal de la consola. Se la procesa (FX, Eqs, etc.) en caso de ser necesario. Sale por la salida individual del canal, a la entrada de un grabador multipista, sale del grabador y vuelve a una entrada de monitoreo.

Al hecho de que tanto la sección de entrada y salida de canal están "en línea" vertical en el mismo módulo se le denomina consola IN LINE. Un ejemplo de consola IN LINE es la Mackie 8Bus 24x8x2.

1.7.2.2. Consolas "SPLIT"

En las consolas "SPLIT", las señales que arriban a la entrada del canal, suelen ser llevadas al grabador multipista y "vuelven" a la sección de monitoreo que está completamente separada del módulo. Puede que físicamente compartan el mismo track, pero internamente no. Ejemplo de una consola "Split" es la GS 3000 de la empresa Allen & Heath.

Suelen identificarse las consolas Split, porque en lo que sería el módulo, se ven dos faders (Controladores deslizables de nivel de salida).

1.7.2.3. Consolas para "VIVO"

Las consolas para vivo, constan de prestaciones similares a los otros modelos (In Line - Split), con diferencias mínimas, por ejemplo no tienen entradas opcionales para reproducir la vuelta del grabador multitrack, suelen ser robustas, ya que tienen que soportar el movimiento continuo y generalmente la función "SOLO" del canal es PRE Fader, ruteada a la salida de audífonos de la consola. Estas son algunas diferencias entre otras tantas, que encontrarán al utilizar diferentes modelos de consolas

.

1.7.2.4. Mezcladores

En un sistema de sonido para refuerzo sonoro o para grabación, la mezcladora juega un papel muy importante pues de ella depende que la señal vaya al lugar que deseamos, para que sea amplificada, grabada o procesada.

Además la mezcladora es la encargada de recibir todo tipo de señales, de impedancia diferente, nivel diferente, valor nominal diferente etc. Para al final obtener una solo señal resultado de todas las anteriores, debidamente equilibrado.

Puede ser que este componente sea el más difícil de comprender en su uso, debido a la complejidad de su estructura y las tantas funciones que tiene para llevar la señal de un punto a otro.

Existe una deformación del nombre real de este componente, ya que muchos no saben si llamarlo; mezcladora o consola. Y desgraciadamente por esto existen "mitos" en que si es consola, es porque debe de ser de tantos canales y con amplificación integrada. Y cantidad de cosas que inventan. El nombre real de este componente es mix-console. Por lo cual es correcto llamarla, consola o mezcladora.

1.8. ECUALIZADORES

El ecualizador es el elemento que permite modificar la curva de respuesta en frecuencia de un sistema de audio.

Esta modificación se realiza con el empleo de filtros, alterando, mediante la actuación sobre sus controles, la señal recibida y modificando así la respuesta idónea para el local y tipo de música deseada. Nótese que aunque en principio con el uso de los ecualizadores lo que se persigue es obtener una curva de comportamiento lo más neutra posible, es decir, aquella en la que los niveles de energía se reparten por igual en cada octava, también es posible su uso para la obtención de ciertos modos acústicos preponderantes.

Los ecualizadores son sumamente útiles en sistemas de audio ubicados en salas de especial sonorización, salas reverberantes y salas mal acondicionadas.

1.8.1. Tipos de Ecualizadores

Antes de ver en detalle los tipos, recordaremos una serie de parámetros:

La frecuencia central (f_c) es el valor de la frecuencia sobre el que actúa cada filtro. Corresponde al valor sobre el cual su acción será máxima. La expresión de la frecuencia central en función de las frecuencias inferior y superior de corte f_1 y f_2 será:

$$f_c = \frac{f_1 f_2}{f_2 - f_1} \quad (1.11)$$

El ancho de banda (BW) determina la amplitud de la zona de trabajo. Se suele expresar de manera porcentual en los ecualizadores que presentan este potenciómetro.

Indica la extensión a ambos lados de la frecuencia central que abarca la corrección efectuada por el filtro. Un valor grande indica una actuación sobre un rango de frecuencias muy grande. Con un valor pequeño actúa sobre un rango menor.

$$BW = f_1 - f_2 \quad (1.12)$$

El factor Q o selectividad indica la pendiente que tiene la curva de actuación del filtro. Cuanto menor sea este valor, la acción del filtro será más uniforme dentro de su ancho de banda.

$$Q = \frac{f_c}{\Delta f} \quad (1.13)$$

La ganancia es la cantidad de amplificación o atenuación que provoca el filtro sobre la señal. Se expresa en decibeles para cada filtro y generalmente suele oscilar entre $\pm 12\text{db}$.

Idealmente, la adaptación perfecta entre el equipo y el local de audición solo se podría conseguir si fuera posible gobernar el valor de amplitud para cada valor concreto de frecuencia. Es inviable, por lo que debemos reducir nuestras pretensiones y aceptar que nuestras posibilidades de actuación lo sean sobre bandas de frecuencia, más bien que sobre valores concretos.

El problema se simplifica en gran manera si pensamos que el oído humano no responde linealmente con la frecuencia, sino que lo hace logarítmicamente: esto es, el paso de 100Hz a

150Hz (50Hz de diferencia) le parece idéntico al que existe entre 1000Hz y 1500Hz (500Hz de diferencia). Por esta razón, por ejemplo, el teclado de los pianos está simbólicamente dividido en octavas, en las que la frecuencia de la primera nota de una de ellas es el doble que la de la primera nota de la octava anterior. De la misma forma, el espectro de frecuencias de audio se dividirá en bandas logarítmicas, octavas o múltiplos de esta, sobre las cuales se actuará.

Los controles de tono también son ecualizadores, aunque con un margen de actuación muy pobre, ya que cada uno de los mandos tiene asignada una banda de frecuencias de orden de cuatro octavas, aproximadamente.

En general, la experiencia práctica demuestra que si la banda bajo control es de media octava la regulación conseguida es muy buena; si el de una octava el control conseguido es bueno; con dos octavas se consigue una actuación suficiente, y así se puede ir disminuyendo hasta grados de actuación peores.

A continuación se describen los distintos tipos de ecualizadores, detallando sus características y posibilidades.

1.8.1.1. Ecualizadores Gráficos

El paso de un sólo filtro (con un solo control) a un ecualizador completo (con varios controles, uno para cada frecuencia de actuación) se dio colocando una

serie de filtros paso-banda en paralelo, de forma que el sonido se divide en varias bandas, cada una de las cuales se puede regular independientemente de las otras. Así nació el ecualizador gráfico, que recibe su nombre por la facilidad para visualizar la posición de sus controles (potenciómetros lineales sobre los que puede leerse directamente la amplificación o atenuación), estos ecualizadores constituyen un método muy solicitado de control de tono en los que el espectro auditivo se divide en bandas muy angostas, cada una centrada en una frecuencia específica, por lo general los filtros están basados en intervalos de octava o fracciones de ésta. Cada banda tiene un control deslizable individual que proporciona un incremento o decremento de amplitud. Estos aparatos brindan un excelente método para ecualizar las respuestas de frecuencia de equipo y salas, pues permiten hacer compensaciones ya sea para dar o evitar la coloración acústica. Los ecualizadores gráficos son los de más difusión y se pueden encontrar desde con 5 hasta con 33 o más mandos. Es de importancia recordar que el espectro de frecuencias audible, entre 20Hz y 20kHz, recorre alrededor de 10 octavas (9.96). Por lo que el ecualizador gráfico más típico es el de una octava, en el que encontramos 10 puntos de control, uno para cada octava del espectro. Sistemas más completos son los ecualizadores de 1/3 de octava, en el que cada una de las octavas del espectro se encuentra dividida en tres controles, teniendo una cantidad aproximada de 30 controles. A continuación mostramos las frecuencias de actuación de los ecualizadores gráficos más comunes:

-2 Octavas: 62.5, 250Hz, 1, 4, 16 kHz.

-1 Octava: 31.2, 62.5, 125, 250, 500Hz, 1, 2, 4, 8, 16 kHz.

-1/3 Octava: 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 Hz, 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.1, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 kHz.

1.8.1.2. Ecualizadores Paramétricos

Los ecualizadores paramétricos o de parámetros variables son una herramienta muy útil ya que en ellos es posible hacer ajustes muy precisos y selectivos en la respuesta de frecuencia.

Es común en un ecualizador paramétrico tener diferentes sets de filtros, permitiendo que muchas partes del espectro de audio sean modificadas al mismo tiempo, lo que hace su ajuste un poco más complicado. La idea detrás de la ecualización paramétrica es permitir un mayor rango de posibilidades en cuanto a la administración espectral. Un ecualizador paramétrico no sólo tiene corte o aumento de amplitud variable, también cuenta con un selector de frecuencia continuamente variable, el cual actúa sobre distintas zonas del espectro de audio,

además cuenta con un control que ajusta el ancho de banda que será cortada o aumentada. El beneficio de la ecualización paramétrica es mayor libertad y flexibilidad para ajustar la curva de respuesta.

Probablemente el parámetro más difícil de comprender respecto a la ecualización paramétrica es el Q. Su funcionamiento puede ser resumido de la siguiente manera:

A altos valores se tendrá un ancho de banda muy angosto, lo que significa que se pueden atacar las frecuencias simples de un sonido; mientras que los valores bajos representan bandas amplias del espectro. Incluso, grandes cambios de amplitud a estrechos anchos de banda pueden ser difíciles de escuchar, mientras que pequeños cambios de amplitud a amplios anchos de banda son bastante fáciles de escuchar. La cantidad de valores que puede abarcar el Q en los ecualizadores paramétricos puede ir desde una sección del espectro de audio menor a un semitono hasta varias octavas.

Una vez aclarado el funcionamiento del ancho de banda en nuestro sistema auditivo, es importante mencionar algunas sugerencias para facilitar el ajuste de este ancho y por lo tanto del ecualizador paramétrico:

- Para aplicarlo en mezclas, es conveniente comenzar con un ajuste de Q muy bajo, ajustando previamente el rango de frecuencias aproximado que se desea cambiar y luego se corta o aumenta la ganancia muy sutilmente hasta lograr el color tonal adecuado; luego se termina por aumentar el ancho de banda deseado.
- En el caso de pistas individuales, se comienza con un Q alto y con la ganancia aumentada en forma exagerada (incluso si después se va a acortar), luego se elige a través del rango de frecuencias la frecuencia que se va a cambiar; una vez encontrada hay que ajustar la cantidad de aumento o ganancia y al mismo tiempo se comienza a mover el control de Q hasta encontrar el color tonal adecuado.

1.9 LINEAS DE TRANSMISIÓN DE AUDIO

Existen dos métodos básicos para transportar la señal de audio con nivel de micrófono o línea:

- Línea no-balanceada
- Línea balanceada

1.9.1. Línea no Balanceada

Emplea un cable con dos conductores, transportando la señal como diferencia de potencial (voltaje) entre ambos. El ruido electromagnético (interferencias) del entorno puede sumarse a la señal que los cables transportan, apareciendo a la salida del sistema como ruido. Los conectores que llevan señal no-balanceada poseen dos pines, tales como el RCA (Phono), y el ¼" (6.35 mm, comúnmente llamado jack) mono. Un conector de tres pines, como puede ser un XLR (Cannon), puede también llevar señal no-balanceada si uno de los pines no se usa.

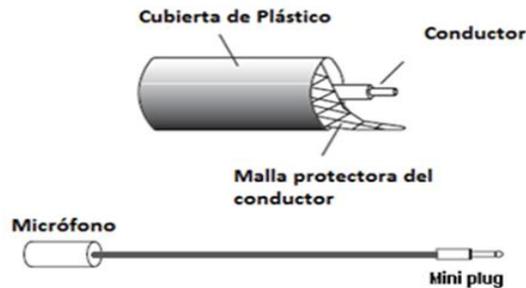


Fig. 1.41 Figura Línea No-Balanceada.

1.9.2. Línea Balanceada

Emplea un cable con tres conductores. Uno de ellos sirve de pantalla contra el ruido electromagnético y es el cable de tierra. Los otros dos tienen la misma tensión respecto del cable de tierra pero con signos opuestos. El ruido que no puede ser rechazado por el blindaje afecta por igual a los dos cables que transportan la señal. La mayor parte de los aparatos electrónicos de audio profesional trabajan con entrada balanceada. En estos aparatos el circuito de entrada toma la diferencia de potencial entre los dos cables que transportan la señal con voltajes apuestos, rechazando por tanto el ruido, que tiene el mismo signo en ambos cables. Los conectores que pueden llevar señal balanceada poseen tres pines, tales como el XLR (Cannon), y el ¼" (jack) estéreo.

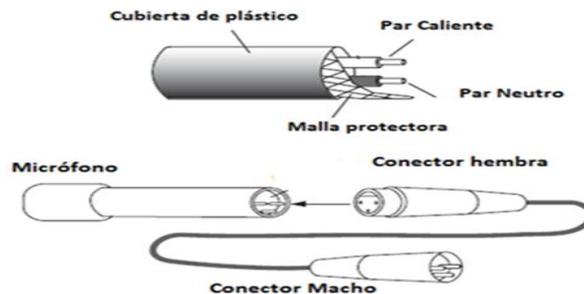


Fig.1.42 Línea Balanceada.

1.10 ESPECTRO AUDIBLE

Este se considera como estándar la gama de frecuencias entre 20 y 20000 Hz. Los sonidos cuya frecuencia sea inferior a 20 Hz se llaman infrasonidos. A los que tienen una frecuencia superior a los 20000Hz se les llaman ultrasonidos. Se sabe que el espectro audible de cada persona es diferente de diversas condiciones, como lo puede ser el ambiente de trabajo ruidoso y varia con respecto de la edad, conforme avanza la edad se pierde sensibilidad a frecuencias agudas.

Las frecuencias suelen clasificarse de acuerdo a su valor en tonalidades. A medida de que una de estas es mayor entonces por consiguiente se encuentra en una frecuencia mayor. Así que distinguimos tonos graves, medios y agudos. Los sonidos graves van desde 20 a 300 H, los medios van desde 300 a 2000Hz y los agudos van desde los de 2000Hz hasta los 20000Hz.

El espectro audible se subdivide en octavas. El valor máximo de cada una de ellas es el doble de la anterior. La primera octava y la última son prácticamente inaudibles. En la siguiente tabla se muestran todas las octavas con su respectivo rango de frecuencias.

1 ^a Octava	16 Hz – 32 Hz	7 ^a Octava	1000Hz – 2000Hz
2 ^a Octava	32 Hz – 64 Hz	8 ^a Octava	2000 Hz – 4000Hz
3 ^a Octava	64 Hz – 125 Hz	9 ^a Octava	4000Hz – 8000Hz
4 ^a Octava	125 Hz – 250 Hz	10 ^a Octava	8000Hz – 16000Hz
5 ^a Octava	250Hz – 500 Hz	11 ^a Octava	16000Hz – 32000Hz
6 ^a Octava	500Hz – 1000Hz		

Tabla (1.1) Espectro audible mostrado en octavas del ser humano.

Sabemos que a pesar de tener el mismo tono y la misma potencia, dos sonidos no deben de ser idénticos, toda su diferencia radica en el timbre, este es el que nos permite diferenciar una nota musical dada por otros instrumentos diferentes, o las voces de dos personas. Recordando sabemos que los armónicos son frecuencias múltiplos de la fundamental.

1.10.1 Características subjetivas del sonido

1.10.1.1. Frecuencia

La frecuencia se refiere a la recurrencia de eventos similares por unidad de tiempo. Por lo general la recurrencia es regular y cada uno de los intervalos regulares de tiempo es conocido como un ciclo.

Un ciclo es cualquier cosa en la naturaleza que se repite. Hablando en audio un ciclo lo veremos en una forma longitudinal. A mayor cantidad de ciclos por segundo, mayor frecuencia y a menor cantidad de ciclos por segundo, menor frecuencia. Por lo cual la frecuencia determina lo grave o lo agudo del sonido. La altura del Sonido.

El rango de frecuencias (ancho de banda) que puede escuchar el humano es de 20Hz, a 20000Hz. En teoría ya que con la edad y con la exposición a grandes cantidades de presión sonora nuestro ancho de banda se decrementa.

1.10.1.2. Armónicos

Los armónicos presentan una serie de características que son:

- El volumen de los armónicos va disminuyendo mientras son mayores.
- Todos los sonidos en la naturaleza tienen los mismos armónicos, pero no los tienen en la misma cantidad.
- La distancia intervalica entre los armónicos se va disminuyendo siempre.

Existen dos tipos de armónicos:

Armónicos nones: Son disonantes, generan una sensación de inestabilidad y de molestia, no son agradables al oído humano. Ocasionados por la deformación (cuadratización) de una onda.

Disonancia: Es el choque de 2 sonidos, o de 2 frecuencias que no sean múltiplos entre si y que tan compatible es la relación.

Armónicos pares: Son eufónicos, generan la sensación de estabilidad y tranquilidad, dan la sensación de un sonido con mayor riqueza y cuerpo.

1.10.1.3 Amplitud

Se define como el máximo valor que alcanza una oscilación en un ciclo dicho de otra forma. Es la presión ejercida a partir de un punto cero o en reposo, donde no existe el sonido. Hacia su máxima amplitud positiva (+), y hacia su máxima

amplitud negativa (-). En conjunto se conoce como valor pico a pico que es lo que determina la amplitud.

Su unidad de medida son los dB spl. (sound pressure level o nivel de presión sonora) conocidos también como dB npa (nivel de presión sonora). Por ser una unidad de medida que es funcional con el oído humano. La medición real de presión sonora son los SONE, pero por no ser una unidad de medición comparativa con la forma de percepción auditiva, se mide en PHONES que tienen la misma relación que los dB SPL, pero solo para una frecuencia.

Así determinamos que cuando una oscilación tiene mayor presión ejercida a partir de un punto cero, tiene mayor amplitud. Y cuando una oscilación tiene menor presión ejercida a partir de un punto cero, tiene menor amplitud.

1.10.1.4. Tono

Tono es igual a la frecuencia del sonido, el tono de un sonido puede decirse que es simplemente una medida de su frecuencia, hay circunstancias en las que un sonido de frecuencia constante, se puede percibir como de tono variable. Uno de los más consistentes efectos "psicoacústicos" observados, es que un sonido sostenido de alta frecuencia (mayor a 2 kHz), que se incrementa de manera constante en intensidad, se percibe como aumentando en tono, mientras que si es un sonido de baja frecuencia (menor a 2 kHz), se percibe como disminuyendo en tono.

El "tono perfecto" o "tono absoluto", se refiere a la capacidad de algunas personas para reconocer el tono de una nota musical, sin ningún tono perceptible estándar, como si la persona puede reconocer un tono, igual que el ojo discierne el color de un objeto. La mayoría de las personas, aparentemente tienen solo un sentido relativo del tono, y pueden reconocer un intervalo musical, pero no un tono aislado.

1.10.1.5. Timbre

El timbre es un fenómeno dinámico, quiere decir que varía en el tiempo. Esto se debe a la evolución de las envolventes dinámicas de cada uno de los parciales que hace que la envolvente espectral (es decir, la intensidad relativa de los parciales) sea distinta en cada momento.

La envolvente tímbrica es la superficie que generan las envolventes dinámicas de todos los parciales que componen ese sonido.

Los principales factores que influyen en la determinación del timbre son:

- la envolvente espectral, es decir, la intensidad relativa de los parciales;
- la envolvente dinámica, en particular la conjunción de las envolventes dinámicas de cada uno de los parciales;
- los transitorios, que son parciales de muy corta duración que se generan en el ataque, pero también en la caída de un sonido. Ello hace que todos los sonidos tengan siempre una componente de ruido.

1.10.2 El Oído Humano

Nuestro oído no tiene una respuesta lineal, ni en frecuencia ni en intensidad. Por esto medimos la frecuencia por octavas (que tienen el doble de frecuencias, y la intensidad en decibeles. Además la, la sensibilidad del oído varía en función del nivel de captación del sonido.

Las sensaciones que da el oído humano son el tono, timbre y la intensidad. Mientras que el tono y el timbre dependen de los armónicos del sonido, la intensidad está en función del nivel de presión sonora. Depende de la amplitud de la oscilación, de la potencia de la fuente y de la forma en que se ha transmitido, es decir el medio físico.

Como ya se platico el margen de frecuencias que logramos percibir se encuentra entre los 20 y 20000Hz, así como hablando de niveles de intensidad sonora podemos escuchar señales entre 0 dB SPL y 120 dB SPL. Estos se corresponden con los niveles umbral de audición y al umbral del dolor.

Para explicar el funcionamiento del oído se utilizan las curvas isofónicas. En el eje Horizontal encontramos a la frecuencia y en el vertical la intensidad del sonido en decibeles SPL. En cuanto disminuye la frecuencia es necesaria una intensidad mayor para percibir estos sonidos, debido a que la sensibilidad del oído humano no es la misma en todo el espectro audible. Hay una zona de máxima sensibilidad máxima entre 1000 Hz y 5000Hz, con una disminución progresiva fuera de estos márgenes.

Estas curvas se miden en fonos. Un fono es un decibelio SPL a 1 KHZ. Así es como trabajamos con sensaciones igual. Para el nivel umbral dibujamos una curva a 0 fonos para todo el espectro audible. El nivel de dolor corresponde a los 120 fonos. Los distintos sonidos se ubican en diferentes zonas de las curvas.

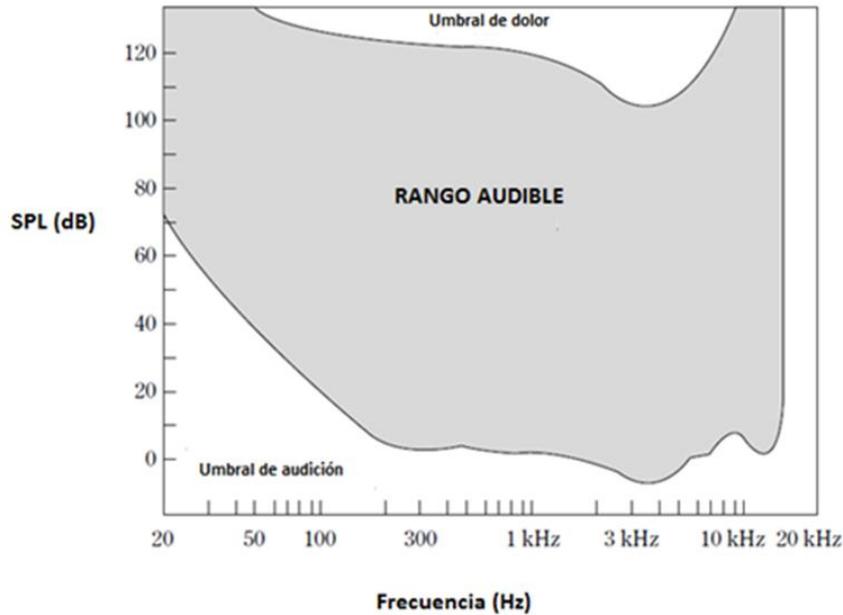


Fig. 1.43 Gráfica que representa el rango audible del ser humano.

1.10.3. La Intensidad Sonora

Depende de la amplitud de la oscilación, de la potencia de la fuente y de la forma en que se ha transmitido, es decir el medio físico.

Sabemos que la unidad de medida de la intensidad sonora es el decibel. La sensación sonora de intensidad se agudiza por sonidos débiles, su sensibilidad disminuye por sonidos débiles y por sonidos fuertes. Por tanto, los decibeles siguen una proporción exponencial, que es la que presenta el oído humano.

Si buscamos un nivel de referencia empleamos los decibeles SPL (Sound Pressure Level) que ya vienen relativos a medidas de presión sonora (en umbrales de presión). La referencia, es decir, los 0 dB SPL, es el umbral de audición, la menor cantidad de sonido es el aire perceptible para el oído humano emitida a 1000 Hz.

La intensidad Sonora (NI) vale:

$$NI = 10 \log \frac{I}{I_{ref}} \quad (1.13)$$

Y podemos explicarlo de la siguiente forma:

$$N_{SPL} = 10 \log \frac{P}{P_{ref}} \quad (1.14)$$

Que como la referencia son 2×10^{-5} Pa resulta que los decibeles SPL valen (con la expresión expresada en Pa):

$$N_{SPL} = 10 \log \frac{P}{2 \times 10^{-5}} \quad (1.15)$$

Cuando tenemos varias fuentes no podemos sumar dB SPL, tenemos que sumar presiones que proporcionan cada una de ellas. Si doblamos la presión tendremos un aumento de 6dB.

$$P_i = P_{ref} \left(10^{\frac{N_{SPL_i}}{20}} \right) = 2 \times 10^{-5} \left(10^{\frac{N_{SPL_i}}{20}} \right) Pa$$

$$P_T = \sum P_i$$

$$N_{SPL} = 20 \log \frac{P_T}{2 \times 10^{-5}} \quad (dB_{SPL}) \quad (1.14)$$

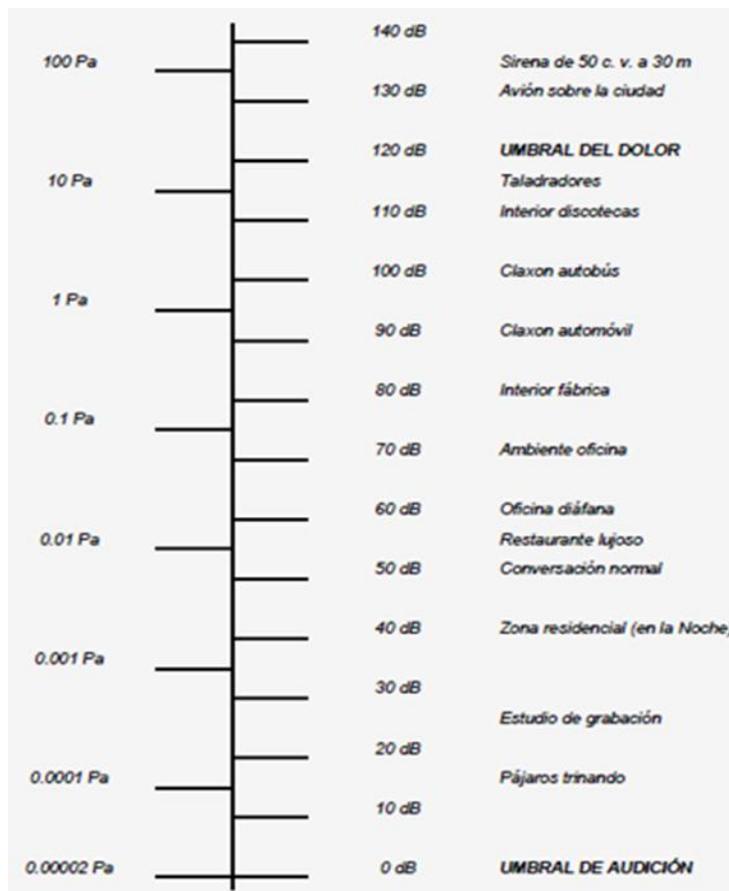


Fig.1.44 Niveles de presión acústica que interpreta el ser humano.

1.10.4. Enmascaramiento

Cuando escuchamos, las bajas frecuencias excitan residualmente zonas de alta frecuencia ocurriendo el enmascaramiento. Debido a esto existen sonidos agudos que permanecen ocultos, y no se perciben claramente si no se perciben con mayor intensidad, esto no ocurre recíprocamente con las bajas frecuencias.

1.10.5. Estereofonía

Es aquel que intenta situar las distintas fuentes sonoras en las localizaciones diferentes para el oído Humano. Al panoramizar las señales entre derecha y a la izquierda. El sonido monofónico, por otra parte, es distinto. Supone que la misma señal se envía sobre la izquierda y derecha. Así mientras, que en el estéreo hay dos señales diferentes, en el mono hay dos iguales.

1.10.6. El Efecto de Precedencia

Nuestro sistema auditivo integra intensidades de sonido en pequeños intervalos de tiempo y actúa como un instrumento de medición. En otras palabras el sistema auditivo y el cerebro tienen la capacidad de combinar todos los sonidos provenientes de la fuente principal de un retardo de hasta 50 microsegundos, sin importan que otros sonidos ajenos a la fuente principal estén presentes. Es algo parecido a lo que pasa con el cine, con la repetición de imágenes las cuales nuestros ojos y nuestro cerebro hacen que parezcan una película. Este retardo debe de ser de 16 imágenes por segundo, (un intervalo de 62 milisegundos) para evitar que solo se vean imágenes separadas.

Haz situó a sus sujetos en exploración a 3 metros de distancia de 2 altavoces, que se encontraban en un arreglo, de manera que tuvieran un ángulo 45° entre una y otra. Las condiciones del experimento eran aproximadamente anecoicas. Los sujetos en observación manipulaban un atenuador de tal manera que modularan para escuchar los sonidos emitidos por el segundo altavoz de la misma manera que el primero Haz estudio estos fenómenos producidos por el retardo.

Haz encontró que en el rango del retraso de 5 a 35 microsegundos, el sonido proveniente del altavoz desfasado debe de ser incrementado más de 10 dB del altavoz que no está desfasado para que suene como un eco. Este es el llamado efecto Haz o de precedencia.

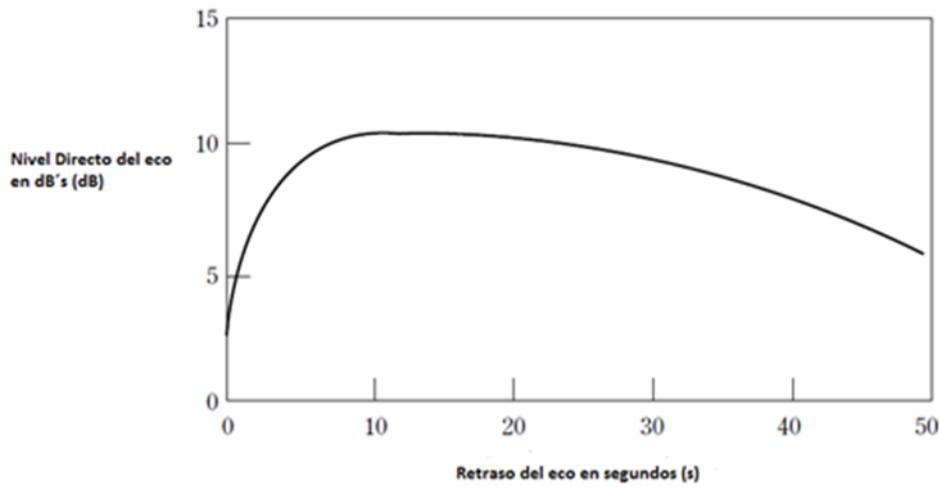


Fig. 1.45 Efecto Haz o de precedencia.

1.11 PARÁMETROS A CONSIDERAR EN UNA SONORIZACIÓN MUSICAL.

1.11.1. Efecto Peine

El filtro peine o Comb Filtering debe su nombre a su imagen gráfica que representa la forma de una peineta con los dientes hacia abajo. Se trata de la alteración de la respuesta en frecuencia en forma de caídas o huecos en el espectro sonoro de hasta 30 dB de atenuación en algunas frecuencias. Estas pérdidas suceden en una serie armónica que depende de la distancia que existe entre un micrófono y la fuente sonora, así como la relación y cambios de fase por el arribo en diferentes tiempos de la onda sonora. El efecto auditivo es una marcada reducción en el balance natural de la fuente, un cambio del timbre en un instrumento musical o poca inteligibilidad de la voz. El filtro peine puede ocasionarse de dos maneras: acústica y electrónicamente. El primer caso suele ocurrir cuando el micrófono capta el sonido directo de la fuente además de las reflexiones provocadas por superficies reflejantes. Al combinarse acústicamente ambas ondas provocarán cancelaciones en el diafragma del micrófono. La formación de este fenómeno depende de la distancia y tiempo de llegada de las reflexiones con respecto a la original. El segundo caso ocurre al emplearse dos o más micrófonos ubicados a distancias distintas captando sonido de una misma fuente sonora. La señal del micrófono localizado a mayor distancia arribará más tarde que el que está a menor distancia, estas diferencias de tiempo entre las señales al sumarse eléctricamente por medio de una mezcladora provocarán un efecto de peine tan severo que puede manifestarse en una respuesta en frecuencia alterada, con "Huecos e irregularidades". Mientras mayor sea la

diferencia de tiempo en la llegada de dos señales (de los 10 milisegundos en adelante) o más largas sean las distancias recorridas, las cancelaciones ocurrirán desde más bajas frecuencias; mientras que con pequeñas diferencias de tiempo (inferior a 0.5 milisegundos) o cortas distancias, las cancelaciones se desplazarán hacia la parte de las altas frecuencias.

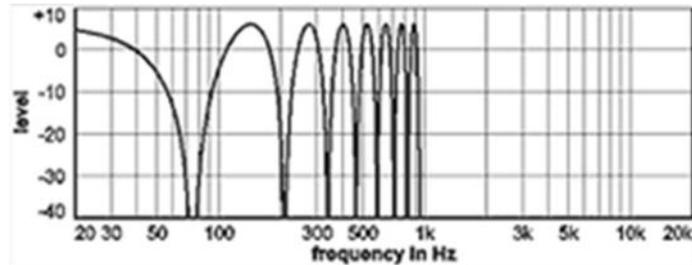


Fig.1.46 Efecto peine.

1.11.2. Regla 3 a 1.

De sus experimentos realizados, Lou Burrougs en 1974, éste llegó a la conclusión de la llamada relación 3 a 1 que consiste en colocar un micrófono frente a una fuente en una distancia D1 apropiada para una buena captación y si se tiene un segundo micrófono se debe de colocar al triple de la distancia del primero D2. Con esta técnica si utilizamos micrófonos unidireccionales tendremos mejores resultados, disminuimos cancelaciones por fase y aseguramos una atenuación de por lo menos 9dB.

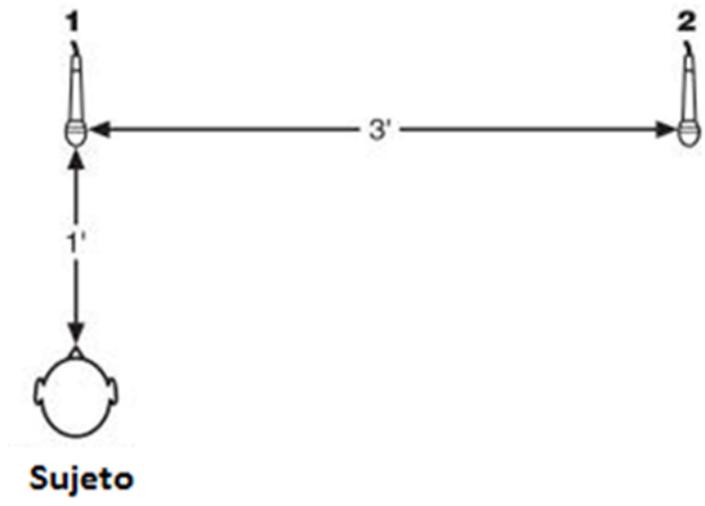


Fig.1.47 Aplicación de la regla 3 a 1.

1.11.3. Retroalimentación o Feedback

La retroalimentación o feedback es una frecuencia o combinación de frecuencias indeseadas cuando algún micrófono capta el sonido de los altavoces al mismo nivel que el de la fuente sonora, punto denominado ganancia unitaria. El sonido vuelve a preamplificarse una y otra vez hasta que se forma un lazo cerrado, aumentando rápidamente el nivel de presión de la frecuencia retroalimentada. Debido al elevado nivel que puede alcanzar el sistema resulta muy peligroso para los altavoces y sobre todo para audibilidad de los espectadores y gente del escenario. Otro tipo de Feedback, no acústico si no electrónico, es el provocado cuando se graba un concierto y la salida del equipo grabador entra a un par de canales de mezcladora. Si por descuido se asignan estos canales a la salida principal, la cual se conecta a la entrada de la grabadora, la retroalimentación se dará tan rápido que el riesgo de dañar los equipos y los altavoces es alto.

1.11.4. Rango Dinámico

El Rango dinámico es de las especificaciones más importantes de un equipo electrónico, pues nos habla del nivel de señal eléctrica que puede manejar y prácticamente nos determina el espacio total donde la señal se puede "mover". De las figuras anteriores el rango dinámico es la relación entre el máximo operativo de la electrónica, que para fines reales está definido por los rieles de la alimentación. Esta relación eléctrica se refiere directamente en decibeles eléctricos (dBv, dBu o dBm). El nivel mínimo aceptable para una mezcladora y para muchos equipos electrónicos es de 100dB. Mientras mayor sea esta especificación será mayor.

Cabe mencionar también que el rango dinámico también es un concepto utilizado para sistemas de audio. Cualquier sistema de audio tiene un ruido de fondo heredado en inherente a la electrónica utilizado para amplificar altavoces.

1.11.5. Headroom

Este es otra de las especificaciones más importante para equipos de audio. El Headroom o tolerancia se puede ver como el rango o margen que tienen las mezcladoras antes de llegar a distorsión y operando a un nivel normal. Se puede definir como la tolerancia eléctrica que tiene la mezcladora del nivel de operación al nivel de distorsión, o como la relación que hay entre el nivel máximo de salida o de distorsión y el nivel de operación nominal del mezclador. Al igual que el rango dinámico mientras mayor sea, mejor será el manejo de señal.

1.11.6. Relación Señal a Ruido (S/N)

Es otra especificación que tienen los equipos de audio y se refiere a que tan ruidoso puede ser. La relación señal a ruido nos indica que tan alejado puede estar alejado el nivel de operación de un a mezcladora con respecto al ruido de fondo que posee. Mientras más pequeña sea esta relación el sistema será más ruidoso.

1.11.7. Efecto de Proximidad

El efecto de proximidad de los micrófonos es una manifestación que consiste en el aumento de amplitud en bajas frecuencias cuando se coloca al micrófono cerca de la fuente (menos de 15 cm de separación). Dicho comportamiento se da en micrófonos direccionales, razón por la cual varios modelos incluyen ya filtros pasa altos que al activarse previene que la señal se sature o distorsione. El efecto de proximidad no es tan malo como pudiera parecer, algunos beneficios a resaltar son:

- Medio natural que un cantante emplea para matizar y hacer más expresiva su interpretación.
- Realización de algunos efectos especiales en el caso de un amplificador de guitarra, como saturación o distorsión controladas.
- Ayuda en la ecualización de una voz con un timbre muy delgado y sin cuerpo.

En una situación donde el efecto de proximidad sea inevitable será necesario manipular la señal en el sistema de control, esto es, aplicar filtros o atenuadores para controlar el exceso de bajas frecuencias.

1.11.8. Reflexiones

Reflexión del sonido

Cuando una onda sonora incide sobre un contorno, la energía sonora en parte se refleja, en parte se transmite y en parte se disipa en calor como lo vemos en la imagen anterior. Si la absorción y la transmisión son muy pequeñas, quiere decir que cuando la mayor parte de la energía incidente es reflejada, se dice que la superficie acústicamente es dura, es el caso de paredes y suelos de edificios, calles o carreteras. Por lo tanto ahora sabemos que la presión sonora en cualquier punto de la zona de la fuente emisora se deberá por un lado a la radiación directa desde la fuente y por otra parte también se deberá al sonido que llega tras reflejarse sobre una o más superficies. En un recinto cerrado se producen

continuas reflexiones entre las paredes, dando lugar a un campo sonoro difuso. (1) La reflexión no actúa igual sobre las altas frecuencias que sobre las bajas. Lo que se debe a que la longitud de onda de las bajas frecuencias es muy grande (pueden alcanzar a los 20 metros) por lo que son capaces de rodear la mayoría de los obstáculos.

Para los estudios y cálculos de las reflexiones suele utilizarse la teoría geométrica basada en la propagación del sonido en línea recta. De ahí el concepto utilizado de rayo sonoro por analogía con el rayo luminoso. Dependiendo de las características del obstáculo donde se produce la reflexión, el rayo sonoro puede reflejarse en una sola dirección o en varias direcciones, con lo que el estudio de su comportamiento se hará más complejo.

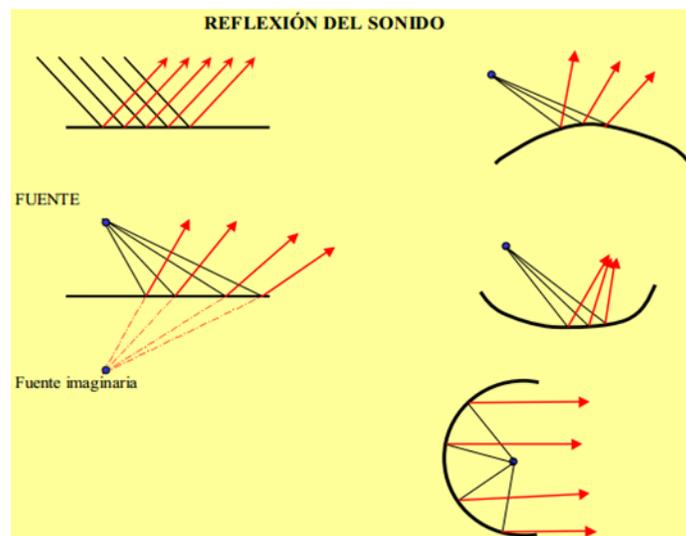


Fig. 1.48 Reflexión del sonido en diferentes superficies.

1.11.9. Curvas de Ponderación

Para que los decibels de presión SPL reflejen de mejor manera el comportamiento del oído se diseñaron las curvas de ponderación A, B y C, que hacen una serie de correcciones al nivel SPL de acuerdo a las curvas de igual sonoridad de Fletcher y Munson. Estas correcciones dependerán del nivel que se trate y se expresan como dBA, dBB y dBC, lo que quiere decir que las letras A, B y C no están referidas a alguna magnitud, si no que los decibels han sido pasados por el proceso de corrección para acercarse más a la respuesta del sonido.

Originalmente los dBA fueron creados para niveles menores a 55 dB SPL; sin embargo, ahora se utilizan para todos los niveles que representan el mejor nivel

de sonoridad o ruidosidad subjetiva causada en el oído, actualmente todas las mediciones de ruido se hacen con este tipo de ponderación.

Los dBB fueron creados para niveles entre 55 y 85 dB SPL. En la actualidad se utilizan muy poco debido al amplio uso de la curva de ponderación A.

Los dBC fueron creados para niveles mayores a 85 dB SPL. Esta curva de ponderación se utiliza en la mayoría de las mediciones de nivel de presión sonora cuando se manejan altos niveles y se parece mucho al nivel SPL sin ponderación, aunque hace ajustes a frecuencias bajas y altas.

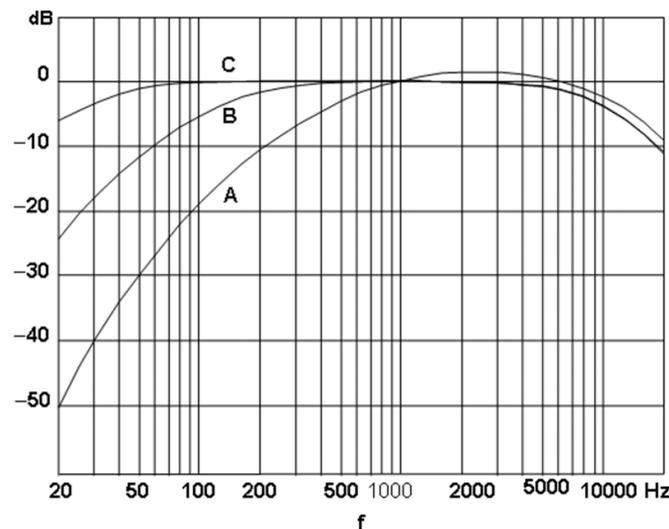


Fig.1.49 Curva de ponderación.

1.11.10. Perdida por distancia

El sonido se atenúa dependiendo de su tipo de propagación: así, si la propagación del sonido es en forma esférica (fuente sonora puntual), se dice que se da una atenuación de 6 dB cada vez que se duplica la distancia de alejamiento. Esto se debe a que, el área de incidencia de sonido crece exponencialmente respecto a su origen; específicamente, el área que atraviesa el haz del sonido, crece según el cuadrado de la distancia entre la fuente sonora puntual, y dicha área.

En cambio si la propagación es cilíndrica (fuente lineal), la atenuación corresponde a 3 dB cuando se duplica la distancia de alejamiento. La razón de esta atenuación menos drástica que el caso anterior, se da debido a que el crecimiento del área de incidencia del sonido, al duplicarse la distancia, es de tipo lineal. En las siguientes imágenes se visualiza mejor las causas de la atenuación para cada tipo de fuente. Nota: El haz de sonido no es de la forma que se indica.

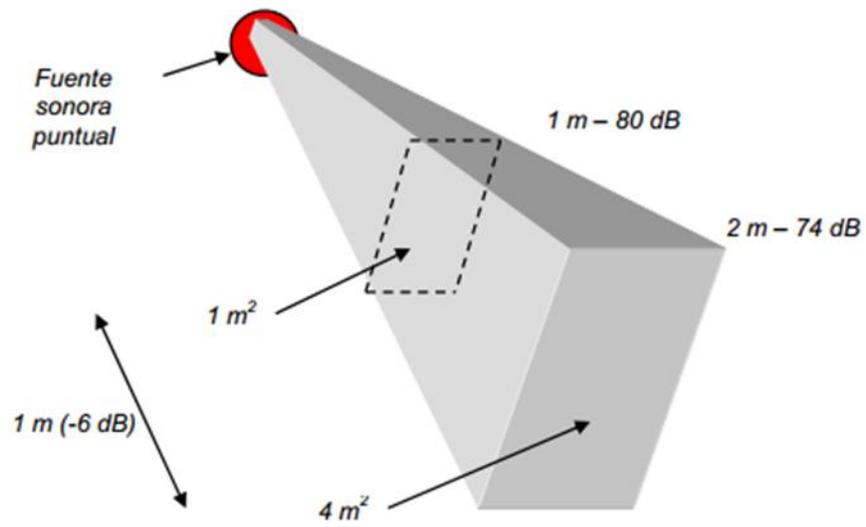


Fig. 1.50 Fuente puntal.

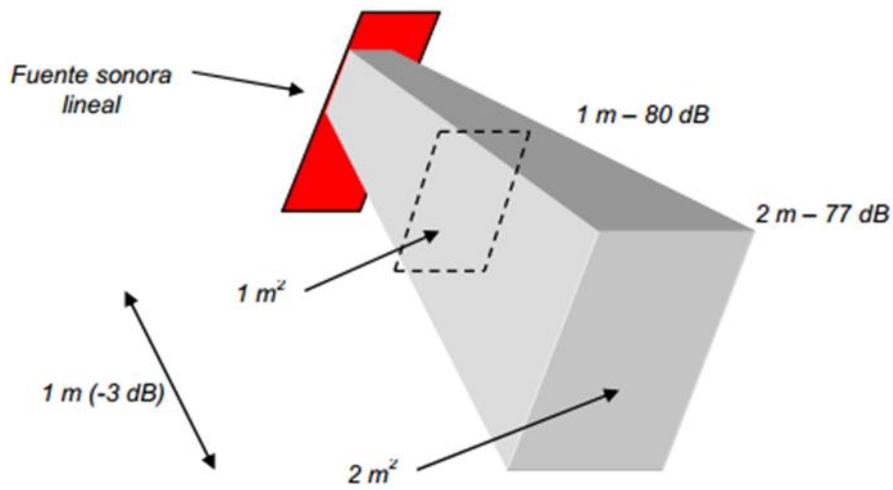


Fig.1.51 Fuente Lineal.

Fuente Lineal

Cuando un sonido es emitido desde una fuente de sonido (fuente puntual) el sonido se esparce sobre el espacio en forma de esfera, por lo que (onda de superficie esférica) el nivel de presión sonora será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia como ya se había mencionado. En otras palabras, cada vez que se duplica la distancia el nivel de presión sonora es atenuado 6 dB.

Las variaciones son mostradas en la siguiente imagen, en condiciones en un espacio libre.

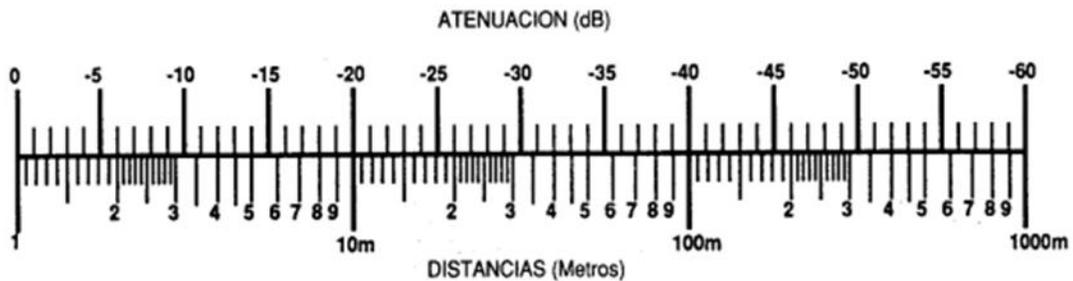


Fig. 1.52

CAPITULO II

DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 CONSIDERACIONES TECNICAS

Debido a que la producción será realizada en un campo abierto o libre como lo es la plaza roja, estas consideraciones del lugar dan gran oportunidad de colocar una gran producción y aprovechar su proyección al cien por ciento.

Tomaremos en cuenta problemáticas predispuestas en la plaza roja, como lo es la reverberación producida por la biblioteca nacional. Se tuvo que tomar en cuenta por que la colocación de la producción será frente al auditorio Jaime Torres Bodet proyectando el sonido hacia la biblioteca.

Los principales puntos que se tomarán en cuenta para acústica de exteriores (espacios abiertos)

- Se tomara en cuenta la ley de pérdida por distancia del sonido la cual dice que el resultado varía en -6dB SPL al duplicar la distancia y $+3\text{dB SPL}$ al duplicar la potencia.
- Si la distancia a sonorizar es muy grande tomaremos en cuenta las atenuaciones de las frecuencias más altas debido al ambiente como lo es la humedad y la temperatura del aire. Los valores de atenuación más elevados se obtienen entre el 10% y el 40% de humedad relativa mente y con temperaturas muy bajas.
- El viento reflejara el sonido hacia arriba cuando sople en contra, y hacia abajo cuando sople a favor de la dirección del sonido. Se hará un estudio para conocer la dirección del viento dominante en la región que se situara la producción



Fig.2.1 Comportamiento del sonido provocado por el viento.

2.2 PLANIFICACION Y DISEÑO DE LA PRODUCCION

Los pasos a seguir para diseñar la producción son los siguientes:

1. Determinar los requerimientos para diseños de sonorización de exteriores.
2. Ubicar y delimitar la zona donde se requiere sonorizar y donde se colocara la producción. Elaborando un plano de dicho lugar.
3. Verificar los problemas de reverberación con respecto al lugar.
4. Determinar el tipo de sistema de audio requerido (lineal o no lineal).
5. Hacer el análisis teórico de cuantos módulos de audio se utilizaran para cubrir lugar del evento tomando en cuenta ángulos de cobertura de NPS en vertical y horizontal.
6. Elegir el sistema de audio más conveniente para la elaboración de la producción (marca y modelo).
7. Determinar el nivel de presión sonora de salida para la sonorización.
8. Características, Colocación y análisis virtual del refuerzo sonoro.
9. Procesador para PA.
10. Consola de sala.
11. Estructura, escenario y ring.
12. Monitoreo.
13. Iluminación.
14. Video.
15. Cableado.

2.3 ESPACIO ACUSTICO ELEJIDO PARA LA PRODUCCION

El lugar elegido para el evento el cual se analizó y midió es la plaza roja ubicada en la unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional. Para poder comenzar el diseño de la producción es necesario delimitar el territorio y hacer una distribución de sus dimensiones con respecto a lo requerido.

Por inicio se tomó la decisión que el evento se realizara en la mitad de la plancha de la plaza roja, la cual es del lado del auditorio Jaime Torres Bodet viendo hacia la biblioteca.

Se realizaron mediciones de toda la plancha para tomar solo y exactamente el cincuenta por ciento de la plancha y saber si nos afectaría la estatua de Lázaro Cárdenas y el asta Bandera. Si ese fuera el caso las condiciones cambiarían con respecto a la sonorización serian un obstáculo a la propagación del sonido.

Realizadas las mediciones de la plancha se determinó que la mitad exacta de la plaza roja con respecto a las necesidades propuestas para la producción no afecta la estatua ni el asta bandera porque están ubicados escasos metros delante de esa mitad.

Las dimensiones que se tomaron en cuenta son las siguientes, de ancho viendo de frente el auditorio Jaime Torres Bodet es de 55.8 metros, de los arbustos del lado del estacionamiento (lado izquierdo) a la plancha de hasta banderas (lado derecho)

De largo el espacio determinado es de 55 metros, de espaldas al auditorio viendo de frente la biblioteca esta longitud es metros antes de la estatua y el asta bandera. Con respecto a las mediciones los cálculos arrojan un área de 3069 m² que es el total del área que se utilizara para la elaboración de la producción.

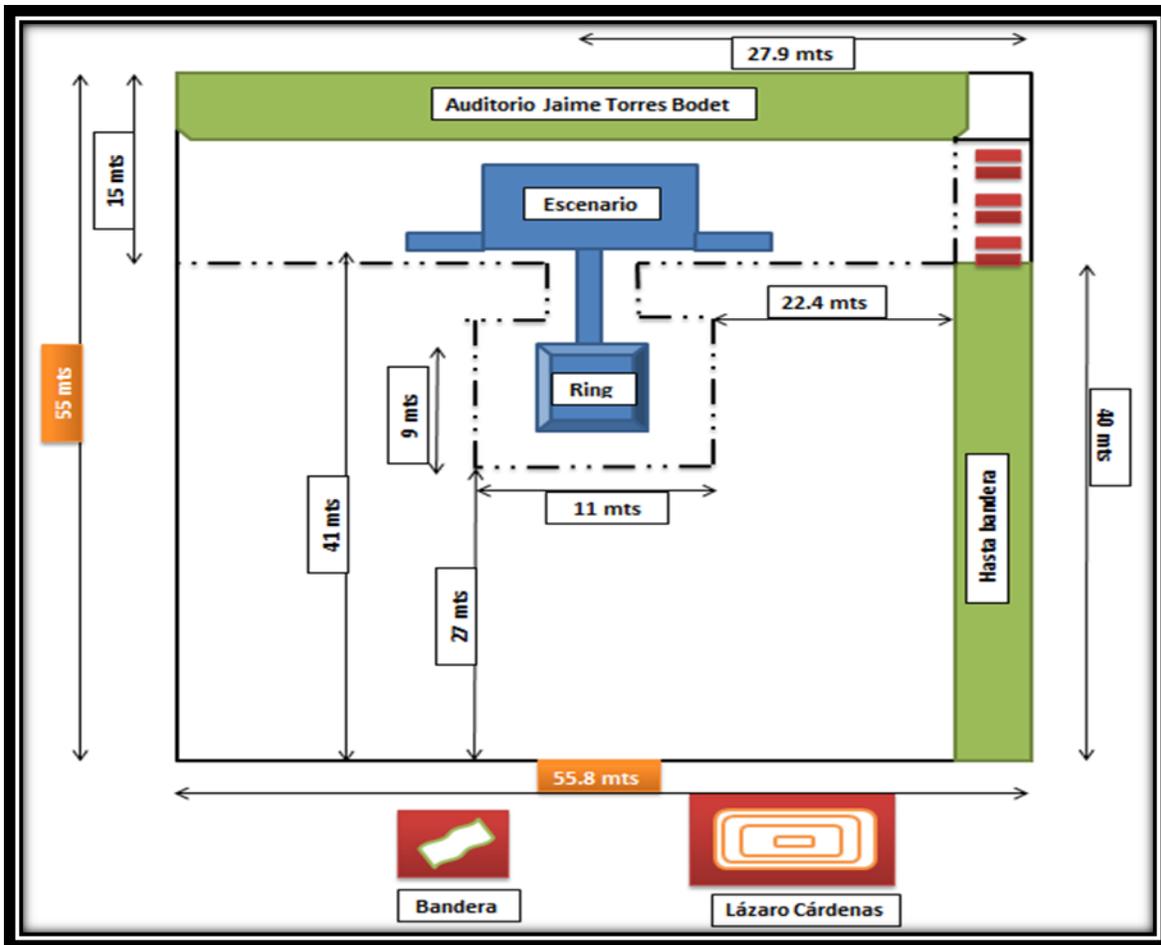


Fig. 2.2 Plano de dimensiones a sonorizar en plancha de la plaza roja.

Como se mostró en el plano de la figura 2.2. Teniendo delimitada el área que se utilizara para el evento, se dio la tarea de limitar cada una de los lugares donde se colocaran los escenarios dado que el evento es deportivo, musical se tendrán dos centros de atención importantes para el público que son el Ring de lucha libre y el soporte donde se colocara el equipo de audio, iluminación, monitoreo y escenario para el concierto de música Surf.

Para poder hacer el plano se consideraron áreas importantes como de carga, descarga, áreas de trabajo, montaje y del escenario, pasillos requeridos por los ingenieros de monitores, iluminación y sala de audio, así como los integrantes del staff, se colocó un cercado (valla de protección) dejando un espacio considerado para el espectáculo de lucha libre y la colocación de lo necesario para el mismo como la pasarela del escenario al ring para conductores músicos y luchadores.

2.4 ELECCION DEL TIPO DE SISTEMA DE AUDIO CONVENIENTE PARA LA PRODUCCION.

Para la elección del sistema de audio se tomaron consideraciones muy específicas como la potencia (NPS), fidelidad, ángulos de coberturas verticales y horizontales.

Tomando en cuenta los requerimientos anteriores se llegó a la elección de un sistema de audio lineal el cual nos proporciona un Angulo de cobertura vertical y horizontal conforme las necesidades de la producción.

Un sistema lineal nos proporciona el mismo nivel de presión sonora en cualquiera de los punto del recinto la linealidad a la que llega el sonido sin una caída de -6dB como en los sistemas no lineales, la caída de -6dB es con respecto a la teoría de perdida por distancia.

Tomada la decisión del sistema de audio requerida para el diseño de la producción conforma a las dimensiones del recinto donde se realizara el evento se calcularon el número de módulos (baffles) por lado que se utilizaran.

La distancia que se requiere sonorizar del escenario (soporte) a donde se colocara el cerco que limita el área del evento es de 41 metros este es en tiro vertical a una altura propuesta de 8metros como se muestra en la figura 2.3.



Figura 2.3 área que se desea sonorizar

Teniendo las mediciones del área a sonorizar se requiere de conocer los ángulos de inclinación y cuantos módulos del sistema lineal se requieren.

Usando trigonometría para triángulos rectángulos y conocer el ángulo del primer baffle de arriba hacia abajo (el de mayor nps) se utilizó la siguiente formula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\text{cat opuesto}}{\text{cat adyacente}}$$

(2.1) ángulo triangulo rectángulo

Se tomó una marca y un modelo para sacar el número de módulos con respecto a sus dimensiones del bafle como lo es el sistema MILO 90 de la marca MEYER SOUND.

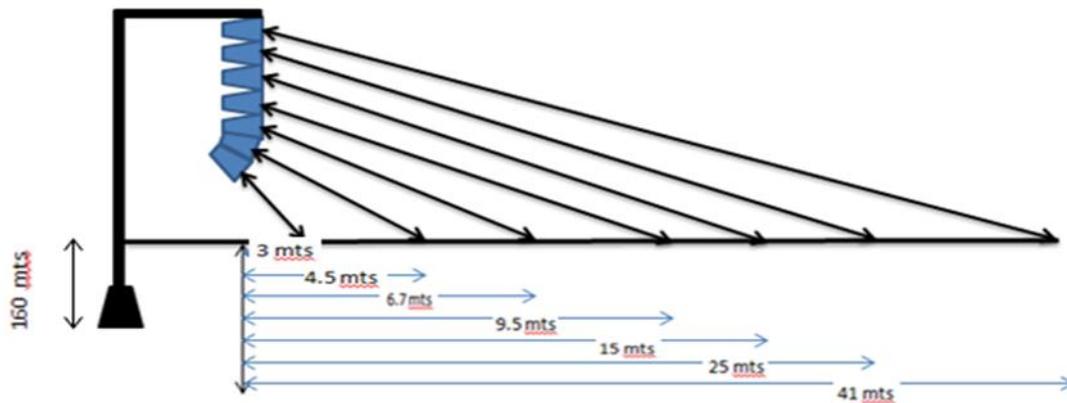


Fig. 2.4 vista de los espacios que cubrirá el arreglo con respecto a las distancias calculadas.

Que tiene una altura por módulo de 36.8 cm y considerando el herraje para su colocación tomamos 50 cm de modulo a modulo. El diseño resultado de la siguiente manera con 7 módulos por lado como se muestra en la figura 2.4

Los cálculos del ángulo y tiro de distancia para cada módulo tomando en cuenta una cobertura vertical de cinco grados a cada cincuenta centímetros de altura empezando a ocho metros como la primera caja fueron los siguientes.

1. Para el ángulo del primer módulo:

Altura = 8 metros

Longitud = 41 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\textit{cat opuesto}}{\textit{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{41 \textit{ metros}}{8 \textit{ metros}} = 78.959$$

Y un complemento de ángulo de:

$$\theta_{\textit{complementario}} = 11$$

2. Para el ángulo del segundo módulo:

Altura = 7.5 metros

Longitud = 25 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\textit{cat opuesto}}{\textit{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{25 \textit{ metros}}{7.5 \textit{ metros}} = 73.30$$

Y un complemento de ángulo de:

$$\theta_{\textit{complementario}} = 16.36$$

3. Para el ángulo del tercer módulo:

Altura = 7 metros

Longitud = 15 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\textit{cat opuesto}}{\textit{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{15 \textit{ metros}}{7 \textit{ metros}} = 64.98$$

Y un complemento de ángulo de:

$$\theta_{\textit{complementario}} = 25.1$$

Para el ángulo del cuarto modulo:

Altura = 6.5 metros

Longitud = 9.5 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\textit{cat opuesto}}{\textit{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{9.5 \textit{ metros}}{6.5 \textit{ metros}} = 55.6$$

Y un complemento de ángulo de :

$$\theta_{\textit{complementario}} = 34.27$$

1. Para el ángulo del quinto modulo:

Altura = 6 metros

Longitud = 6.6 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\textit{cat opuesto}}{\textit{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{6.6 \textit{ metros}}{6 \textit{ metros}} = 47.72$$

Y un complemento de ángulo de:

$$\theta_{\textit{complementario}} = 42.27$$

2. Para el ángulo del sexto modulo:

Altura = 5.5 metros

Longitud = 4.5 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\textit{cat opuesto}}{\textit{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{4.5 \text{ metros}}{5.5 \text{ metros}} = 39.28$$

Y un complemento de ángulo de:

$$\theta_{\text{complementario}} = 50.72$$

3. Para el ángulo del séptimo modulo:

Altura = 5 metros

Longitud = 3 metros

Sustituimos en la fórmula 2.1

$$\theta = \arctang \frac{\text{cat opuesto}}{\text{cat adyacente}}$$

Por lo tanto

$$\theta = \arctang \frac{3 \text{ metros}}{5 \text{ metros}} = 30.96$$

Y un complemento de ángulo de:

$$\theta_{\text{complementario}} = 1159.03$$

Tomando el ángulo complementario como la inclinación del sistema y por cada módulo, el sistema tendrá una inclinación de 11°.

2.5 CALCULO DE NIVEL DE PRESION SONORA DE SALIDA POR MODULO DEL SISTEMA LINEAL

Para calcular el nivel de presión sonora de salida por modulo del sistema lineal tomamos en cuenta la ley de perdida por distancia.

Utilizando la fórmula de la ley cuadrática inversa la cual pide 2 distancias. La primera es la distancia a la que se medirá el nivel de presión sonora (NPS) de salida la distancia que se considero es a un metro, y la segunda es la distancia que se desea cubrir con un NPS directo.

Considerando que la estatura promedio del oído de las personas en México es aproximado a 1.60 metros. Para hacer el cálculo 1.60 metros se tomó como cero para calcular el NPS de salida.

Para todos los módulos del sistema se requiere que el NPS sea de 100dB por lo tanto se realizara con la siguiente formula.

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

(2.2). *Fórmula que se utilizara para calcular el NPS de salida*

Dónde:

r1 distancia de salida de NPS del baffle.

r2 distancia a la que se requiere la atenuación de NPS.

100 es la constante que se le sumara al cálculo de NPS de salida.

1. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del primer módulo del sistema.

r1 = 1 metro.

r2= 41 metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r1 y r2.

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{41}{1}\right) = 132.25 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 132.25 dB.

1. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del segundo módulo del sistema.

r1 = 1 metro.

r2= 25 metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r1 y r2.

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{25}{1}\right) = 127.95 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 127.95 dB.

2. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del tercer módulo del sistema.

$r_1 = 1$ metro.

$r_2 = 15$ metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r_1 y r_2 .

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{15}{1}\right) = 123.52 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 123.52 dB.

3. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del segundo módulo del sistema.

$r_1 = 1$ metro.

$r_2 = 9.5$ metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r_1 y r_2 .

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{9.5}{1}\right) = 119.55 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 119.55 dB.

4. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del segundo módulo del sistema.

$r_1 = 1$ metro.

$r_2 = 6.7$ metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r_1 y r_2 .

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{6.7}{1}\right) = 116 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 116 dB.

5. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del segundo módulo del sistema.

$r_1 = 1$ metro.

$r_2 = 4.5$ metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r_1 y r_2 .

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{4.5}{1}\right) = 113.06 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 113.06 dB.

6. Calculo de nivel de presión sonora (NPS) de salida del segundo módulo del sistema.

$r_1 = 1$ metro.

$r_2 = 3$ metros.

Sustituimos en la fórmula 2.2 r_1 y r_2 .

Por lo tanto:

$$NPS = 100 + 20 \log\left(\frac{3}{1}\right) = 109.54 \text{ dB}$$

El NPS de salida del primer módulo es de 159.54 dB.

2.6 CARACTERISTICAS Y COLOCACION DEL SISTEMA LINEAL (MILO MEYER) Y ANALISIS VIRTUAL (SOFTWARE MAPP ONLINE PRO)

Para hacer el análisis virtual del arreglo lineal, considerado para el proyecto de sonorización se utilizó el software de la marca Meyer sound (MAPP online pro). El cual se eligió por la marca y modelo del sistema de refuerzo sonoro que se utilizara que es MILO 90 de la misma marca. Fig.2.5



Fig. 2.5 sistema lineal MILO 90 de la marca MEYER SOUND.

Teniendo el software, se realizó el análisis mediante a las normas que manda la marca para el sistema lineal MILO 90 el cual nos percatamos que en el software no podemos meter al cien por ciento los datos arrojados en el análisis teórico dado que el software ya trae normas de seguridad y un cierto límite de grados de inclinación por modulo del sistema restringiendo las coberturas de sonido.

La marca restringe el sistema, debido a las medidas de seguridad como peso, inclinación, resistencia de sus piezas para su colocación como: Bastidor de colgado MRF-MILO, enlaces de alineación frontal como trasera y pernos de liberación rápida. Para lograr el uso óptimo del sistema como se muestra en la fig. 2.6

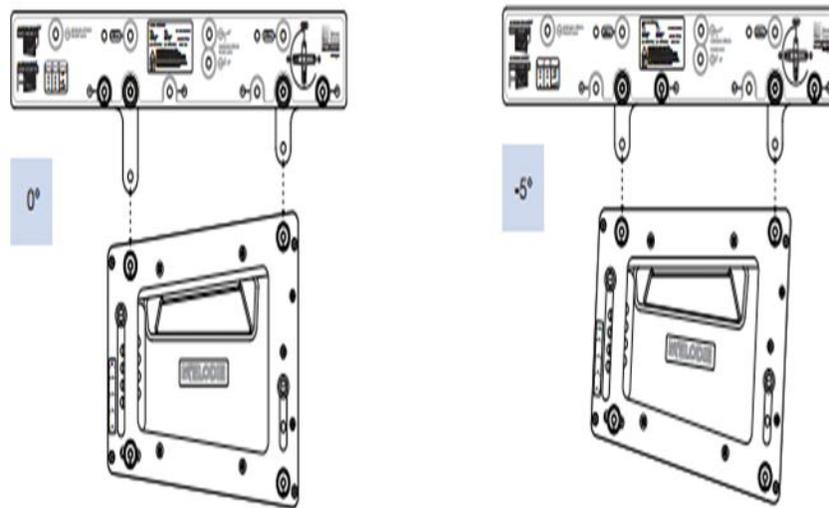


Fig.2.6 colocación del sistema sugerido por la marca Meyer Sound considerando las normas y la resistencia de las piezas de colocación.

Para la colocación del sistema completo (7 módulos por lado) en el soporte de aluminio, con respecto al peso total del sistema considerando que cada módulo pesa 106.60 Kg esto lo multiplicaremos por 7 módulos. Se tiene un peso de 746.2 Kg a lo cual le sumaremos 20 Kg del Bastidor de colgado MRF-MILO y 20 Kg más de líneas de alimentación y señal. Teniendo los datos de los pesos da un total de 786.20 Kg.

Calculado el peso total del sistema lineal se tomó la decisión de hacer un colgado con 2 motores de 500 Kg (1/2 tonelada). Se utilizaron 2 motores por las necesidades de la producción, debido a que el sistema tendrá una inclinación de 11 grados los cuales se darán con la ayuda de los motores.

Se pondrá un motor en la parte trasera del Bastidor de colgado MRF-MILO y uno en la parte delantera para lograr el Angulo de inclinación necesario la marca de los motores es "CM VARISTAR" figura. 2.7



Fig.2.7 Motor de carga CM.

Para la óptima colocación y colgado utilizamos un arreglo de 3 puntos. 2 frontales y un trasero llamado “freno delantero” como se muestra en la figura. 2.7.1

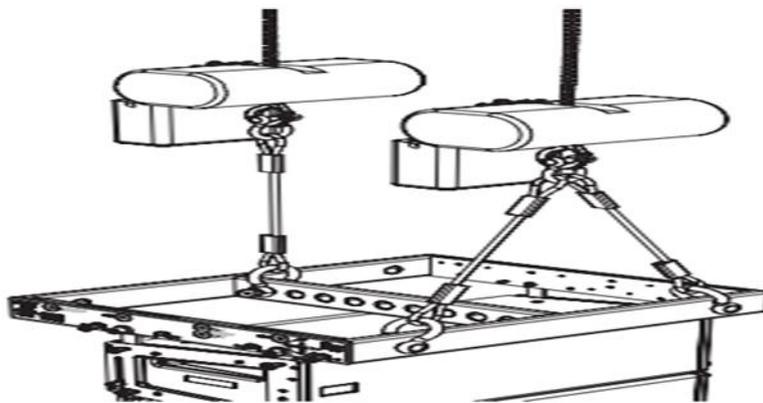


Fig.2.7.1 Arreglo de 3 puntos con freno delantero.

2.6.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA MILO 90:

El sistema MILO es un arreglo curvilíneo de alta potencia con un peso ligero entre los sistemas pesados de la marca MEYER SOUND, de la serie de los sistemas lineales auto amplificadas. MILO es un sistema notablemente compacto y ligero para un sistema a cuatro vías completamente integrado particularmente considerando que proporciona una salida pico de 140 dB SPL con respuestas de frecuencia y fase excepcionalmente planas. MILO contiene tres transductores dedicados para muy alta frecuencia que extienden su rango operativo hasta 18 kHz, aumentan el espacio libre disponible para alta frecuencia,

MILO es un diseño a cuatro vías, con el rango operativo dividido en la banda de baja frecuencia (60 Hz – 300 Hz), la banda de media baja frecuencia (300 Hz - 560 Hz), la banda de media alta frecuencia (560 Hz - 4.2 kHz), y la banda de muy alta frecuencia (4.2 kHz - 18 kHz).

Parte del equipamiento estándar de MILO, los herrajes de colgado QuickFly Rigging utilizan componentes robustos, confiables y engañosamente sencillos que permanecen integrados, tanto en uso como durante la transportación. Los enlaces especiales Aligna Link de las esquinas frontales y posteriores del gabinete unen las unidades para colgarse o apilarse. Los ángulos de separación pueden variarse entre 0° y 5° en pasos de 0.5° (1° entre 3° y 5°). Al ser rígidas todas las conexiones de colgado, la inclinación del arreglo es fácil de ajustar eliminando con frecuencia la necesidad de tirantes posteriores en configuraciones colgadas. Si las circunstancias requieren de un arreglo curvado pronunciadamente, entonces un Bastidor PBF-MILO puede ser enganchado al gabinete más bajo (se requieren barras de transición MTB-2D/M). Como se muestra en la fig. 2.8.



Fig. 2.8 colgado y partes del sistema MILO.

2.6.2 AMPLIFICADOR Y PROCESAMIENTO INTEGRADOS

MILO incluye un amplificador de alta potencia, con cuatro canales clase AB/H y sofisticados circuitos de control todos albergados dentro del gabinete simplificando dramáticamente el tiempo de montaje o instalación. Se proporciona distribución de alimentación eléctrica y se conecta la señal de nivel de línea al arreglo para su operación. Las compañías de renta pueden configurar arreglos lineales de varios tamaños para ajustarse a diferentes foros sin tener que reconfigurar racks de amplificación o transportar equipo innecesario tan solo porque ya se encuentra dentro de los racks. En instalaciones fijas no hay

necesidad de tiro largos de cable de altavoz de gran calibre, ni de cablear o configurar una sala llena de amplificadores y procesadores de altavoz.

El amplificador integrado de MILO proporciona una potencia total de 3935 watts. Los limitadores verdaderos protegen a los altavoces de MILO de ser sobrecargados, y mantiene la compresión de potencia de largo plazo menor a 1 dB (contra los 3-6 dB de los sistemas competidores). El paquete modular, de amplificador/procesamiento es reemplazable en campo e incluye la fuente de poder Inteligente AC de Meyer Sound, la cual automáticamente se ajusta al voltaje de línea en cualquier parte del mundo y proporciona un encendido suave así como protección contra picos.

2.6.3 ANALISIS VIRTUAL CON SOFTWARE (MAPP ONLINE PRO)

En el análisis con el software se metió un arreglo lineal MILO dando rangos y haciendo un espacio acústico representando la plaza roja.

El análisis nos arroja la siguiente predicción fig. 2.9

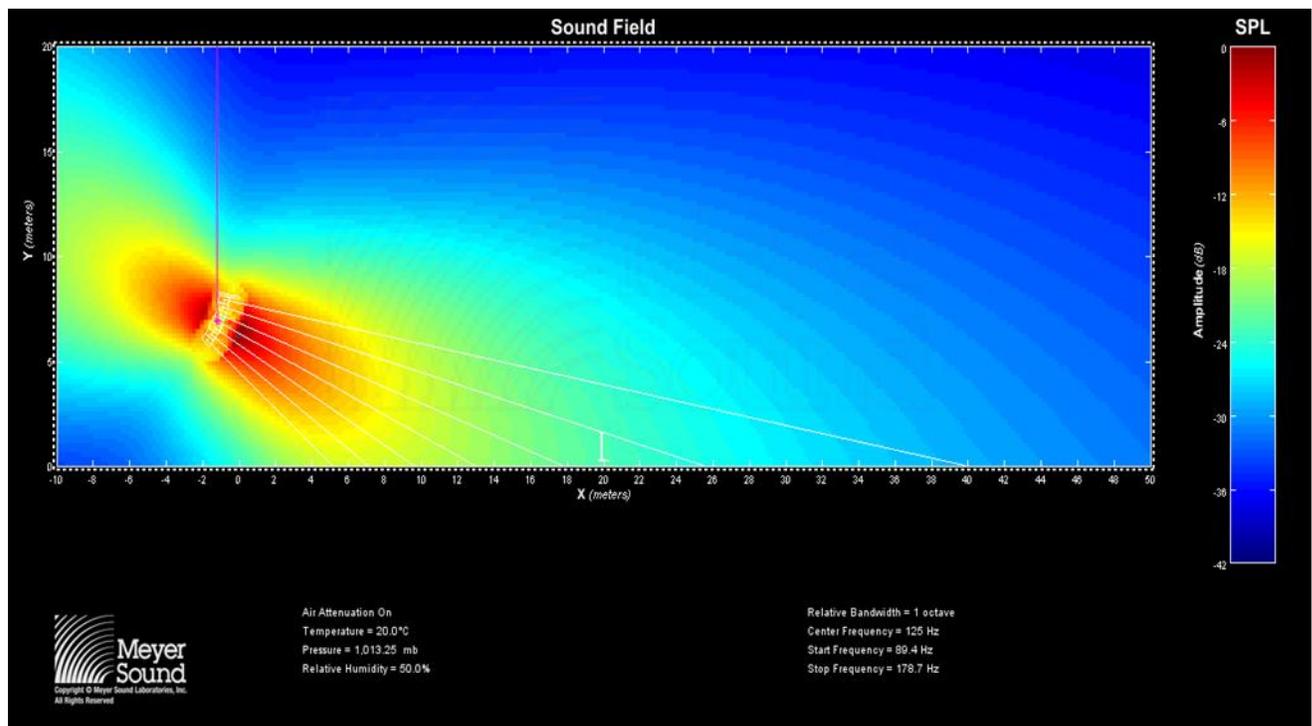
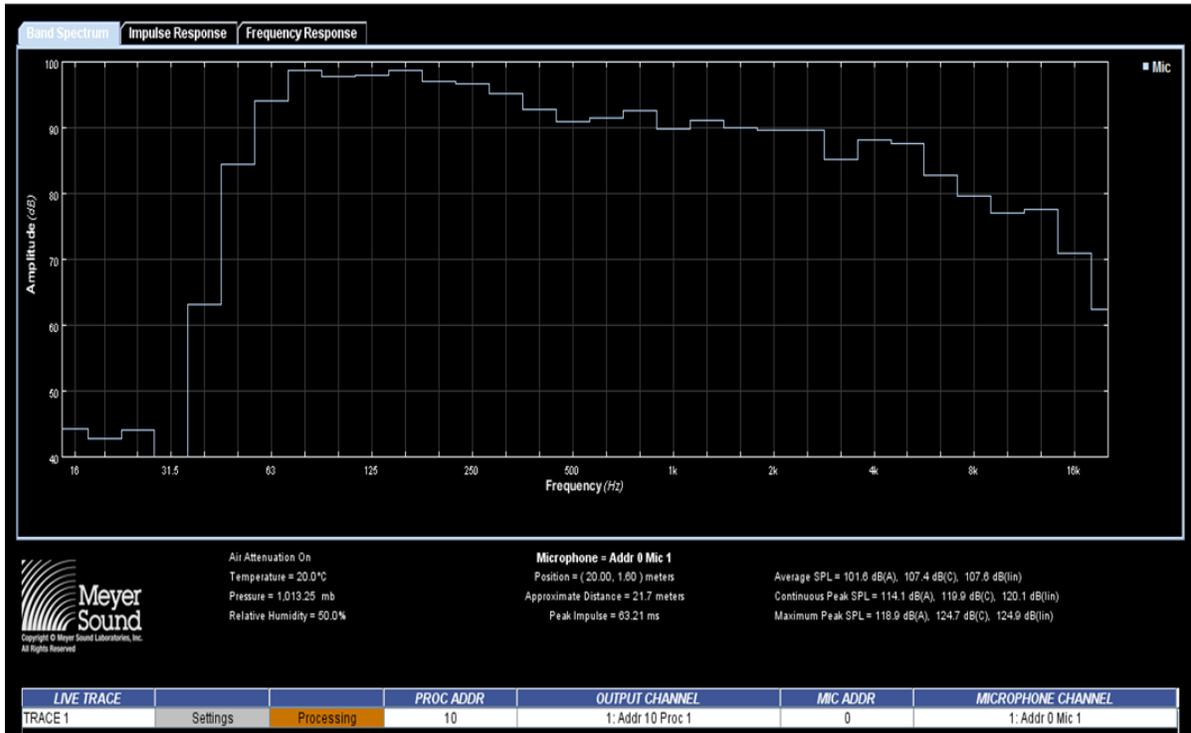
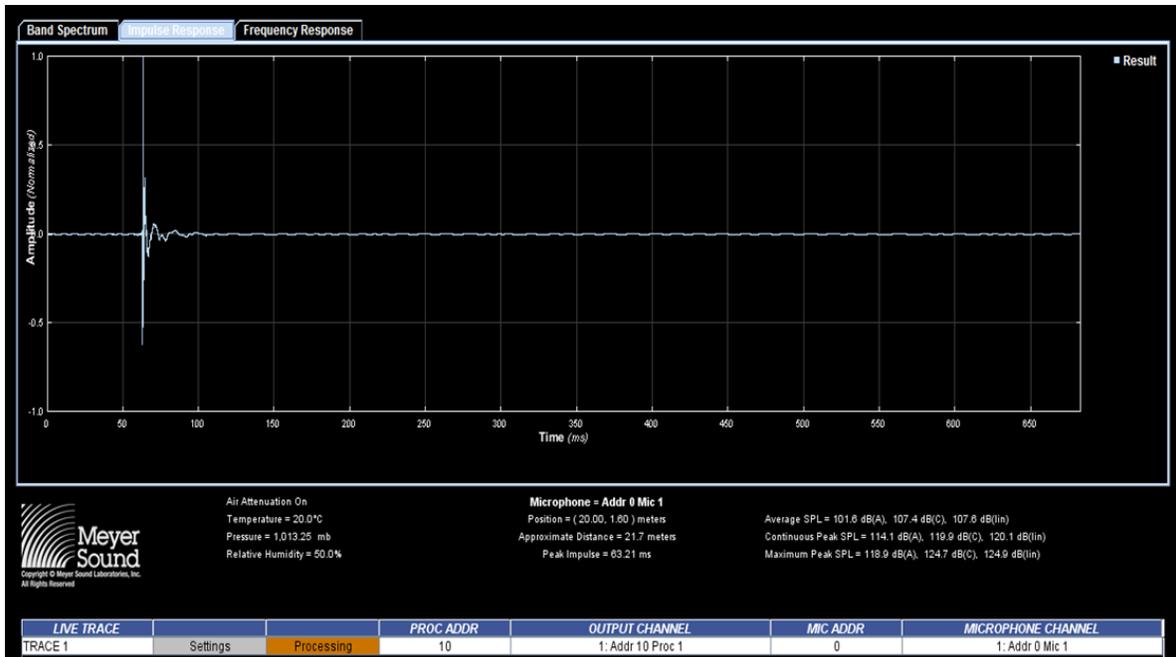


Fig. 2.9 Nivel De Presión Sonora.



2.10 Espectro De Banda.



2.11 Respuesta De Impulso.



2.12 Respuesta En Frecuencia.

Los datos arrojados por el software son distintos a lo calculado en teoría se adecuo lo más posible para hacer un análisis con forme a la teoría.

2.7 SUBWOOFER

Para la elección del subwoofer se tomó en cuenta las características del baffle HP700 de la marca MEYER SOUND. Con un total de cuatro módulos por lado a nivel de piso colocados exactamente debajo del P.A

El Subwoofer de Ultra-Alta Potencia 700-HP de Meyer Sound establece un nuevo estándar para la ecuación potencia-tamaño. La potencia y el ancho de banda del 700-HP manejan altos niveles de operación continuos e información pico extrema con mínima distorsión en su rango de frecuencia operativo.

El riguroso enfoque de diseño de Meyer Sound ha sido aplicado para extraer la mayor eficiencia a cada parte del sistema, dando como resultado la reproducción sin esfuerzo de picos de baja frecuencia del 700-HP. Como sistema auto amplificado, los transductores, la amplificación y la electrónica de control del 700-HP son creados como un sistema simbiótico que optimiza el desempeño y maximiza su potencia.

El rango operativo de frecuencia de 28 Hz a 150 Hz complementa otros altavoces, arreglos lineales y curvilíneos de Meyer Sound en aplicaciones de sonorización que requieren del máximo espacio libre en el extremo más bajo del espectro de frecuencia.

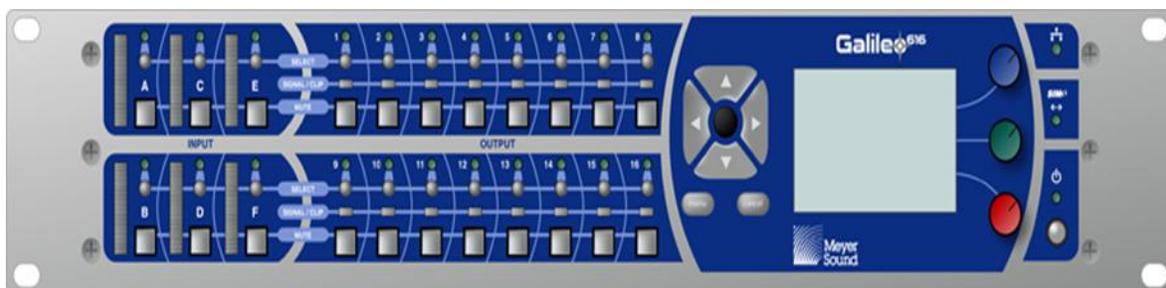
El HP700 tiene dos altavoces de cono de 18 pulgadas de excursión larga, con ventilación trasera, diseñados y fabricados por Meyer Sound. Cada altavoz cuenta con una bobina de 4 pulgadas y está clasificado para manejar 1200 watts. Cuenta con un amplificador integrado de dos canales clase AB/H con etapas de potencia complementarias MOSFET proporciona una potencia pico total de 2250 watts (1125 watts por canal).



Fig. 2.13 SISTEMA SUBWOOFER HP700 DE MEYER SOUND.

2.8 PROCESADOR DE AUDIO (SISTEMA DE GESTIÓN DE ALTAVOCES)

Para el sistema de gestión de altavoces se utilizó un procesador de la marca MEYER SOUND como lo es el galileo 616 es una solución en hardware y software para controlar y alinear sistemas de altavoces compuesto por zonas múltiples.



2.14 procesador galileo 616 marca MEYER SOUND.

El Galileo 616, cuenta con seis entradas analógicas en conectores XLR balanceada alimentación de estado de la técnica de los convertidores AD operativo / a una resolución de 24 bits, frecuencia de muestreo de 96 kHz. Tres de las entradas se puede cambiar individualmente para operar como entradas estándar estéreo AES / EBU de audio digital, que aceptan señales con frecuencias de muestreo de hasta 96 kHz. Dado que todo el proceso interno que se realiza a los 96 kHz, punto flotante vectorial de 32 bits, las señales que entran a frecuencias de muestreo más bajas se aumenta la resolución mediante-de-la vanguardia de hardware convertidores de frecuencia de muestreo. Los seis canales de entrada pueden consistir en una combinación de entradas analógicas y digitales.



2.15 Entradas y salidas del procesador galileo 616.

Las 16 salidas cuentan con alta resolución de 96 kHz, 24 bits D / A, y ofrecen la misma línea y capacidad de conducción como la de los productos de controladores de línea analógica de Meyer Sound, hasta +26 dBu, permitiendo que el Galileo 616 para conducir fácilmente Meyer Sonido altavoces auto amplificados a plena potencia en todas las frecuencias, incluso en largas filas.

2.9 MEZCLADORA SALA

Para la mezcladora de sala o (consola de sala), considerando las necesidades de la producción se utilizara la consola YAMAHA M7CL/48 debido a su fácil manejo y considerando que es una de las mejores mesas de la marca, hoy en día es de lo más utilizable para eventos masivos.



2.16 consola de sala M7CL/48 marca YAMAHA.

La elección de la consola fue por las siguientes características cuenta con un total de 56 entradas 48 entradas de línea mono y 4 de líneas estéreo, 27 buses en forma de 16 buses de mezcla un bus LCR (que se puede utilizar como bus estéreo o mono) y ocho matrices que se pueden utilizar con entradas y con buses. Toda esta capacidad de mezcla satisface los requisitos de las aplicaciones profesionales de sonido en directo de tamaño medio en una mesa ligera y extraordinariamente compacta.

Además de la increíble selección de funciones de mezcla, la M7CL/48 incorpora un bastidor de 8 unidades "virtuales" que se puede cargar con hasta cuatro efectos y cuatro ecualizadores gráficos o, si lo prefiere, puede utilizar menos efectos y permitir el funcionamiento simultáneo de hasta ocho ecualizadores gráficos. Los 48 efectos proporcionados incluyen los extraordinarios efectos de reverberación REV-X de Yamaha. Puede utilizar unidades de ecualización gráfica de 31 bandas de canal único estándar o los GEQ Flex15 que proporcionan dos canales de ecualización con los que puede controlar hasta 15 bandas con ancho de banda de 31 bandas. Con el bastidor virtual cargado con ocho unidades GEQ Flex15 dispondrá de 16 canales de ecualización gráfica de alto rendimiento. Las

bandas de ecualización se pueden controlar directamente a través de los deslizadores Centrales, que permiten un funcionamiento táctil intuitivo.

Para caso del evento se necesitara 3 entradas por lado del P.A. 2 para el sistema lineal que se dividirá en 2 pisos (1- tiro largo y 2- tiro corto) y un tercero para el subwoofer (3 grabe) haciendo un total de 6 canales para todo el P.A haciendo una tabla conforme las a las requerimientos profesionales la conexión quedara de la siguiente manera.

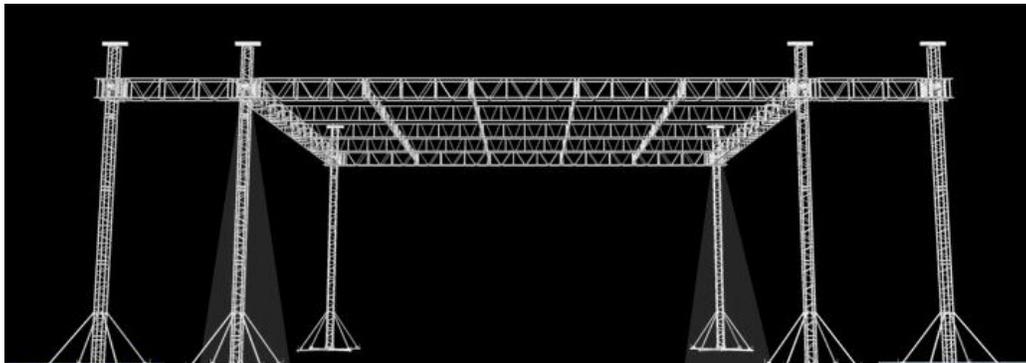
Canal	Nombre
A	Tiro largo (R)
B	Tiro largo (L)
C	Tiro corto (R)
D	Tiro corto (L)
E	Subwoofer (R)
F	Subwoofer (L)

Tabla. 2.1 conexión de PA en el procesador y mezcladora de sala.

2.10 ESTRUCTURA, ECENARIO Y RING (CUADRILATERO DE LUCHA LIBRE)

2.10.1 ESTRUCTURA (GROUND SUPPORT)

Para la imagen y una buena perspectiva del público se colocara una estructura metálica (aluminio), llamada en el ambiente del espectáculo GROUND SUPPORT como se muestra en la figura 2.17 la marca del soporte será COMETA esta es una marca muy resistente con buena imagen y sobre todo muy económica debido a



que es una empresa Mexicana.

Fig. 2.17 GROUND SUPPORT

El ground support contara con 17 metros de frente, 10 metros de profundidad, y 12 metros de altura. La intención de colocar la estructura es por el hecho que se colocara iluminación y video en el interior del escenario. El escenario constara con una dimensión de 9x9 metros y el demás la demás estructura será el área de colocación del PA como se muestra en la figura 2.18.



Fig. 2.18 estructura (GROUND SUPPORT). Limitaciones, Escenario, video iluminación y audio.

2.10.2 ESCENARIO

El escenario o "templete" también conocido en el ambiente del espectáculo, tendrá una dimensión de 9x9 metros y una altura den 1.50 metros para el uso de la banda de surf. Back line monitoreo y lo requerido para el concierto. Contará con un área de trabajo de 2x2 metros para colocar la consola de monitores y cableado.

El escenario se coloca dentro del soporte (ground support) en la parte que se le llama caballete, recibe ese nombre porque carga en medio a una lona para protección de lluvia y sol, haciendo una inclinación para que no se acumule agua en ella, Como se muestra en la fig. 2.18.

El templete se constituye de tapas de madera con un marco de metal aproximadamente de 1 metro cada tapa, se colocan sobre una base de metal.

Llamada tijera, en cada extremo o pata de la tijera se coloca una base llamada estrella para que asiente la tapa y no se caiga o se mueva como se muestra en la figura. 2.19



fig. 2.19 colocación de escenario (templete)

2.10.3 RING (lucha libre)

Dado que el espectáculo es deportivo musical se colocara un ring de lucha libre a una distancia aproximada de 20 metros del escenario con una pasarela a una altura de 1.30 metros para los luchadores, anunciadores y personal del staff.

El ring es un cuadrilátero de 6x6 metros con una altura del piso a la lona llamada a si en el ambiente luchístico de 1.30 metros y con una altura del piso a la tercer cuerda de 2.50 metros aproximada mente. Como se muestra en la imagen 2.20.



Fig. 2.20 Ring de lucha libre profesional.

2.10.4 ENLONADO

Por causas de protección se colocara un enlonado procurando abarcar toda el área donde se realizara el evento. Debido que el evento está programado para un horario entre las 6 pm y 11 pm, se desea prevenir todo tipo de inclemencias del tiempo.

El enlonado se ubicara en el área donde estarán los espectadores y el ring debido a que el escenario tendrá un caballete con su lona. Una de las razones por la cual se colocara la lona es por estrategia acústica la lona tiene un nivel de absorción muy grande en frecuencias medias y agudas.

Se realizó un análisis en la plaza roja y se comprobó un problema que siempre ha existido el de reverberación en frecuencias medias y agudas por lo cual decidimos contrarrestar este problema con una lona de protección.

2.10.5 VALLA DE PROTECCION

Para protección del escenario se colocara una valla que en el ambiente del espectáculo se le conoce como pesada limitara el área de trabajo (escenario, pasarela y ring)

Para cercar toda el área del evento se utilizara un tipo de valla llamada ligera o de popote también conocida en el ambiente este tipo de valla solo sirve para limitar un espacio debido a que es muy ligera y no soportaría algún impacto fuerte como la valla pesada que está diseñada para soportar grades choques.



Fig. 2.20.1 Valla ligera (popote) y valla pesada.

2.11 MONITOREO

El monitoreo es una parte esencial en la producción y mucho más si es un evento en vivo debido a que es los músicos requieren escuchar, para una buena interpretación a la hora de tocar. Un buen monitoreo se entiende que es satisfacer al músico casi a un 100% en lo que pida la tarea se hace para cada uno de los integrantes de la agrupación.

Para la producción se utilizaran como monitores de piso el sistema MJF212A de la marca MEYER SOUND por sus características y por ser por ahora uno de los mejores sistemas de monitoreo, se utilizara un sistema lineal como refuerzo de monitoreo lateral llamado SIDE FILE se utilizara el sistema lineal de la marca MEYER SOUND llamado MICA, y por último se utilizara un sistema DRUM FILE este es exclusivo para el baterista cuenta con un medio y graves debido a que es un conjunto de percusiones y es el que marca el tiempo. Estos son los tres tipos

de monitoreo que se utilizaran en esta producción cabe mencionar que el sistema de monitoreo se apegaba a lo requerido por el músico y representante de la agrupación.

El sistema MJF-212A de Meyer Sound es un monitor de escenario auto-amplificado, diseñado para satisfacer las necesidades críticas de las aplicaciones profesionales. Mostrando amplitud y respuesta de fase planas, ancho de banda de rango completo y una respuesta de impulso excepcional, con un rango de frecuencia de 55 Hz a 18 KHz la imagen 2.21 nos muestra el monitor.



Fig. 2.21 monitor MJF212A de la marca MEYER SOUND

El refuerzo lateral de monitoreo llamado SIDE FILE va colgado a la estructura cubriendo más del 70% del escenario para una mejor apreciación del músico de lo que está interpretando se utilizara un sistema lineal de la marca Meyer Sound llamado MICA 3 por lado, en la imagen 2.22 se muestra el sistema lineal.



Fig. 2.22 Sistema MICA de Meyer Sound (Side File)

El altavoz compacto de arreglo curvilíneo de alta potencia MICA es el más reciente y pequeño miembro de la aclamada familia de altavoces MILO. MICA lleva la alta potencia y suave respuesta de alta frecuencia. MICA proporciona respuestas de fase y frecuencia planas en su ancho de banda operativo de 60 Hz a 18 kHz. Con una potencia pico de 138 dB SPL.

Para el monitoreo de la batería se utilizara un sistema DRUM FILE compuesto por un subwoofer 650P de la marca Meyer Sound fig.2.23 para las frecuencias bajas debido que la batería está compuesto de instrumentos de percusión y un monitor MJF212A fig. 2.21 para las frecuencias medias y agudas.



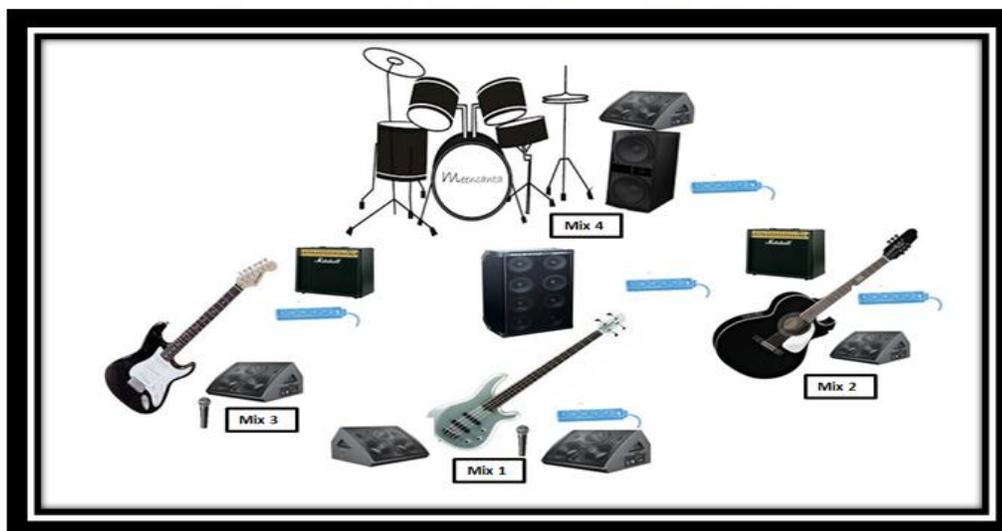
Fig. 2.23 Sistema 650P Meyer Sound.

El 650-P proporciona un potente y extenso ancho de banda en baja frecuencia, y maneja altos niveles de operación continua e información pico extrema con mínima distorsión y una respuesta que se extiende hasta 28 Hz. proporciona una potencia pico total de 1240 watts (620 watts/canal).

La colocación del monitoreo será de la siguiente manera como se muestra en el Plot del escenario fig. 2.24.

PLOT DE ESCENARIO |

(MONITOREO, BAKC LINE Y TOMAS DE CORRIENTE)



La banda de surf llamada “Chilanga mask” se ubicara en el escenario como se mostró en el plot anterior.

La banda chilanga mask cuenta con 4 integrantes, baterista, dos guitarras y un bajo. De los 4 integrantes 2 de ellos cantan como se muestra en el plot.

La forma más sencilla y eficaz para realizar una mezcla en monitores, es de la siguiente manera. Dependiendo de los integrantes son la cantidad de mezclas que se ocuparan en el caso de esta producción se utilizaran 4 mezclas individuales en monoaural utilizando 2 monitores para la voz principal y bajo un monitor para cada uno de los guitarristas, un sistema drum filie para la batería y un side File R y L

En la siguiente tabla se muestra el orden y para quien es cada mezcla (mix) tomando en cuenta que habrá una mezcladora (consola) exclusiva para monitoreo.

No. De mezcla	No. De Omni out de la consola	Instrumentos
MIX 1	Omni 1	Bajo y voz
MIX 2	Omni 2	Guitarra
MIX 3	Omni 3	Guitarra y voz
MIX 4	Omni 4	Batería
SIDE FILE R	Omni 15	Side File R
SIDE FILE L	Omni 16	Side File L

Tabla 2.2 conexión de mezclas de monitores.

2.11.1 CONSOLA DE MONITORES

La consola de monitores es una parte esencial de la producción se eligió una consola M7CL/48 fig.16 por las características ya mencionadas en el punto 2.9.

2.12. Elección de Micrófonos

Para la sonorización de nuestro evento en vivo el equipo técnico es esencial sobre el escenario y consideramos que los micrófonos son primordiales ya que planeamos su colocación perfectamente y realizamos un análisis a los instrumentos que vamos a ocupar.

Consideramos que la elección de un micrófono es el punto de partida para poder lograr obtener el sonido buscado. La técnica de microfoneo es tan importante como el conocimiento del micrófono que vamos a utilizar, donde el más caro no necesariamente será el mejor.

También uno de los puntos en los que le dimos mucha importancia fue en conocer y analizar los instrumentos que vamos a ocupar para poder definir que micrófono utilizar, donde ubicarlo sin que el músico tenga algún problema en la ejecución del instrumento.

Lo primero que consideramos para la elección del micrófono, fue el análisis de los rangos de frecuencia de los instrumentos, y las comparamos con las especificaciones técnicas de los micrófonos para poder cubrir con las necesidades que los instrumentos requieren y poder obtener una mejor sonorización.

2.12.1. Micrófonos para Batería

Ocupamos una batería (Yamaha Stage Custom) teniendo en cuenta las características de la batería y marca así como su importancia en su estructura acústica la cual es adecuada en este caso para el género del "Surf" como de igual forma puede funcionar con géneros como el Rock, Garage, Rock a Billy que también entran dentro del concepto que manejamos en esta producción.

Comenzamos a analizar este instrumento tomando en cuenta que era el más grande ya que es un instrumento formado de varios instrumentos, haciendo mediciones de nivel de presión sonora por bandas de 1/3 de octava obteniendo las siguientes mediciones.

Frecuencia (Hz)	Hit-Hat Cerrados	Hit-Hat Abiertos	Crash	Ride	Tom 12''
20	--	--	--	--	95.4
25	--	--	--	--	96.4
31.5	--	--	--	--	97.7
40	--	--	--	--	98.1
50	--	--	--	--	89.8
63	--	--	--	--	94.7
80	--	--	--	--	97.7
100	--	--	--	--	98.5
125	70.9	70.5	--	--	104
160	70.9	77.5	--	--	120.1
200	77.7	82.2	--	--	112
250	80.6	80.4	--	73.8	110.7
315	76.8	84.3	73.3	78.2	106.9
400	76.8	91.6	91.7	92.1	107.2
500	70.7	77.8	94	92.5	109.5
630	72.9	85	93.8	86.4	106.3
800	81.8	82	82.8	83	104.2
1000	74.5	84.1	79.6	73.2	100.8
1250	75.7	80.1	74.9	73.2	101.8
1600	70.6	79.4	71.5	71.3	97.2
2000	77.5	77.6	75	75.2	96.4
2500	78.6	84.4	79.6	83	96.6
3150	79.1	83.8	75.4	81.1	92.6
4000	82.1	89.6	77.6	86.5	95
5000	81.6	85.8	76.1	78	90.6
6300	86.9	90.8	74.1	81.1	88
8000	85.3	87.3	70	76.8	81.5
10000	89.8	90.6	--	78.9	76.1
12500	92.9	92.9	--	79.3	--
16000	97.3	93.5	--	78.1	--
20000	98.6	94.8	--	75.6	--
Total	100	101.8	97.7	97.1	122.6

Tabla (2.3) Mediciones de Nivel de Presión Sonora de la Batería

Frecuencia (Hz)	Tom 13"	Bombo	Tarola Arriba	Tarola Abajo	Tom Piso
20	94.4	103.8	91.6	93.1	90.8
25	100.9	104.4	87.5	91.8	87.4
31.5	106.3	101.3	90.5	95.4	84
40	104.1	95.4	98	93.7	86.1
50	96.2	99.6	99.7	94.7	90.7
63	100.9	105.4	99.4	96.5	104.1
80	99.1	116.2	93.3	94.5	116.3
100	102.8	111.7	89.2	97	101.8
125	111.3	113.2	98.8	98.4	92.2
160	118.8	106.5	102.9	101.2	109.4
200	103.5	103.4	112	107.3	113.9
250	106.8	101.3	111.8	101.8	107.2
315	107.2	103.6	109.3	103.4	107.8
400	108.7	94.9	105.9	106.8	108
500	110.9	102	107.4	107.5	104.8
630	106.2	98.6	109.4	107.1	104.6
800	103.9	94.6	108.9	109.1	101.8
1000	102.5	91.3	105.1	106.4	98.6
1250	101.1	92.8	107.5	111.1	99.5
1600	97.9	87.1	101.7	108.3	93.7
2000	97.7	83	104.2	105.5	95
2500	98.8	85.7	105.1	110.5	99.7
3150	94.1	75.8	101.9	108.1	92.4
4000	93.8	84.7	106.1	111.9	90.9
5000	92.4	81.1	101.3	109.6	85.5
6300	89.3	78.2	102.3	108.8	86.5
8000	80.2	--	99.7	107.1	74.6
10000	83.6	--	97.8	105.1	77.6
12500	78.1	--	96.3	104.3	--
16000	74	--	93	101.8	--
20000	73	--	93.9	103.6	--
Total	123.4	121.4	121.2	122.8	120.3

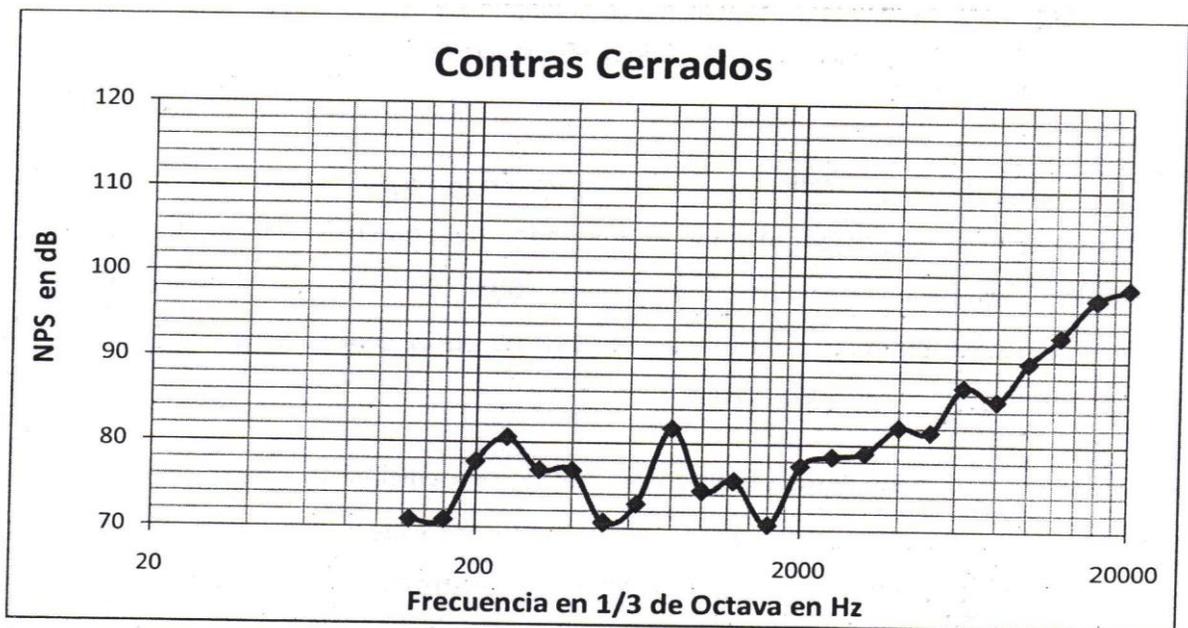
Tabla (2.4) Mediciones de Nivel de Presión Sonora de la Batería

Para facilitar la interpretación de los datos obtenidos en las tablas que mostramos se construyeron graficas semi-logaritmicas para que podamos realizar las comparaciones con las gráficas del patrón de radiación que tienen los fabricantes de micrófonos.

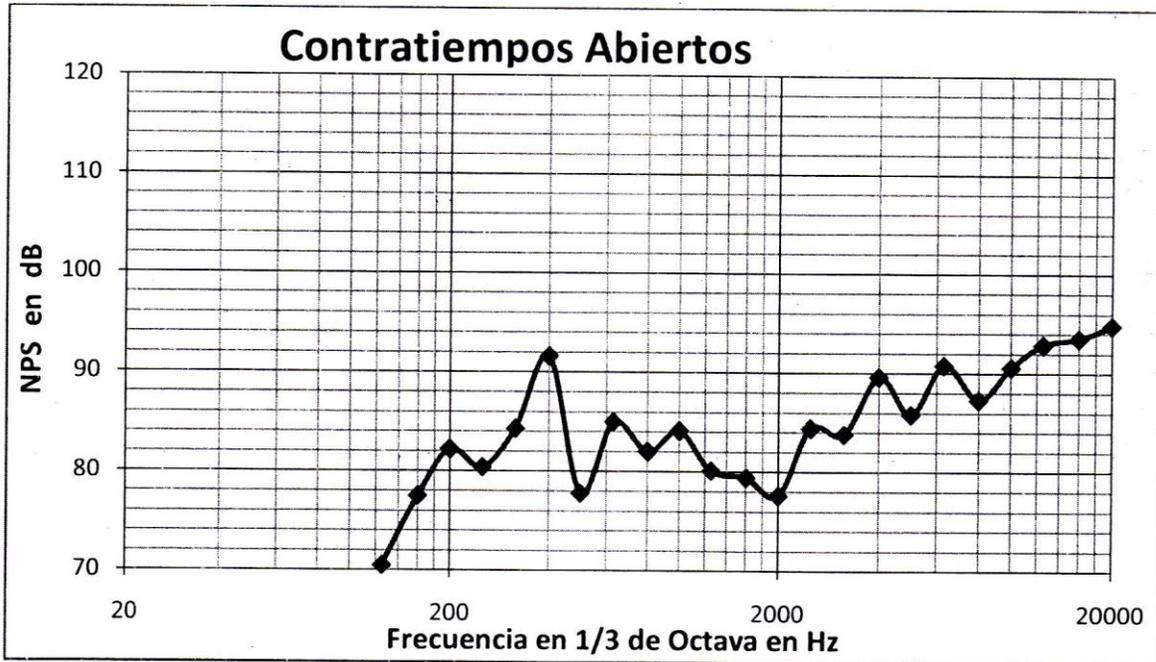
Estos datos que logramos obtener son los niveles picos registrados con el Analizador de espectros Phonic PAA3.

2.12.1.1. Micrófono para Hit-Hat Cerrado y Hit-Hat Abierto.

Después de analizar las gráficas 2.1 y 2.2 observamos que las dos graficas la frecuencia más baja registrada por el Analizador de espectros esta en los 125 Hz; y podemos encontrar picos importantes entre los 400 y 800 Hz; también podemos notar un crecimiento considerable a partir de los 2000Hz en el cual la amplitud aumenta con respecto a la frecuencia.



Grafica 2.1 Muestra la respuesta de los contratiempos cerrados (Hit-Hat). Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencias (abscisas) Hz.

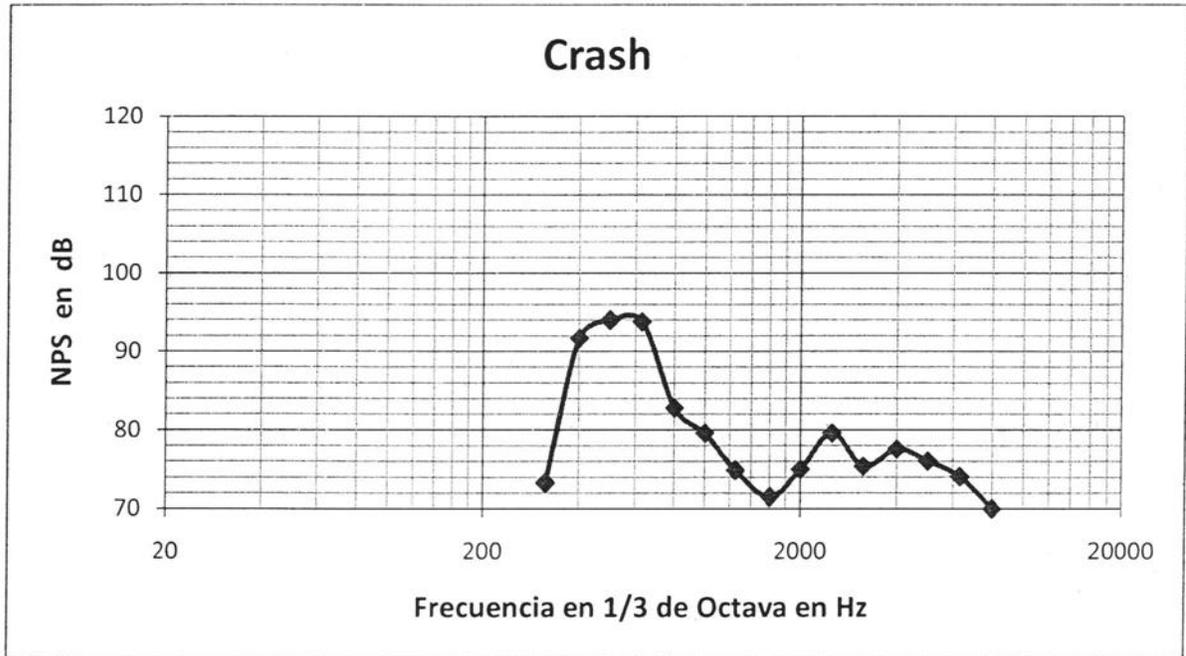


Grafica 2.2 Muestra la respuesta de los contratiempos abiertos (Hit-Hat). Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencias (abscisas) Hz.

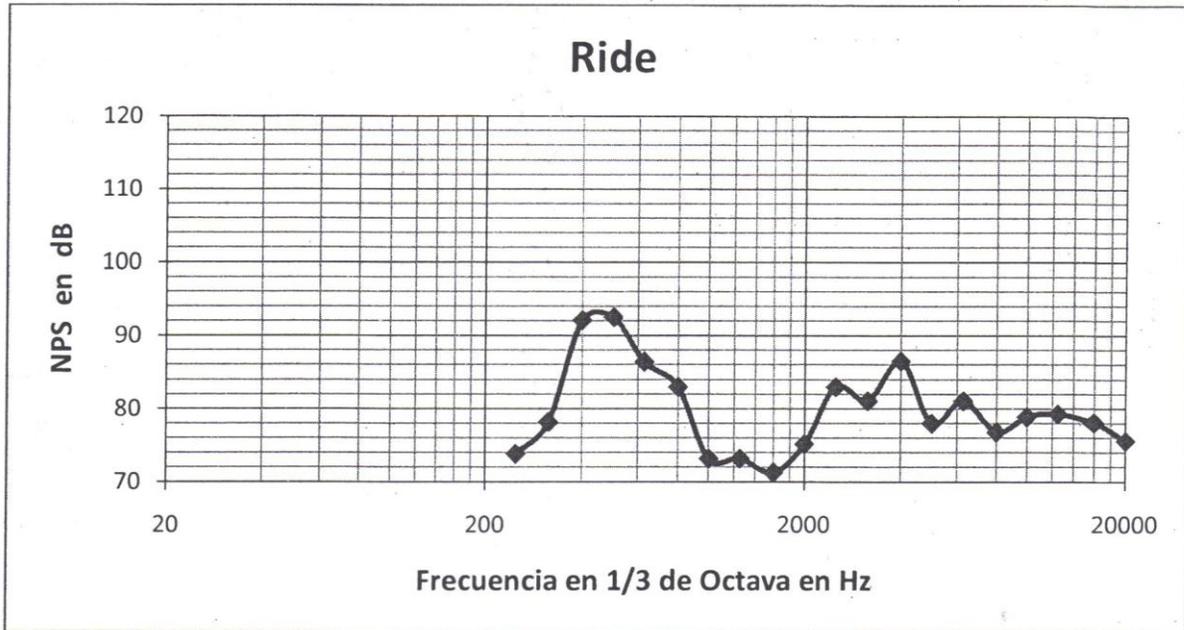
Basándonos con la interpretación de las gráficas y datos anteriores, se optó por utilizar un micrófono de condensador Shure SM81, ya que tiene un diafragma sensible, respuesta plana, y captura con precisión los matices del sonido.

2.12.1.2. Micrófono para Crash y Ride

Como podemos observar en la gráfica 2.3 y 2.4 podemos notar que los platillos Crash y Ride tienen similitudes en su comportamiento. En los cuales podemos observar picos principales en frecuencias iguales (400, 500 y 2500 Hz) y su amplitud es baja en comparación con las de otros elementos de la batería.



Grafica 2.3 Muestra la respuesta del platillo tipo "Crash" Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz.

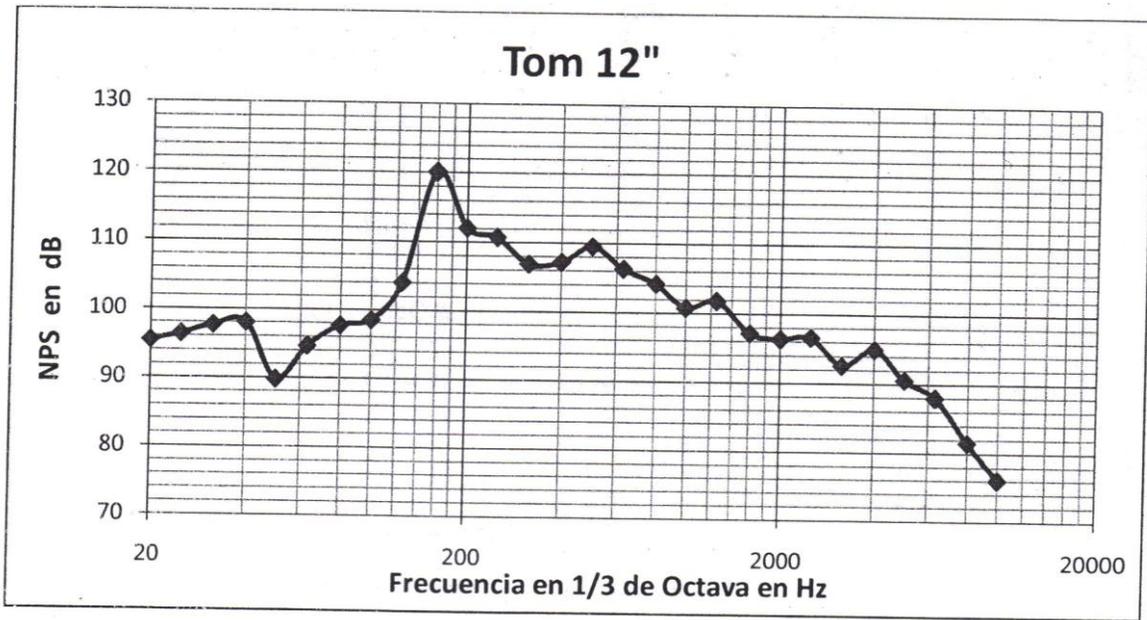


Grafica 2.4 Muestra la respuesta del platillo “Ride”. Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz

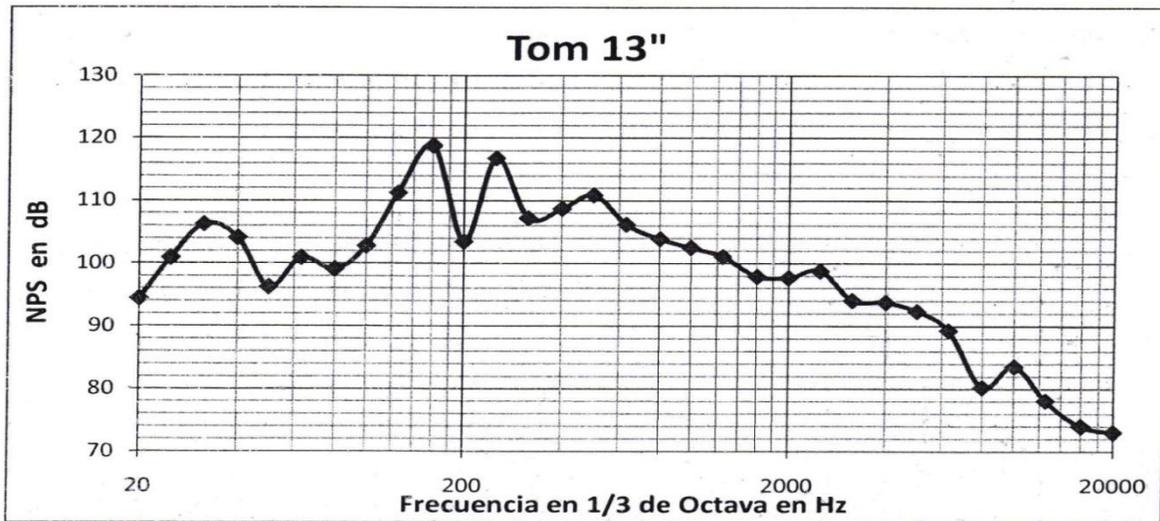
Consideramos que no se requiere un microfoneo independiente de estos elementos, (platillos Crash y Ride) ya que para el género, que vamos se va a presentar en el evento no necesita un micrófono independiente ya que no necesitamos resaltar estos elementos en el género musical “Surf”; Así que empleamos dos micrófonos Shure SM81 en posición “Overhead”.

2.12.1.3. Micrófono para Tom 12”, Tom 13” y Tom de Piso

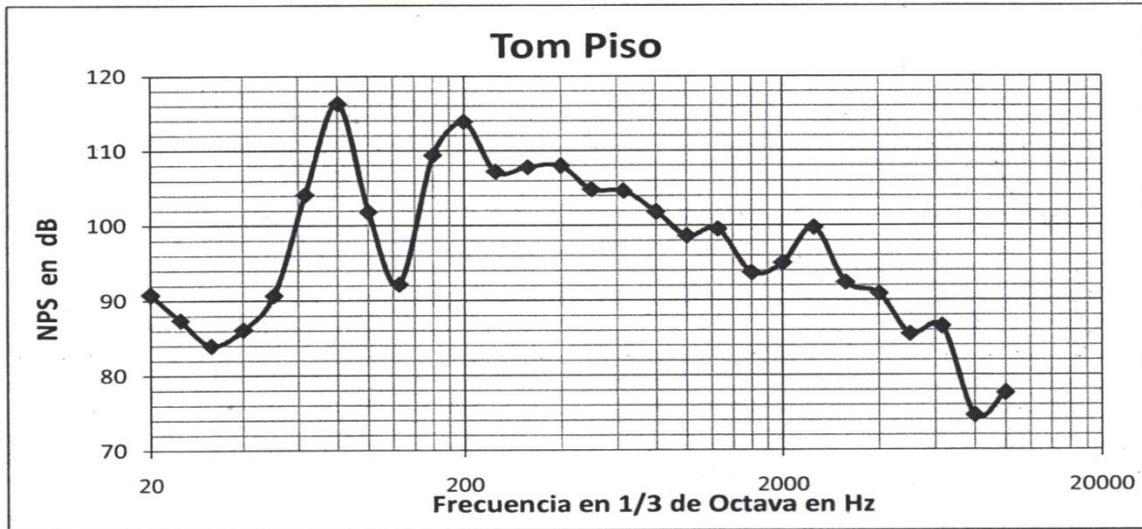
En el caso de los Tom 12”, Tom 13” y Tom de Piso tienen características muy similares. Como podemos observar comparten una región importante entre los 80 y 2000 Hz, con picos considerables en sus amplitudes, estos picos se van recorriendo a la derecha (aumentando la frecuencia) conforme el tamaño del parche es más pequeño. Por ejemplo el Tom de piso está ubicado en los 80 Hz con una amplitud de 116.3 dB; el Tom 13” cuyo diámetro es menor que el Tom de piso, tiene un pico principal a los 160 Hz con una amplitud de 118.8; y siendo el más pequeño el Tom 12”, ubica su pico principal con 120 dB en los 160Hz.



Grafica 2.5 Muestra la respuesta del Tom 12". Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz.



Grafica 2.6 Muestra la respuesta del Tom 13". Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz.



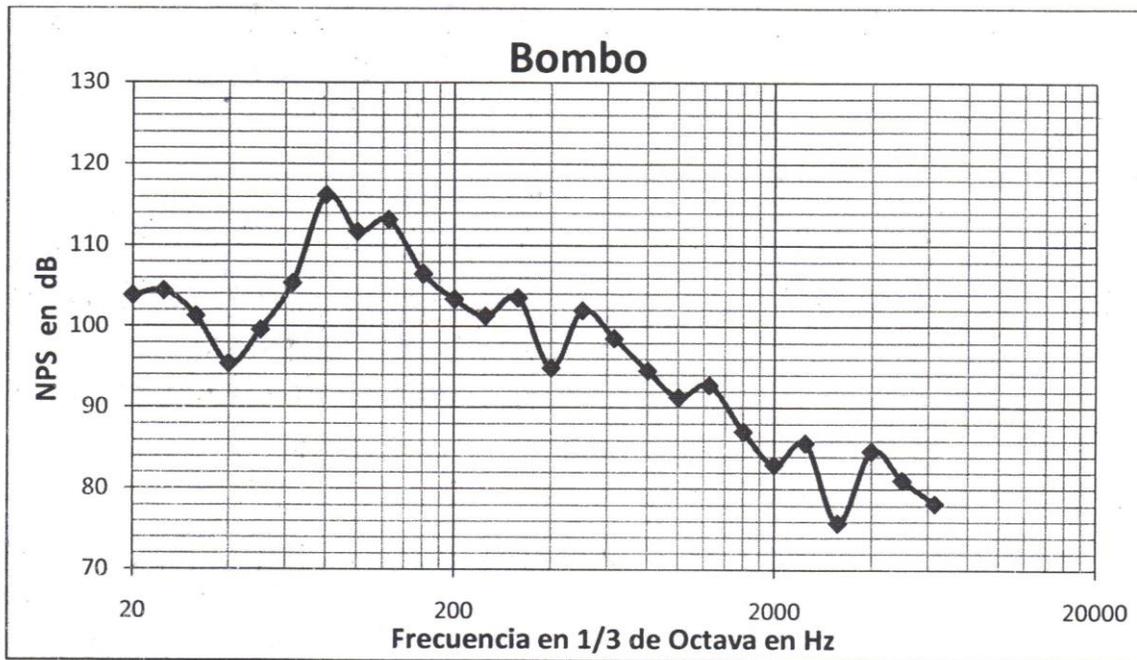
Grafica 2.7 Muestra la respuesta del Tom de piso. Nivel de presión sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz

Otro dato que observamos es la caída que presentan estas tres percusiones a partir de los 2000Hz.

Los datos que anteriormente analizamos nos ayudaron a la elección del micrófono para cada uno de estas percusiones, el cual es un micrófono Shure Beta 98.

2.12.1.4. Micrófono para Bombo

En la siguiente grafica 2.8 observamos los resultados obtenidos para el Bombo, el cual consideramos es un elemento bastante importante en la batería y en el género de música Surf.

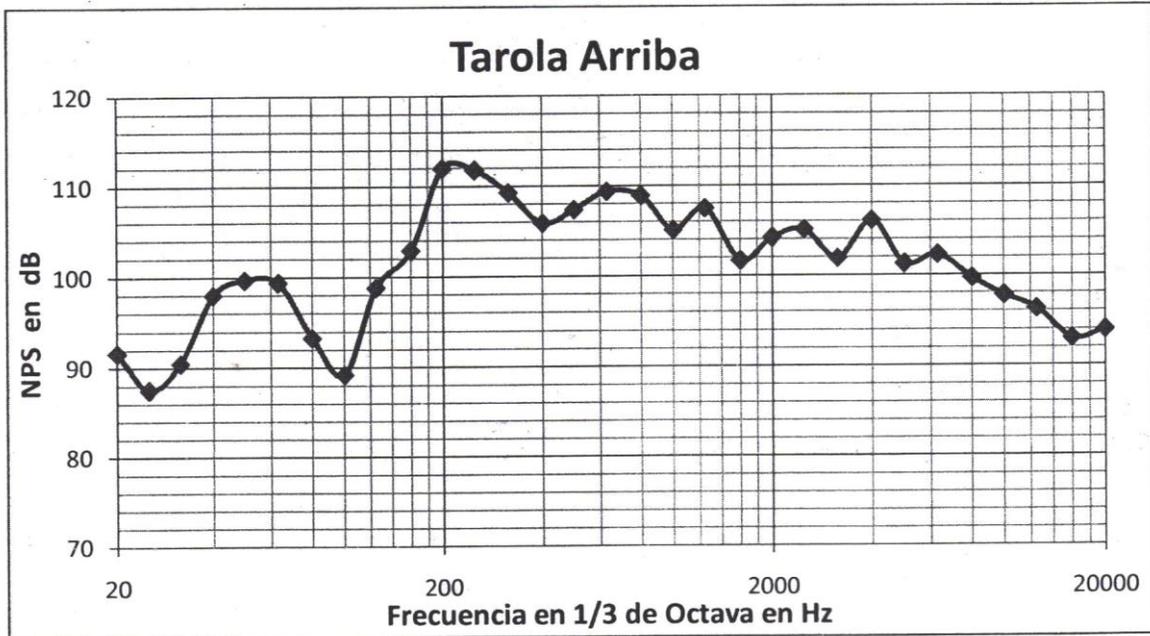


Gráfica 2.8 Muestra la respuesta del Bombo. Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz.

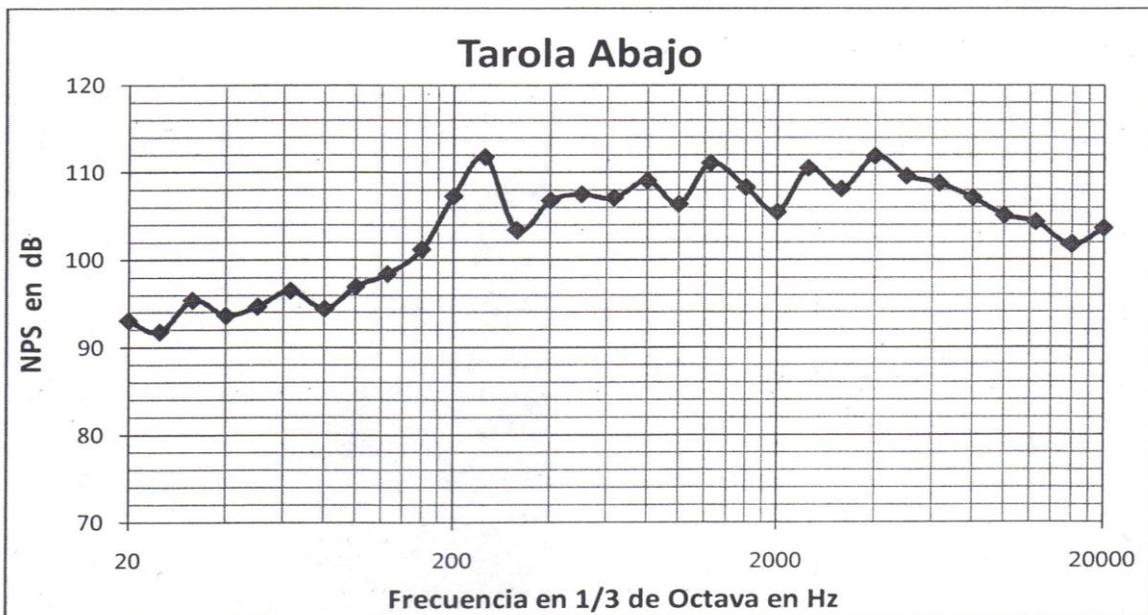
En la gráfica 2.8 podemos observar que el pico máximo que alcanza el NPS del bombo está ubicado en los 80 Hz con una amplitud de 116.2 dB, y también podemos observar una caída en la gráfica a partir de los 200 Hz. Bajo estas observaciones decidimos elegir un micrófono Beta 52.

2.12.1.5. Micrófono para Tarola arriba y Tarola abajo

Otro elemento que es muy importante en la Batería, es la Tarola la cual podemos dividir en dos partes (la parte superior e inferior) las cuales presentan algunas características diferentes. Por ese motivo realizamos dos análisis diferentes uno en la parte superior y otro en la parte inferior con el fin de captar completamente su sonido.



Grafica 2.9 Muestra la respuesta de la tarola arriba. Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz.



Grafica 2.10 Muestra la respuesta de la tarola abajo. Nivel de Presión Sonora (ordenadas) en dB, contra frecuencia (abscisas) en Hz.

Observamos en las gráficas 2.9 y 2.10, que existe un comportamiento similar en el rango comprendido entre los 200 y 2000 Hz, pero la medición que realizamos en la membrana inferior de la tarola muestra un número mayor de armónicos de más altas frecuencias. Y podemos observar que la tarola maneja unos niveles de presión más altos que el resto de los elementos de la batería.

De esta forma llegamos a la conclusión que lo más adecuado para microfonear la tarola, se requieren de dos micrófonos. Los cuales debían soportar un alto nivel de presión sonora además de tener un rango de frecuencia adecuada para el rango de frecuencias que observamos en las gráficas 2.9 y 2.10.

Los micrófonos que elegimos, para la parte superior fue el Shure SM 57 y el micrófono Shure PG 48 para la parte inferior de la tarola.

2.12.2. Micrófono para Amplificador de Guitarra

Para el caso de las guitarras las cuales son , (Gibson Les Paul y Gibson Firebird), decidimos captar su sonido desde su amplificador, el cual es un (Marshall MR1960A) , lo cual podemos hacerlo con un micrófono dinámico, que es muy utilizado para percibir las bajas frecuencias; será suficiente captar solo el sonido que emite el altavoz de la caja, el rango de frecuencia debe de estar dentro del intervalo de 20Hz a 20KHz, y el micrófono a utilizar debe de ser de patrón polar cardioide para que detecte todas las ondas sonoras que emite la caja, para la calidad de sonido debe de considerarse la distancia a la cual se conecte el micrófono el cual es un Shure SM 57.

2.12.3 Micrófonos para Voz

El micrófono para el vocalista principal y en este caso también para el coro regularmente deben ser de condensador, ya que son los más prácticos para la presión sonora que emerge de la voz, aunque también se utilizan los de tipo dinámico, y también debe de ser de patrón polar supercardioide, debido a que este podrá captar perfectamente al cantante, aun así cuando se encuentre moviéndose sobre el escenario. Con estas características técnicas que cumpla el micrófono, será suficiente para captar una buena señal. De esta forma decidimos utilizar un micrófono Shure SM 58 después de comparar sus especificaciones técnicas para la voz principal y los coros.

2.12.4. Micrófono para la Audiencia

Para el escenario decidimos colocar dos micrófonos "ambientales", de patrón polar cardioide para captar los sonidos de la audiencia, y lograr con esto que se escuche el ambiente del concierto, para lo cual elegimos dos micrófonos Shure SM 89.

2.12.5 Micrófono para el Ring (Lucha Libre)

Como una de nuestras atracciones en este evento, es también sonorizar el "Ring" de lucha libre, para que los asistentes disfruten de los gritos de los luchadores y de los golpes, que por lo general los que están lejos del Ring no escuchan. Propusimos usar tres micrófonos "Ambientales" Shure SM 89, con su protector de direccionalidad cada uno para evitar el sonido generado por la gente y escuchar solo lo del ring.

2.12.6 Input List.

Input List		
Canal	Instrumento	Micrófono
1	Bombo	Beta-52
2	Kick	Beta-91
3	Tarola (Superior)	SM-57
4	Tarola (Inferior)	PG-48
5	Hit-Hat	SM-81
6	Tom 1	Beta-98
7	Tom 2	Beta-98
8	Tom 3	Beta-98
9	Overhead L	SM-81
10	Overhead R	SM-81
11	Bajo	Caja directa
12	Guitarra 1	SM-57
13	Guitarra 2	SM-57
14	Voz 1	Beta-58
15	Voz 2	Beta-58
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22	Escenario L	SM-89
23	Escenario R	SM-89
24	Ring 1	SM-89
25	Ring 2	SM-89
26	Ring 3	SM-89
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		

40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		

2.13 ILUMINACION

El sistema de iluminación que se ocupara será en su totalidad “iluminación inteligente” o (robótica) también conocida en el ambiente del audio y espectáculo.

Toda la iluminación se colocara en el soporte (caballete) para la apreciación del grupo y la presentación de los luchadores.

Se colocaran un total de 30 lámparas móviles (15 wash y 15 spot), 4 estrobos y 3 mini brutos.

2.13.1 LAMPARAS MOVILES (SPOT)

El tipo de lámpara Spot se utiliza para dar efectos e imágenes a la hora de proyectar luz. Es una lámpara muy potente y definida tanto en color como en proyección de gobos (figuras).

La lámpara que se utilizara en la producción será de la marca “PR” con una potencia de 575 watts, se ocupara esta marca por económica y excelente calidad. Esta máquina cuenta con cinco gobos bidireccionales, una rueda de color con seis filtros de color dicróica y blanca, atenuación, estrobo, prisma, y zoom de 14° hasta 27°.



Fig. 2.25 Lámpara Spot PR 575 W

2.13.2 LAMPARAS MOVILES (wash)

El tipo de lámpara Wash es para iluminar o hacer un fondo de colores, en esta producción se utilizara una lámpara de leed, el hecho de utilizar este sistema de leed es por peso, economía y sobre todo porque es una lámpara de muy buena calidad.

De la marca "PR" se utilizara la Cabeza móvil LED wash XLED 590 que contiene las siguientes características 90 LEDs de 5w 30 rojo, 30 verde, 30 azul, Consumo de 480w a 220v, Estrobo de 1-25 FPS PAN 540°, TILT 270° Pantalla LCD con ajuste de brillo/contraste y 11 Kg de peso.

Fig 2.26 Cabeza móvil LED wash XLED 590.



2.13.3 STROBE

Se utilizaran 4 strobe Atomic 3000 de la marca Martin.



Fig. 2.27 Atomic 3000 marca Martin Strobe.

2.12.4 MINIBRUTOS

Se utilizaran 3 Minibruto de la marca D.E.F de 3x2 colocados en la parte exterior del caballete o estructura.

MINIBRUTO

Proyector de luz tipo Minibruto de 6 x 650
con lámparas de cuarzo DWE



D.E.F. LTDA
INGENIERIA / ILUMINACION

Fig 2.28 Minibruto marca D.E.F de 3x2

2.13.5 CONSOLA DE ILUMINACION

La consola de iluminación requerida para la producción será una muy comercial debido a que las lámparas que estamos utilizando son de señal DMX. Este tipo de conexión es demasiado común y no se requiere de consolas muy sofisticadas. El hecho de utilizar un consola y no un control, es para tener escenas mejores y más precisas en los movimientos de las lámparas robóticas.

La consola será "PEARL 2010" de la marca "EVOLITE" en la fig.2.29 se muestra la consola físicamente. La mesa cuenta con las siguientes características lo cual hace una consola sencilla de operar y completa en funciones. Consola de control de iluminación DMX512, 4 universos DMX, hasta 240 aparatos asignables, 2 ruedas de encoder óptico, 4 páginas de 60 faders de preset, 450 memorias o chases, librería completa de personalidades (más de 3500 aparatos) en la consola actualizable a través de Internet, generador de formas (Shape generador), bloque de modo Teatro, conectividad MIDI y Sound to Light, entrada y salida de datos mediante disquetera 3'5" y puerto USB externo.

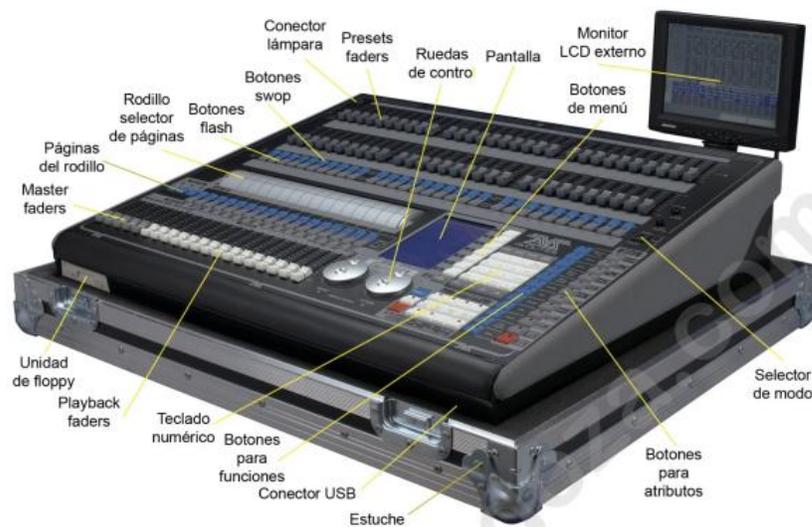


Fig. 2.29 consola de iluminación Pearl 2010

2.14 VIDEO

La apreciación del espectáculo visual se reforzara con un sistema de video que consta de una pantalla de led´s. Se tomó la decisión de poner un sistema de video para tener una apreciación mucho mejor tanto en la lucha libre como en el concierto, se pueden capturar tomas y hacer una repetición como un vuelo de algún luchador, este es el motivo principal del sistemas de video poder apreciar en distintos ángulos y repetidas ocasiones la espectacularidad del deporte espectáculo como lo es la lucha libre mexicana.

Se utilizara una pantalla de led´s de la marca RGB Tronics. Con la dimensiones de 4x3 metros, las pantallas se colocan por módulos para facilitar el manejo debido a que los módulos son demasiado pesados cada módulo es de 1x1 metro como se muestra en la fig. 2.30 con una resolución de 3,906 píxeles por m².

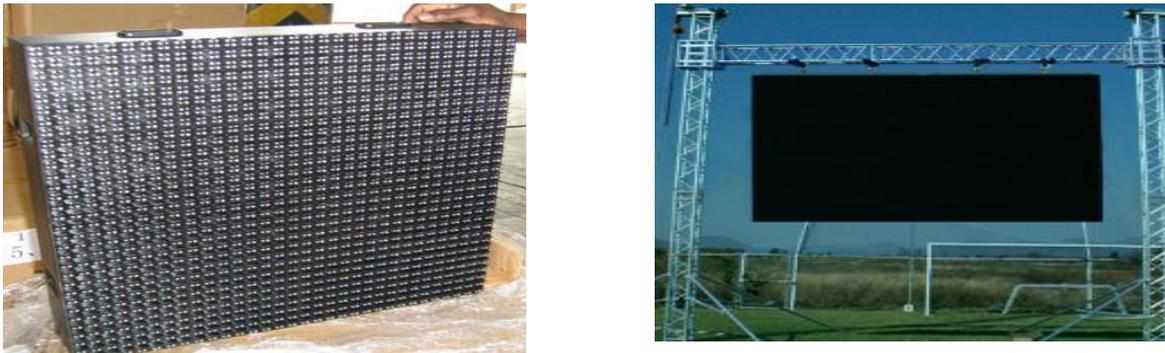


Fig. 2.30 Módulos y colocación de la pantalla de led's.

Se utilizaran 2 cámaras de video profesionales JVC de 3 CCD, MOD: DV-500. Switcher De Video Se-600 Marca "Data Video" Mezclador De Video y 2 monitores de plasma.



Fig.2.31 Mezclador de video Cámara y monitor requeridos para el sistema de video

2.15 LINEAS DE TRANSMISION

El cableado se dividirá por secciones PA, Monitores, microfoneo, Iluminación Y Video se dividirá en líneas de señal y de corriente.

2.15.1 Líneas de señal

Se utilizaran 12 líneas de 50 cm de conector XLR (6 x lado) para mandar señal a cada uno de los módulos del sistema lineal, 1 línea de 35 metros y una de 15 metros para señal del stage box en los canales de regreso dependiendo del orden ya asignados en la tabla 2.1. Un cable de Ethernet que ira de la consola de sala al procesador de audio.

Para monitores se requieren 8 líneas de 15 metros XLR para cada una de las mezclas.

Para iluminación se requieren de 40 líneas de 5 metros XLR y una de 30 metros para señal de la consola a la primera lámpara.

En video se necesita 2 señales BNC que irán de la consola a cada una de las cámaras y una línea XLR de 50 metros que ira de la pantalla al Switcher.

En micrófono se utilizaran 15 líneas XLR DE 10 metros y 5 líneas de 50 metros para los micrófonos ambientales del ring y 2 líneas de plug a plug de 6.5 mm y que irán del instrumento a una caja directa.



Fig. 2.32 Conectores requeridos en la producción (XLR, BNC, PLUG Y ETHERNET).

2.15.2 STAGE BOX

El stage box es un módulo de transmisión de señales su función es recibir y repartir todas las señales que cruzan por él, aquí tendrá la función de recibir todas las señales de los micrófonos y distribuir la misma señal a sala y monitores para su mezclado y ecualización también la de mandar señal al PA proveniente del procesador y la consola de sala.

El stagebox requiere de 2 snake´s uno que ira hacia consola de sala y otro hacia consola de monitores con los canales y regresos necesarios.

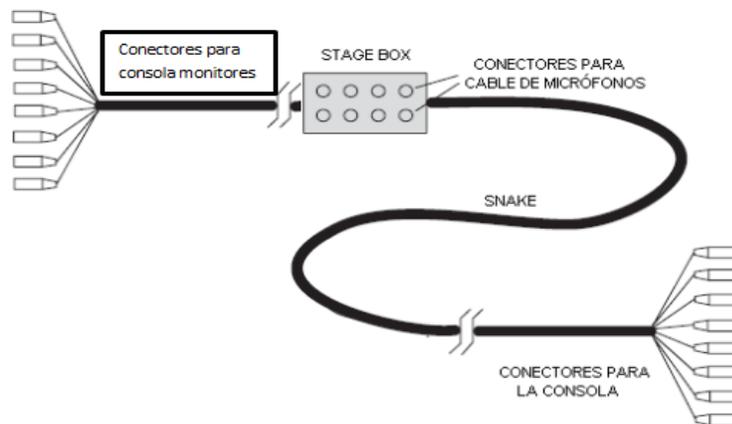


Fig. 2.33. Stage Box y Snake

2.15.3 Líneas de corriente

Para el PA se necesitaran 14 líneas con conector hubbell esto es para cada una de las cajas del sistema lineal. 2 líneas de AC para el procesador y consola. Una extensión de 50 metros de AC



Fig. 2.34 conector hubbell

Para el sistema de monitoreo se requiere 5 conectores neutrik a Édison para los monitores de piso para el side file se ocupara un pulpo de 3 conectores hubbell a Édison por lado, una línea de AC para la consola de monitores.



Fig. 2.35 conectores para monitoreo

Las luces robóticas por seguridad y rapidez traen su línea de corriente integrada debido a que estarán a una altura aproximada de 10 metros solo se ocupara extensiones de AC para alimentarlas desde el centro de carga.



Fig. 2.36 extensión y contactos para AC.

Para el sistema de video se utilizara una extensión de neutrik que ira del primer módulo de la pantalla al centro de carga solo se requiere uno por que los módulos van conectados entre ellos, se requiere de 3 cables de AC para los monitores y el Switcher, las cámaras cuentan con pila recargables.

2.16 PLANTA DE LUZ ELECTRICA PARA EL EVENTO.

Para nuestro evento deportivo y musical vamos a ocupar tres plantas de luz las que se va encargar de suministrar toda la energía eléctrica para este evento. Una de ellas será para todo lo que tenga que ver con el audio y video y la segunda para la iluminación también tendremos otra planta que estará en espera en caso de alguna complicación con las anteriores.

La tarea principal de esta planta de luz es suministrar de energía el área de iluminación audio y video del evento.

Serán plantas de 70,000 watts Los voltajes que manejamos son de 110 y 220 volts, trifásica Es decir con estas plantas se podrá realizar el evento incluso en un lugar donde no exista el servicio de energía eléctrica.



Fig. 2.37 Planta de energía para el evento.

2.17 LOGISTICA

Fecha: 10 de diciembre del 2013.

Lugar: unidad profesional Adolfo López Mateos "plaza roja" (IPN).

Horario del evento: De 18:00 hrs. a 23 hrs.

Para ofrecer un espectáculo 100% profesional se deben de cumplir los horarios asignados en la logística.

HORA	ACTIVIDAD
04:00 – 06:00	Se colocara el enlonado.
04:00 – 05:00	Llegada de equipo de audio, soporte, escenario y valla al lugar del evento.
05:00 – 07:00	Montaje de estructura (ground support), escenario (templete) y pasarela.
07:00 – 09:00	Colocación de iluminación
09:00 – 11:00	Colocación de sistema de audio (P.A Y Monitoreo).
10:00 – 11:00	Colocación de vallas de seguridad
11:00 - 12:00	Pruebas de audio e iluminación (verificando que todo el equipo instalado esté funcionando a un 100%).
12::00 – 14:00	Colocación y pruebas de sistema de video.
14:00 – 16:00	SOUND CHECK El equipo tendrá que estar a un 100% de su armado y funcionamiento para las pruebas de audio de la banda (Chilanga Mask).
14:00 – 16:30	Instalación de gradas y butacas para los espectadores
15:00 – 16:00	Instalación del ring (lucha libre).
17:00 – 18:00	Recepción al público.

18:00 – 20:00	Espectáculo de lucha libre profesional (se presentaran a cada uno de los luchadores, un anunciador desde el ring, el luchador saldrá del escenario con su tema de presentación tomando la pasarela hasta llegar al ring, se proyectara en el sistema de video todo lo sucedido en el evento en tiempo real. video tendrá que captar momentos impactantes para su repetición.
20:00 – 21:00	Tiempo para ajustar detalles para el concierto de música sufr para contrarrestar el tiempo se les dará oportunidad a los aficionados a la lucha libre el tomar fotos y autógrafos con sus ídolos.
21:00 – 23:00	Concierto de la banda Chilanga mask donde se estar proyectando por el sistema de video momentos memorables de la lucha libre mexicana así como el propio concierto en vivo.
22:00 – 22:30	Performance de luchadores en el centro del Ring espectáculo de baile con la música surf interpretada en vivo por la banda Chilanga mask.
23:00 – 23:30	Salida del público del lugar del evento.
00:00	Desmontaje de producción.

2.18 PRESUPUESTO

El presupuesto se determinó sacando el costo de renta de cada uno de los dispositivos que se requieren para la producción y los salarios de cada uno de los ingenieros, técnicos y staff. Para poder hacer un aproximado de cuantos asistentes se requieren para tener una ganancia y a qué precio sería el boleto.

cantidad	DISPOSITIVO	COSTO M.N (por unidad)
14	Milo 90 Meyer Sound	\$1,500.00
8	Subwoofer HP700 Meyer Sound	\$1,500.00
2	Mezcladora Yamaha M7CL	\$3,000.00
1	Procesador Galileo 96	\$2,000.00
15	Motores CM	\$600.00
1	Stage box	\$1500,00
5	Monitores MJF212 Meyer Sound	\$1,000.00
1	Subwoofer 650P Meyer Sound	\$1,000.00
8	Micas Meyer Sound	\$1,200.00
25	micrófonos	\$250.00
3	Cajas directas	\$150.00
1	Estructura (soporte) Cometa	\$8,000.00
	Valla de protección y cercado	\$5,000.00
1	Ring de lucha libre	\$3,500.00
	Templete	\$5,000.00
30	Lámparas móviles (15 waches y 15 spots)	\$300.00
4	Strobe Martin atomic 3000	\$300.00
3	Minibrutos	\$300.00
1	Consola Perla de iluminación Evolite	\$2,000.00
12	Modulos de pantalla de led	\$400.00
2	Cámaras de video	\$500.00
2	Monitores plasma	\$300.00
1	Switcher De Video Se-600 Marca "Data Video	\$1000.00

Tabla 2.3 costos por unidad del equipo

Cabe mencionar que cada equipo incluye costos de traslado y de complementos como señales de audio, video y corriente.

El estudio de la cotización en alquiler se dio por que en teoría por un solo evento sale más económico el alquiler que el comprar todo el equipo se calcularon la cantidad necesarias y el costo del boleto para tener una ganancia y el proyecto siendo viable el aspecto lucrativo como evento.

La producción no solo genera gastos en el equipo a emplear también genera gastos de honorario en personal para la instalación de cada uno de los dispositivos.

A continuación se muestra la tabla de precio por mano de obra del staff de la producción.

Personas	Ocupación	Salario por persona (por día)
20	Instaladores y cargadores	\$600.00
2	Ing. de audio (sala y monitores)	\$3000.00
1	Ing. de iluminación	\$3000.00
1	Ing. De video	\$3000.00
8	Técnicos de audio	\$1000.00
5	Técnicos de iluminación	\$1000.00
4	Técnicos de video	\$1000.00
1	Banda de surf	\$20,000.000
	lucha	\$30,000.00
2	Diseñadores y productores	\$4000,00

Tabla 2.4 costos por persona de staff

Hacemos un total de gastos y haciende a:

Total: \$ 205,012.00 (doscientos cinco mil doce pesos).

Para que el evento tenga ganancias y poniendo un costo sumamente accesible con respecto a lo que normalmente esta un boleto para espectáculo de lucha libre en una arena y un boleto a un concierto de música surf, consideramos que el boleto tenga un costo no menos de \$ 200.00 pesos y tener un mayor de 11000 asistentes, y se podrá decir que el evento tendrá una ganancia sin contar con el consumo dentro del espectáculo.

CONCLUSIONES

La plaza "Lázaro Cárdenas" ubicada en la unidad profesional Adolfo López Mateos, es un lugar agradable para realizar todo tipo de espectáculos por sus dimensiones y ubicación, para la producción y diseño del evento deportivo musical que se pretende realizar, se han analizado las estructuras y el espacio que se encuentran en la también llamada plaza roja.

Surge la idea de diseñar un sistema sonoro que nos permita tener un sonido claro y de calidad aceptable al oído humano, un gran escenario con un soporte de dimensiones muy grandes para tener una prospectiva visual excelente desde cualquier punto del área limitada para el público.

Una parte muy importante que se puede decir en estas conclusiones es que se cumplió el objetivo del proyecto y que fue un logro muy satisfactorio al ver como día con día iba creciendo hasta lo que ahora es en el trabajo final.

Para realizar el trabajo tuvimos que apreciar en primer lugar todos los componentes de manera técnica para saber todas y cada una de las partes de una producción y llevar a cabo una planificación de cómo se tiene que realizar el diseño de una producción cien por ciento profesional con requerimientos de un nivel de ingeniería sumamente estrictos, en la realización del proyecto se pudo apreciar que el diseñar una producción es sumamente complicado debido a todos los dispositivos que se deben emplear deben de tener una lógica y un requerimiento con respecto a lo calculado en la teoría y no realizar una producción como normalmente se hace sin alguna base profesional.

Adentrándonos al proyecto podemos mencionar que se realizaron mediciones la cuales ayudaron para delimitar todos los componentes, realizando un plano de cómo se requiere la colocación en el área estimada para en espectáculo, se llegó a la decisión de solo ocupar el cincuenta por ciento de la plaza para hacer un cálculo más exacto con respecto a los niveles de presiones sonoras y tener la exactitud de cuantos y como tienes que ser el sistema de audio más conveniente, y así tener una linealidad de nivel de presión sonora en la altura promedio del oído del público en México.

Una de las principales consecuencias que se dieron a la hora de realizar el proyecto fue el uso de los software debido a que la marca restringe a su conveniencia los sistemas de audio, estableciendo un peso máximo y una cobertura de grados determinados, para el proyecto se hicieron cálculos teóricos basados en trigonometría y ley cuadrática inversa, al ver que los grados y la posición sobrepasaban lo establecido se hizo la predicción del arreglo pero nos dimos cuenta que el sistema no se comparte de manera lineal entonces nos damos cuenta que el fabricante y la marca solo hacen recomendación a lo que ellos ya tienen calculado y predicho.

Para concluir, la producción considerando que es un evento deportivo y musical, tratamos de enfocar la atención a los dos escenarios, el ring de lucha libre y el escenario de la banda de música surf, metiendo iluminación profesional para un mayor espectáculo y vídeo para que el público no pierda detalle de cada una de las ejecuciones realizadas en los escenarios

Como se mencionó anteriormente se cumplió el objetivo del proyecto y sobre todo la enseñanza y la gran responsabilidad que implica este proyecto, haciendo una gran consideración de llevar la propuesta a promotores empresarios y de más personas que puedan apoyar a la realización de no solo un evento sino hacer de esto una gran empresa dedicada al deporte espectáculo con nivel de producción de ingeniería profesional.

REFERENCIAS

"Apuntes no publicados"

Dra. Itzalá Rabadán Malda

"The science of sound"

Thomas D. Rossing, Paul A. Wheeler, F. Richard Moore

3ra edición

"The Master Handbook of Acoustics" F. Alton Everest

Ed. Mc.Graw Hill

"Tecnología Básica del sonido I" Ignasi Cuenca David

Eduard Gómez Juan

Ed. Thomson Learning

"Ingeniería del sonido, Sistemas del sonido en directo" Daniel López Feo

Ed. Starbook 2009

"Ingeniería de Sistemas Acústicos" Don & Carolyn Davis

Ed. LIMUSA

"The Mastering Engineers Handbook" second edition

Bobby Owsinski

Ed. Focal Press

"Introducción al Sonido y a la grabación"

Francis Rumsey

Tim McCormick

Ed. IORTV

"Recording Music In locations" 2nd edition

Bruce Barlett

Jenny Barlett

Ed. Focal Press

"Practical Recording Techniques: The step by step approach to profesional audio recording" fifth edition

Bruce Barlett

Jenny Barlett

Ed. Focal Press

"The Microphone Book" 2nd Edition

John Eargle

Ed. Focal Press

ANEXOS

GLOSARIO DE TERMINOS EN INGLES:

Backline: El término backline se utiliza para referirse sólo a los equipos de amplificación de audio que están detrás de la banda en el escenario, incluyendo amplificadores de guitarras, bajo y teclados.

Buses: el bus (o canal) es un sistema digital que transfiere datos entre los componentes de una computadora o entre varias computadoras.

Crash: instrumento musical para batería en forma de platillo ocupado para acentuar en notas musicales.

Drum file: El término drum file se utiliza para referirse sólo a los equipos de amplificación de audio que están detrás de la banda en el escenario, incluyendo amplificadores en este caso para la batería.

Faders: un dispositivo para aumentar o disminuir el nivel de una señal de audio gradualmente.

Ground support: estructura de un material de metal generalmente ocupado para colgar el equipo de audio, video e iluminación en espectáculos.

Hardware: se refiere a todas las partes físicas de un sistema ; sus componentes son: eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Son cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado.

Hit-Hat: Instrumento musical, ocupado en la batería en forma de dos platillos que abren y cierran con un pedal.

Input list: Es una lista técnica, Ya que especifica el orden de entradas de la consola, así como los inserts de efectos requeridos para cada canal, los micrófonos requeridos y el tipo de base para cada instrumento.

Led: diodo emisor de luz.

Light: se refiere generalmente a la luz visible.

Mapp online pro: programa o software para linear arreglos de audio.

Mix: en la música, es una mezcla de sonidos, canciones, etc. en un solo track.

Mosfet: es un transistor utilizado para amplificar o conmutar señales electrónicas.

Out: señal de salida.

Overhead: técnica de microfoneo en posición ambiental.

Preset: ajuste asignado a los dispositivos eléctricos.

Racks: Un rack es un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

Ride: instrumento musical ocupado en la batería en forma de platillo.

Snake's: cable de audio que lleva en cada extremo varios conectores.

Software: Se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

Sound: sonido.

Sound check: Prueba de sonido.

Staff: es el personal o equipo dirigente de una institución o de un organismo.

Stage box: caja de metal utilizado en las de ingeniería de audio y entretenimiento campos para conectar micrófonos y otros equipos de sonido para el cable multifilar.

Strobe: es un dispositivo que se utiliza para producir destellos regulares de luz.

Subwoofer: es un subtipo de altavoz pasivo o activo¹ de vía única diseñado para reproducir, aproximadamente, las dos primeras octavas (las más graves, normalmente entre 20 y 80 Hz).

Tom: Parte de la batería musical en forma de tambor de diferente pulgadas el cual se considera una membrana.

FICHAS TÉCNICAS DE LOS MICRÓFONOS y ALTAVOCES

SHURE®

Model SM89 User Guide



MODEL SM89

CONDENSER SHOTGUN MICROPHONE

Model SM89 is a highly directional condenser shotgun microphone with distant pickup characteristics suitable for on-location film and television production. The SM89 can also be used for theater sound reinforcement, spot news coverage, or wildlife recording. The SM89 discriminates at a distance in favor of desired dialogue or effects and against ambient noise—even in noisy surroundings.

The on-axis frequency response of the SM89 is very smooth and extended. For clarity and speech intelligibility, a slight presence rise optimizes the high-frequency response to compensate for high-frequency losses. A low-frequency roll-off minimizes pickup of wind, mechanical vibration, ambient noise, and rumble without affecting voice frequencies.

The off-axis response of the SM89 is virtually free of comb-filter effects. This is important when it is not possible to aim the microphone precisely or when it is desirable to pick up dialogue or sound from moving sources.

FEATURES

- Designed especially for location film and TV production, theater sound reinforcement, and spot news coverage
- Highly directional polar pattern optimized for distant pickup
- Smooth, wide on-axis response
- Greatly suppressed side pickup with minimum comb-filter effects
- Two low-cut frequencies, switch selectable
- Low impedance, high sensitivity
- Extremely low hum, noise, and RF pickup
- Uses readily available 11 to 52 Vdc phantom supply
- Rugged and reliable, operates over wide range of temperature and humidity
- Extremely lightweight, can be suspended on fishpole for long periods of time without operator fatigue
- Aircraft-grade materials used throughout
- Supplied with foam windscreen and strong luggage-grade carrying case

SPECIFICATIONS

Type

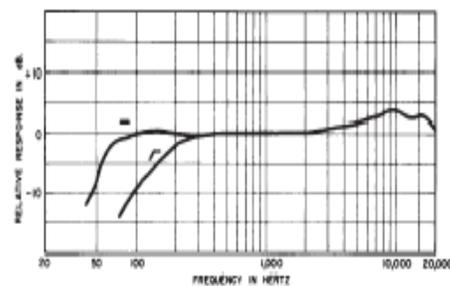
Pressure gradient/line combination

Transducer

Condenser

Frequency Response

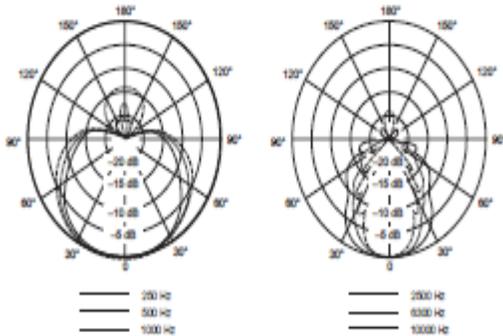
60 to 20,000 Hz*



*Curves shown at 1.8m (6 ft)

Polar Pattern

Hypercardioid at low frequencies, lobar at frequencies above 1 kHz, symmetrical about axis.



TYPICAL POLAR PATTERNS
Curves shown at 1.8m (6 ft)

Output Impedance

Rated at 150 Ω (100 Ω actual)
Recommended minimum load: 800 Ω (May be used with loads low as 150 Ω with reduced clipping level)

Sensitivity: (at 1,000 Hz)

Open Circuit Voltage -33 dBV/Pa (22.2 mV)
1 Pascal = 94 dB SPL

Output Clipping Level (at 1,000 Hz, under 0.5% THD)

800 Ω load: -1 dBV (0.89 V)
150 Ω load: -12 dBV (0.25 V)

Maximum SPL (at 1,000 Hz, under 0.5% THD)

800 Ω load: 127 dB SPL
150 Ω load: 119 dB SPL

Hum Pickup

Under 3 dB equivalent SPL in 1 mOe field (60 Hz)

Output Noise

16 dB SPL typical, A-weighted

Signal-to-Noise Ratio

79 dB re 94 dB SPL

Dynamic Range

111 dB

Phasing

Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 relative to pin 3 of microphone output connector

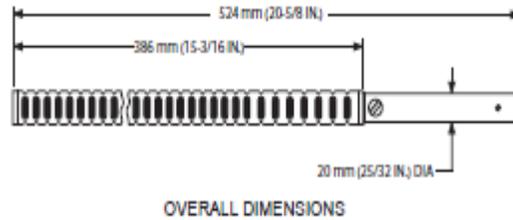
Power

Phantom voltage: 11 to 52 Vdc; 2 mA current drain

Low-Cut Filter

Recessed low-cut filter switch, 15 dB/octave cut below 60 Hz (—) or 180 Hz (/)

Dimensions



OVERALL DIMENSIONS

Environmental Conditions

Operating Temperature: -29 to 57° C (-20 to 135°F)

Relative Humidity (Operating): 0 to 95%

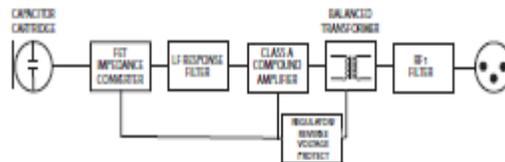
Storage Temperature: -29 to 74° C (-20 to 165°F)
Relative Humidity (Storage): Up to 80% at 74° C (165° F)

Net Weight

195 grams (6.9 oz)

POWERING THE SM89

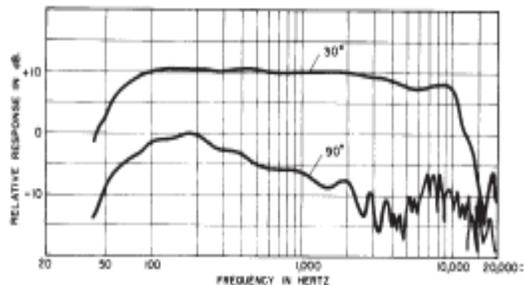
The SM89 is designed for connection to widely available 11 to 52 Vdc phantom-powered microphone inputs. Suitable inputs are found in such Shure units as Mixer Models M267, M268, FP31, FP32, and FP42, Distribution Amp Model FP16, and Power Supply Model PS1A.



BLOCK DIAGRAM

USING THE DIRECTIONAL QUALITIES OF THE SM89

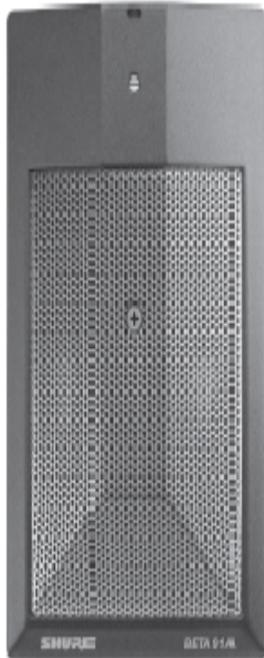
Because of its minimum comb-filter effects, the SM89 has a unique advantage over other shotgun microphones when good sound would otherwise be difficult or impossible to pick up. For instance, in a relatively nonreverberant location, the SM89 can be aimed so that the noise source is entirely off-axis to the microphone even if this puts the desired source up to 30° off-axis. The noise pickup will then be minimal, and the SM89 will pick up the desired source with slightly diminished high-frequency response.





Model Beta 91A Wired Microphones Specification Sheet

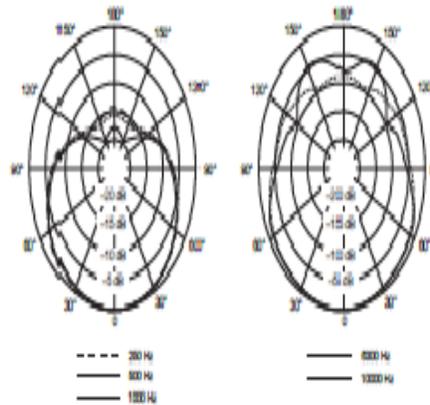
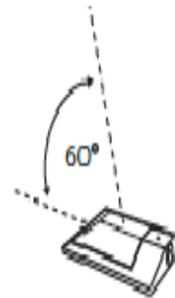
BETA 91A Instrument Microphone



Applications and Placement

Half-cardioid Polar Pattern

Boundary microphones pick up sound in a cardioid polar pattern in the hemisphere above the mounting surface. Keep sound sources within the 60 degree range above this surface.

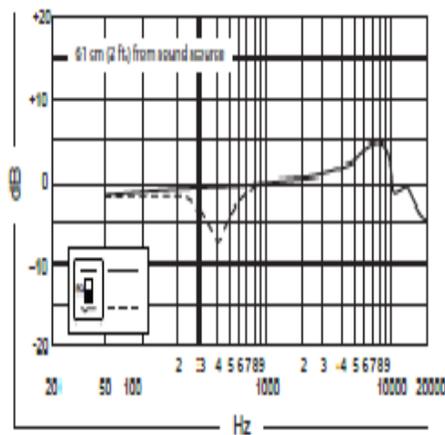


General Description

The Shure Beta 91A is designed for use with kick drums, piano and other traditional low frequency applications. An updated microphone capsule is tailored for bass-heavy environments to produce a powerful low frequency response, and a new design integrates the preamplifier and XLR connection for easy setup and minimal stage clutter. The Beta 91A combines superior attack and punch for studio-quality sound, even at extremely high sound pressure levels (SPLs).

Features

- Premier live performance microphone with Shure quality, ruggedness, and reliability
- Uniform half-cardioid polar pattern (in the hemisphere above mounting surface) for maximum gain before feedback and rejection of off-axis sound



Contour Switch

Load Impedance

Maximum SPL capability, output clipping level, and dynamic range vary with the input load impedance of the preamplifier to which you connect the microphone. Shure recommends a minimum input load impedance of 1000 Ω . Most modern microphone preamplifiers meet this requirement. Higher impedance results in better performance for these specifications.

Power Requirements

This microphone requires phantom power and performs best with a 48 Vdc supply (IEC-61938). However, it will operate with slightly decreased headroom and sensitivity with supplies as low as 11 Vdc.

Most modern mixers provide phantom power. You must use a balanced microphone cable: XLR-to-XLR or XLR-to-TRS.

SPECIFICATIONS

Cartridge Type	Electret Condenser	
Polar Pattern	Half-cardioid (cardioid in hemisphere above mounting surface)	
Frequency Response	20 to 20,000 Hz	
Output Impedance @ 1 kHz	146 Ω	
Sensitivity open circuit voltage, @ 1 kHz, typical	-48.5 dBV/Pa ¹ (3.8 mV)	
Maximum SPL 1 kHz at 1% THD ²	2500 Ω load	155 dB
	1000 Ω load	151 dB
Signal-to-Noise Ratio²	64.5 dB	
Dynamic Range @ 1 kHz	2500 Ω load	125.5 dB
	1000 Ω load	121.5 dB
Clipping Level 20 Hz to 20 kHz, 1% THD	2500 Ω load	12.5 dBV
	1000 Ω load	7.5 dBV
Self Noise equivalent SPL, A-weighted, typical	29.5 dB SPL-A	
Common Mode Rejection 20 Hz to 200 kHz	≥55 dB	
Frequency Contour Switch	7 dB of attenuation centered at 400 kHz	
Connector	Three-pin professional audio (XLR), male, balanced	
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 with respect to pin 3	
Power Requirements	11-52 V DC ³ phantom power (IEC-61938), 5.4 mA	
Net Weight	470 g (16.6 oz.)	

Accessories and Parts

Furnished Accessories

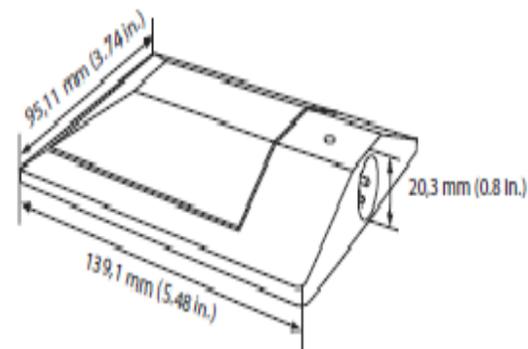
Zipped Carrying Bag	95A2314
---------------------	---------

Optional Accessories

7.6 m (25 ft.) Cable	C25E
----------------------	------

Replacement Parts

Cardioid Cartridge	RPM98A/C
--------------------	----------



Dimensions

CERTIFICATION

Eligible to bear CE Marking. Conforms to European EMC Directive 2004/108/EC. Meets Harmonized Standards EN55103-1:1998 and EN55103-2:1998, for residential (E1) and light industrial (E2) environments.

The Declaration of Conformity can be obtained from:

Authorized European representative:

Shure Europe GmbH
 Headquarters Europe, Middle East & Africa
 Department: EMEA Approval
 Wannacker Str. 28
 D-74078 Heilbronn, Germany
 Phone: +49 7131 72 14 0
 Fax: +49 7131 72 14 14
 Email: EMEAsupport@shure.de

Product Specifications

Beta 52®A Supercardioid Dynamic Kick Drum Microphone

Overview

The Shure Beta 52A is a precision-engineered dynamic microphone with a tailored frequency response and integrated swivel-mount with XLR connector designed specifically for kick drums and other bass instruments. It provides superb attack and “punch,” and delivers studio quality sound even at extremely high sound pressure levels.

Features

- Premier live performance microphone with Shure quality, ruggedness, and reliability
- Modified supercardioid pick-up pattern for maximum gain before feedback and superior rejection of off-axis sound
- Tailored frequency response specifically shaped for kick drums and bass instruments
- Neodymium magnet for greater sensitivity and higher output
- Advanced pneumatic shock mount system that minimizes transmission of mechanical noise and vibration
- Dent-resistant, steel mesh grille and enamel coated die-cast metal construction resist wear and abuse
- Studio quality performance, even at high SPL
- Built-in stand adapter with dynamic locking system and XLR connector simplifies setup and provides greater flexibility



BETA 52A

Available Models

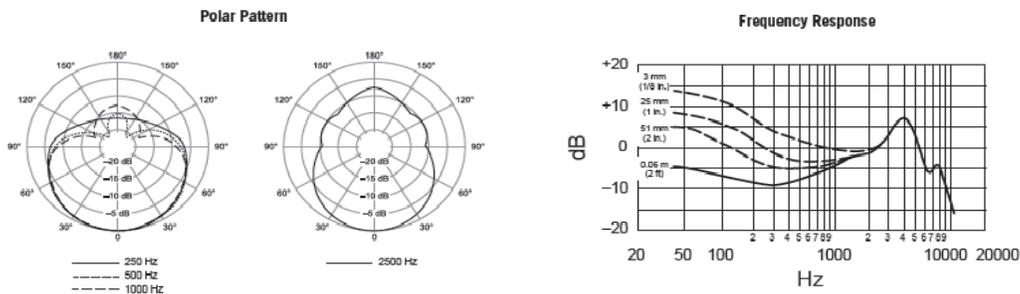
BETA 52A	Supercardioid Swivel-mount Dynamic Kick Drum Microphone with high-output Neodymium Element
----------	--

Specifications

Cartridge Type	Dynamic (moving coil)
Frequency Response	20 to 10,000 Hz
Polar Pattern	Supercardioid
Output Impedance	150 ohms
Sensitivity (at 1kHz, open circuit voltage)	-64 dBV/Pa (0.6 mV) 1 Pascal=94 dB SPL
Maximum SPL (1 kHz at 1% THD, 1k ohms load)	174 dB
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 with respect to pin 3
Weight	Net: 0.605 kg (1.35 lbs)
Connector	Three-pin professional audio (XLR), male

Furnished Accessories

95A2398	Storage Bag	95A2050	5/8" to 3/8" (Euro) Thread Adapter
---------	-------------	---------	------------------------------------



SHURE

Beta 58A® Supercardioid Dynamic Vocal Microphone

Overview

The Shure Beta 58A dynamic vocal microphone is precision-engineered for professional live sound reinforcement and studio recording applications. A tailored frequency response accentuates clarity of vocals and a tight supercardioid pattern insures high gain-before-feedback, maximum isolation from other sound sources and minimum off-axis tone coloration.

Features

- Premier live performance microphone with Shure quality, ruggedness, and reliability
- Uniform supercardioid pick-up pattern for maximum gain before feedback and superior rejection of off-axis sound
- Tailored frequency response specifically shaped for vocals, with brightened midrange and bass roll off to control proximity effect
- Neodymium magnet for greater sensitivity and higher output
- Advanced pneumatic shock mount system that minimizes transmission of mechanical noise and vibration
- Dent-resistant steel mesh grille and enamel coated die-cast metal construction resist wear and abuse
- Effective built-in pop filter reduces undesirable wind and breath noise



BETA 58A

Available Models

Beta 58A	Supercardioid Dynamic Vocal Microphone with High-output Neodymium Element
----------	---

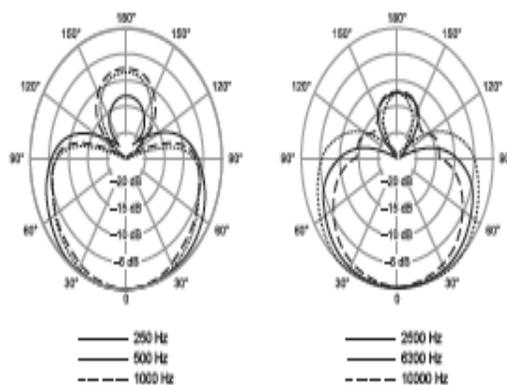
Specifications

Cartridge Type	Dynamic (moving coil)
Frequency Response	50 to 16,000 Hz
Polar Pattern	Supercardioid
Output Impedance	150 ohms
Sensitivity (at 1kHz, open circuit voltage)	-51 dBV/Pa (2.8 mV) 1 Pascal=94 dB SPL
Weight	Net: 0.278 kg (0.62 lbs)
Connector	Three-pin professional audio (XLR), male

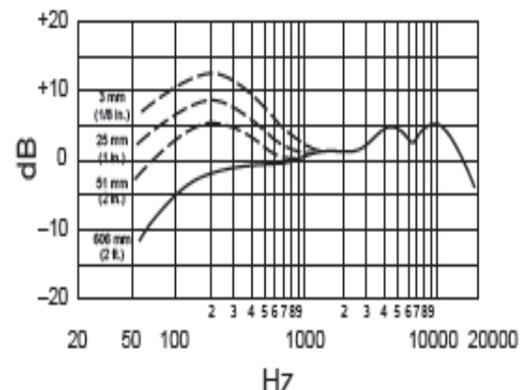
Furnished Accessories

A250	Adjustable Stand Adapter	95A2050	5/8" to 3/8" (Euro) Thread Adapter
95A2314	Storage Bag		

Polar Pattern



Frequency Response



Product Specifications

Beta 98H/C Miniature Supercardioid Condenser Horn Microphone

Overview

The Beta 98H/C miniature cardioid condenser instrument microphone clamps onto the bell of wind instruments or onto the rim of percussion instruments. The integrated gooseneck and ratcheting swivel joint allows the microphone to be easily positioned and secured, and an isolation shock-mount reduces the transmission of instrument vibrations. A gooseneck angle brace is included to provide better retention of the desired microphone placement.



BETA 98H/C

Features

- Premier live performance microphone with Shure quality, ruggedness, and reliability
- Uniform supercardioid pick-up pattern for maximum gain before feedback and superior rejection of off-axis sound
- Smooth, wide frequency response with gradual presence rise and controlled proximity effect tailored for vocals
- Advanced cartridge shock mount system absorbs mechanical shock and minimizes handling noise
- Dent-resistant steel mesh grille and enamel coated metal alloy construction resist wear and abuse
- Effective built-in pop filter reduces undesirable wind and breath noise
- Very low susceptibility to RF and electromagnetic hum

Available Models

BETA 98H/C	Miniature clip-on cardioid condenser instrument microphone with integrated horn mount, RPM626 in-line preamplifier, 25' cable
-------------------	---

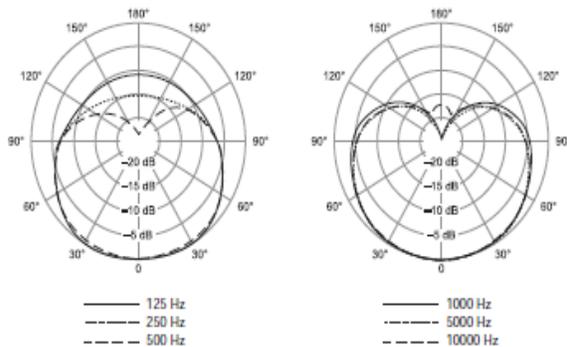
Specifications

Cartridge Type	Electret Condenser
Frequency Response	20 to 20,000 Hz
Polar Pattern	Cardioid
Output Impedance	150 ohms
Sensitivity (at 1kHz, open circuit voltage)	-56 dBV/Pa (1.6 mV) 1 Pascal=94 dB SPL
Maximum SPL (1 kHz at 1% THD, 1k ohms load)	155 SPL dB
Equivalent Output Noise (A-weighted)	31 dB SPL (typical)
Dynamic Range (at 1 kHz, 1 k ohms load)	124 dB 132 dB
Clipping Level (1 kHz at 0.25% THD, 1k ohms load)	3 dBV (1.4 V)
Signal-to-Noise Ratio (referenced at 94 dB SPL at 1 kHz)	63 dB
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 with respect to pin 3
Power Requirements	11 to 52 Vdc phantom (1.2 mA)

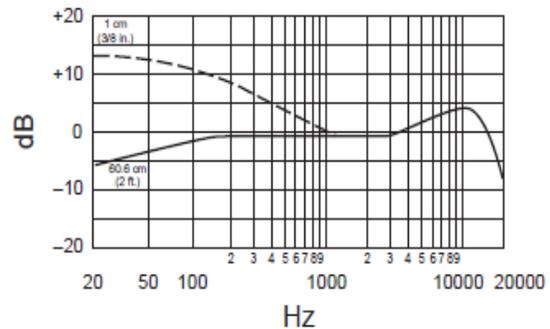
Furnished Accessories

RPM626	In-Line Preamplifier	95A2398	Carrying/Storage Bag
--------	----------------------	---------	----------------------

Polar Pattern



Frequency Response



PG48 Cardioid Dynamic Vocal Microphone

Overview

The PG48 Dynamic Vocal Microphone is a professional quality microphone designed to be used for spoken word and karaoke performance applications. With rugged durability and excellent sound, the PG48 comes with an on/off switch, swivel adapter, carrying pouch and choice of XLR cable, QTR (¼”) cable or without cable.

Features

- Tailored frequency response is smooth and extended. Tuned specifically for vocal applications.
- Cardioid polar pattern picks up the most sound from in front of the microphone and some sound from the sides. Less susceptible to feedback in high volume settings.
- Dynamic cartridge has a simple, rugged coil. Handles extreme volume levels without distortion.
- Durable metal construction.
- On/off switch for onstage control.
- Steel mesh ball grille with integral “pop” filter reduces explosive breath sounds and wind noise.

Available Models

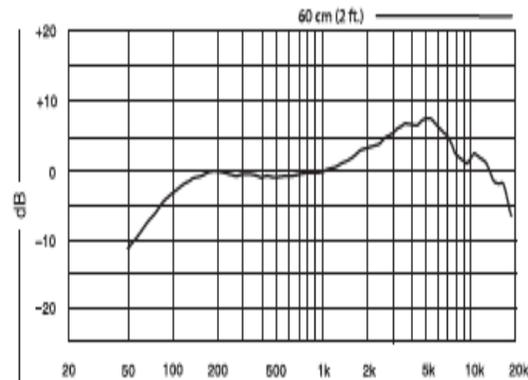
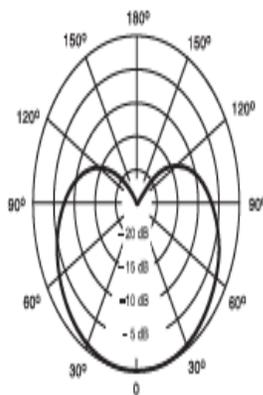
PG48-QTR	Includes a 15 ft (4.57m) XLR to 1/4” Cable, Microphone Clip, 5/8” to 3/8” Threaded Adapter, and a Storage Bag.
PG48-XLR	Includes a 15 ft (4.57m) XLR to XLR Cable, Microphone Clip, 5/8” to 3/8” Threaded Adapter, and a Storage Bag.
PG48-LC	Includes a Microphone Clip, 5/8” to 3/8” Threaded Adapter, and a Storage Bag.

Specifications

Microphone Type	Dynamic (moving coil)
Polar Pattern	Cardioid (unidirectional)
Frequency Response	70 to 15,000 Hz
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 relative to pin 3 of microphone output connector
Output Impedance (at 1000 Hz)	600 ohms
Sensitivity (at 1000 Hz)	-52 dBV/Pa, (2.5 mV), 1 Pascal = 94 dB SPL
Electromagnetic Hum Sensitivity	22 dB equivalent SPL in a 1 millioersted field (60 Hz)
Connector	Three-pin professional audio connector (male XLR type)
Switch	Built-in On/Off switch
Environmental Conditions	This microphone operates over a temperature range of -29 to 57 degrees Celsius (-20 to 135 degrees Fahrenheit), and at a relative humidity of 0 to 95%.
Case	Die cast metal handle, black matte finish; hardened silver colored, spherical steel mesh grille
Weight	Net: 314 grams (11.1 oz) Packaged: 890 g (1 lb 15 oz)



PG48



Product Specifications

SM57 Cardioid Dynamic Microphone

Overview

An industry-standard, highly versatile cardioid dynamic microphone that can be found onstage and in studios around the world. The ideal choice for sound reinforcement and recording applications, the legendary SM57 is tuned for clean reproduction of amplified and acoustic instruments, targeting the main sound source while minimizing background noise.

Features

- Frequency response tailored for drums, guitars, and vocals
- Uniform cardioid pickup pattern isolates the main sound source while reducing background noise
- Pneumatic shock-mount system cuts down handling noise
- Extremely durable under the heaviest use
- Supplied break-resistant swivel adapter that rotates 180°
- Legendary Shure quality, ruggedness, and reliability

Available Models

SM57-LC	Includes Stand Adapter and Zippered Pouch
SM57-LCE	Includes 5/8-inch to 3/8-inch thread adapter for mounting on European stands, Swivel Adapter and a Zippered Pouch

Specifications

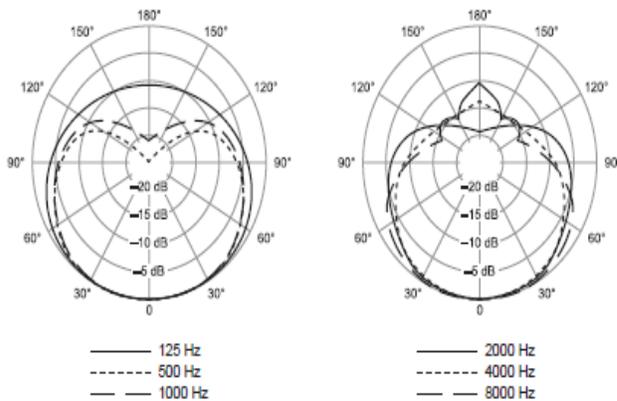
Type	Dynamic
Frequency Response	40 to 15,000 Hz
Polar Pattern	Cardioid
Sensitivity (at 1,000 Hz Open Circuit Voltage)	Open Circuit Voltage: -56.0 dBV/Pa* (1.6 mV) *(1 Pa = 94 dB SPL)
Impedance	Rated impedance is 150Ω (310Ω actual) for connection to microphone inputs rated low impedance.
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 with respect to pin 3.
Case	Dark gray, enamel-painted, die-cast steel with a polycarbonate grille and a stainless steel screen.
Connector	Three-pin professional audio connector (male XLR type)
Net Weight	284 grams (10 oz)
Dimensions	157 mm (6-3/16 in.) L x 32 mm (1-1/4 in.) W at the widest point



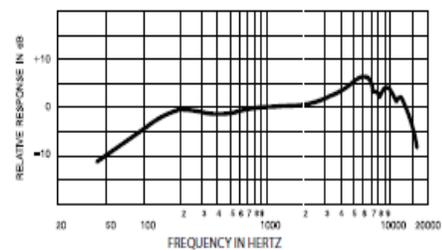
SM57

Optional Accessories and Replacement Parts

A2WS	Locking Windscreen	A55M	Isolation Mount	C25F	7.6 m Cable (25 ft)
A25D	Microphone Clip	A26M	Dual Mount	RK143G	Screen and Grille Assembly
R59	Cartridge	S37A, S39A	Desk Stand		



Polar Pattern



Frequency Response

SM81 Cardioid Condenser Microphone

Overview

The legendary SM81 is an industry-standard, flat-response cardioid condenser microphone, featuring a wide frequency response and low self-noise. Highly versatile, the SM81's renowned sonic accuracy is a constant choice around the world for acoustic stage and studio performance, including guitar, piano and drum overhead applications.

Features

- 20 Hz to 20 kHz frequency response
- Flat response curve for accurate reproduction of sound sources
- Low noise and high output clipping level
- Low distortion over a wide range of load impedances
- Cardioid polar pattern, uniform with frequency and symmetric about axis, providing maximum rejection and minimum coloration of off-axis sounds
- Low RF susceptibility
- Selectable low-frequency response: flat, 6 or 18 dB/octave rolloff
- 0 dB/10 dB lockable attenuator switch
- Phantom powering (DIN 45 596 voltages of 12 to 48 Vdc)
- Rugged steel construction for durability
- Field-usable over wide range of temperature and humidity conditions

Available Models

SM81-LC	Includes Stand Adapter and Zippered Pouch
---------	---

Specifications

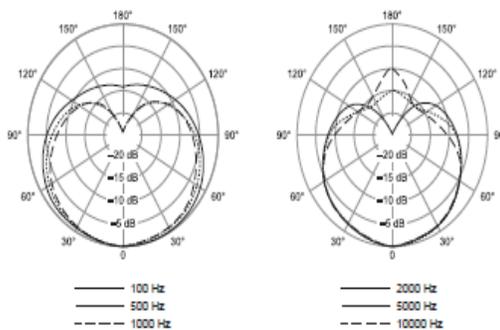
Type	Condenser
Frequency Response	20 to 20,000 Hz
Polar Pattern	Cardioid
Sensitivity (at 1,000 Hz)	Open Circuit Voltage: -45 dBV/Pascal (5.6 mV) (1 Pa = 94 dB SPL)
Impedance	Rated at 150 ohms (85 ohms actual) Recommended minimum load impedance: 800 ohms
Output Clipping Level	800 ohm Load: -4 dBV (0.63 V) 150 ohm Load: -15 dBV (0.18 V)
Maximum SPL (at 1,000 Hz)	800 ohm load: 136 dB (attenuator at 0) 146 dB (attenuator at -10) 150 ohm load: 128 dB (attenuator at 0) 138 dB (attenuator at -10)
Self-Noise	16 dB typical, A-weighted 19 dB typical, weighted per DIN 45 405
Hum Pickup	-3 dB equivalent SPL in a 1 mOe field (60 Hz)
Signal-to-Noise Ratio	78 dB (IEC 651)* at 94 dB SPL S/N ratio is difference between 94 dB SPL and equivalent SPL of self- noise A-weighted
Overvoltage and Reverse Polarity Protection	Max. external voltage applied to pins 2 and 3 with respect to pin 1: +52 Vdc Reverse polarity protection: 200 mA max. (diode-clamped)
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 relative to pin 3
Power	11 to 52 vdc, 1.2 mA
Case	Steel construction with vinyl metallic paint finish and stainless steel screens
Connector	Three-pin professional audio connector (male XLR type)
Net Weight	230 grams (8 oz)
Dimensions	212 mm (7-9/16 in.) L x 23.5 mm (2 in.) W at the widest point



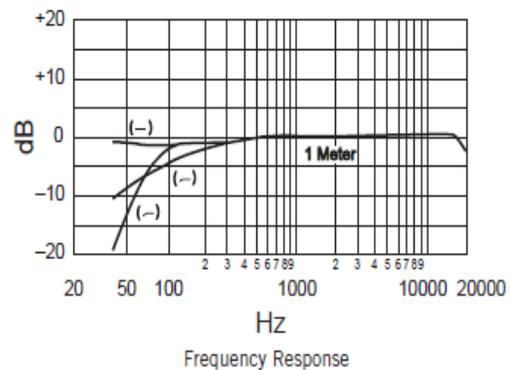
SM81

Optional Accessories and Replacement Parts

A57F	Microphone Clip	A81G	Grille and Windscreen	A81WS	Large Foam Windscreen
------	-----------------	------	-----------------------	-------	-----------------------



Polar Pattern

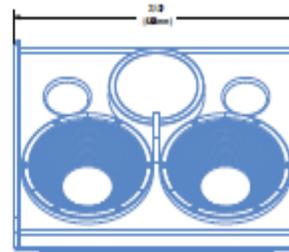
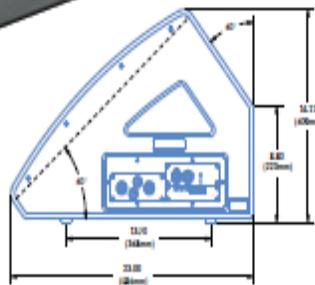


Frequency Response

MJF-212A : High-Power Stage Monitor



Dimensions	27.07" w x 16.11" h x 23.00" d (688 mm x 409 mm x 584 mm)
Weight	108 lbs (49 kg)
Enclosure	Premium birch plywood
Finish	Black textured
Protective Grille	Powder-coated hex-stamped steel, black mesh screen
Audio Input	Female XLR Input with male XLR loop output or VEAM all-in-one connector
AC Power Connector	PowerCon® with looping output or VEAM all-in-one connector



The Meyer Sound MJF-212A is a self-powered stage monitor loudspeaker designed to meet critical requirements in professional applications. Exhibiting flat amplitude and phase responses, full-range bandwidth, and exceptional impulse response, the MJF-212A far exceeds the capabilities of conventional stage monitors while offering the simplicity of setup and operation provided by self-powered systems.

The MJF-212A monitor's phase-corrected frequency range of 55 Hz to 18 kHz enables accurate reproduction of both vocals and instruments with high gain before feedback, and provides excellent intelligibility at high output levels with low distortion and no coloration added to the signal. The MJF-212A is also engineered to have exceptional low-frequency headroom, which can be helpful in some

applications such as the extreme low-frequency demands of high-level drum monitoring. The face of the low-profile cabinet slopes at 40 degrees from the stage to permit optimal placement relative to the talent, while its medium-Q horn provides even coverage in both the horizontal and vertical planes.

The loudspeaker's high-frequency section comprises a 4-inch diaphragm compression driver coupled to a symmetrical (30 degrees horizontal by 30 degrees vertical) constant directivity horn. A pair of high-power 12-inch neodymium magnet cone drivers with 4-inch voice coils, mounted in an optimally vented enclosure, reproduces low frequencies.

Each driver is powered by one channel of a three-channel class AB/H amplifier that employs complementary power MOSFET

output stages to provide total burst output of 1275 watts (2 x 500 watts, 1 x 275 watts), 2550 watts total peak. The MJF-212A incorporates Meyer Sound's Intelligent AC™ system for automatic voltage selection, EMI filtering, soft current turn-on, and surge suppression.

The cabinet is constructed from premium birch plywood and coated with a durable, textured black finish. A metal grille lined with acoustical black mesh protects the drivers. The rugged MJF-212A includes plastic skids on the bottom of the unit to prevent damage to the enclosure or stage floor.

The MJF-212A can be integrated into Meyer Sound's RMS™ remote monitoring system with the addition of an optional module. RMS is a Windows-based computer application for monitoring the full range of amplifier and limiter operating parameters.

FEATURES & BENEFITS

- High peak power ensures excellent transient response
- Flat frequency and phase responses afford high levels of gain before feedback

- Low profile preserves sightlines
- Symmetrical, medium-Q pattern provides even coverage

APPLICATIONS

- Main vocal monitor
- High-output drum or keyboard monitor
- Sidefill monitor for small- to medium-scale applications

MJF-212A SPECIFICATIONS

ACOUSTICAL		Operating Frequency Range ¹ 55 Hz - 18 kHz Frequency Response ² 60 Hz - 18 kHz ±4 dB Phase Response 500 Hz - 18 kHz ±45° Maximum Peak SPL ³ 129 dB Dynamic Range >110 dB
COVERAGE		30° symmetrical
CROSSOVER⁴		1600 Hz
TRANSDUCERS		Low Frequency Two high-power 12" cone drivers with neodymium magnets Nominal Impedance: 2 Ω Voice coil size: 4" Power handling capability: 1200 W (AES) ⁵ High Frequency 4" compression driver Nominal Impedance: 8 Ω Voice coil size: 4" Diaphragm size: 4" Exit size: 1.5" Power handling capability: 250 W (AES) ⁵
AUDIO INPUT		Type Differential, electronically balanced Maximum Common Mode Range ±15 V DC, clamped to earth for voltage transient protection Connectors Female XLR input with male XLR loop output or VEM all-in-one connector (integrates AC, audio, and network) Input Impedance 10 kΩ differential between pins 2 and 3 Wiring Pin 1: Chassis/earth through 220 kΩ, 1000 pF, 15 V clamp network to provide virtual ground lift at audio frequencies Pin 2: Signal + Pin 3: Signal - Case: Earth ground and chassis DC Blocking Differential DC blocking up to max common mode voltage CMRR >30 dB, typically 80 dB (50 Hz-500 Hz) RF Filter Common mode: 425 kHz; Differential mode: 142 kHz TM Filter Integral to signal processing (<80 kHz) Nominal Input Sensitivity 0 dBV (1 V rms, 1.4 V pk) continuous; is typically the onset of limiting for noise and music Input Level Audio source must be capable of producing +20 dBV (10 V rms, 14 V pk) into 600 Ω in order to produce maximum peak SPL over the operating bandwidth of the loudspeaker
AMPLIFIER		Type Three-channel complementary MOSFET output stages (class AB ₂ /H) Output Power ⁶ 1275 W (three channels); 2 x 500 W, 1 x 275 W Total Output ⁷ 2550 W peak THD, IM, TIM <.02% Load Capacity 2 Ω low channel; 8 Ω high channel Cooling Convection
AC POWER		Connector PowerCon with looping output or VEM Voltage Selection Automatic, two ranges, each with high/low voltage tap (uninterrupted) Safety Agency Rated Operating Range 95 V AC - 125 V AC; 208 V AC - 235 V AC, 50/60 Hz Turn-on and Turn-off Points 85 V AC - 154 V AC; 165 V AC - 264 V AC Current Draw: Idle Current 0.650 A rms (115 V AC); 0.310 A rms (230 V AC); 0.760 A rms (100 V AC) Max Long-Term Continuous Current (<10 sec) 4.67 A rms (115 V AC); 2.37 A rms (230 V AC); 5.25 A rms (100 V AC) Burst Current (<1 sec) ⁸ 7.90 A rms (115 V AC); 4.10 A rms (230 V AC); 9.24 A rms (100 V AC) Ultimate Short-Term Peak Current Draw 10 A pk (115 V AC); 10 A pk (230 V AC); 21.8 A pk (100 V AC) Inrush Current 10 A pk (115 and 230 V AC); 18 A pk (230 V AC)
RMS NETWORK (OPTIONAL)		Equipped with two-conductor twisted-pair network, reporting all operating parameters of amplifiers to system operator's host computer

NOTES:

1. Recommended maximum operating frequency range. Response depends on loading conditions and room acoustics.
2. Half-space loading measured with 1/3-octave frequency resolution at 4 meters.
3. Measured with music, half-space loading, referred to 2 meter.
4. At this frequency, the transducers produce equal sound pressure levels.
5. Power handling is measured under AES standard conditions; transducers driven continuously for two hours with band limited noise signal having a 4 dB peak-to-average ratio.
6. Amplifier wattage rating based on the maximum unclipped burst sine-wave rms voltage that the amplifier will produce for at least 0.5 seconds into the nominal load impedance.
7. Peak power based on the maximum unclipped peak voltage that the amplifier will produce for at least 100 milliseconds into the nominal load impedance.
8. AC power cabling must be of sufficient gauge to that under burst current rms conditions, cable transmission losses do not drop voltage below specified operating range of the speaker.



MJF-212A - 04.167.004.03 A1

Copyright © 2007
Meyer Sound Laboratories Inc.
All rights reserved.

MEYER SOUND LABORATORIES INC.
3823 San Pablo Avenue
Berkeley, CA 94702

T: +1 510 466.1104
F: +1 510 466.1336

techsupport@meyersound.com
www.meyersound.com

ARCHITECT SPECIFICATIONS

The loudspeaker shall be a self-powered stage monitor; the transducers shall consist of two 12-inch diameter cone drivers and a 4-inch diaphragm compression driver on a 90-degree symmetrical horn. The loudspeaker system shall incorporate internal processing electronics and a three-channel amplifier, one channel for each driver. Processing functions shall include equalization, phase correction, signal division, and protection for the high- and low-frequency sections. The crossover point shall be 1600 Hz.

Each amplifier channel shall be class AB₂/H with complementary MOSFET output stages. Burst capability for the low-frequency channels shall be 500 watts total with nominal 2-ohm resistive load and 275 watts for the high-frequency channel with nominal 8-ohm resistive load. Peak power shall be 2550 watts. Distortion (THD, IM, TIM) shall not exceed 0.02%.

Performance specifications for a typical production unit shall be as follows, measured at 1/3-octave resolution. Operating frequency range shall be 55 Hz to 18 kHz. Phase response shall be ±45° from 500 Hz to 18 kHz. Maximum peak SPL shall be 129 dB at 1 meter, half-space loading. Coverage shall be 30 degrees by 30 degrees.

The audio input shall be electronically balanced with a 10 kΩm impedance and accept a nominal 0 dBV (1 V rms, 1.4 V pk) signal. Connector shall be XLR (A-3) type female with parallel looping Male or VEM all-in-one multi-pin connector. RF filtering shall be provided, and CMRR shall be greater than 40 dB from 50 Hz to 500 Hz. The internal power supply shall perform automatic voltage selection, DMI filtering, soft current turn-on and surge suppression. Powering requirements shall be nominal 100, 110 or 230 V AC line current at 50 or 60 Hz. UL and CE operating voltage range shall be 100 to 240 V AC. Maximum peak current

draw during burst shall be 7.90 A at 115 V AC, 4.10 A at 230 V AC, and 9.24 A at 100 V AC. Current inrush during soft turn-on shall not exceed 10 A at 115 V AC. AC power connectors shall be PowerCon with looping capabilities or VEM all-in-one multi-pin connector.

The loudspeaker system shall provide facilities for installing Meyer Sound's optional RMC remote monitoring system. All components shall be mounted in an acoustically-treated wedge-shaped enclosure constructed of premium birch plywood with a black textured hard-shell finish. The front grille shall be hot stamped steel with black mesh screen. Dimensions shall be 27.00" wide x 14.11" high x 23.00" deep (686 mm x 409 mm x 584 mm). Weight shall be 108 lbs (49 kg). The enclosure front angle shall be 40 degrees.

The loudspeaker shall be the Meyer Sound MJF-212A.

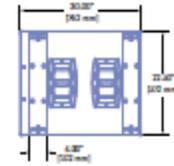
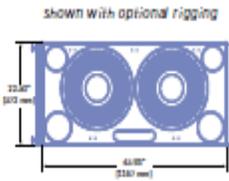
DATASHEET

CONCERT SERIES

700-HP : UltraHigh-Power Subwoofer



Dimensions	45.93" w x 22.50" h x 30.00" d (1167 mm x 572 mm x 762 mm)
Dimensions w/rigging	50.58" w x 22.50" h x 30.00" d (1285 mm x 572 mm x 762 mm)
Weight	204 lbs (92.53 kg)
Weight w/rigging	259 lbs (117.48 kg)
Enclosure	Multi-ply hardwood
Finish	Black textured
Protective Grille	Perforated metal grille lined with acoustical black mesh
Rigging	Optional QuickFly® rigging kit available, with aluminum and steel side rigging bars, AlignALinks and quick release pins



The Meyer Sound 700-HP ultrahigh-power subwoofer sets a new standard for the power-to-size equation. The 700-HP's power and bandwidth handle high continuous operating levels and extreme transient information with minimal distortion in its operating frequency range.

Meyer Sound's rigorous design approach has been applied to extract the greatest efficiency from every part of the system, resulting in the 700-HP subwoofer's effortless reproduction of low-frequency transient information. The transducers, amplification and control electronics of the self-powered 700-HP are created as a symbiotic system that optimizes performance and maximizes its tremendous power.

The operating frequency range of 28 Hz to 150 Hz complements other Meyer Sound loudspeakers and line and curvilinear arrays in sound reinforcement applications requiring maximum headroom at the low end of the frequency spectrum.

The 700-HP subwoofer's efficiently tuned cabinet houses two back-vented, long-

excursion, 18-inch cone drivers. Each driver features a 4-inch voice coil and is rated to handle 1200 AES watts (see note 4 on back page). The Meyer Sound designed and manufactured drivers have also been engineered for extreme efficiency, using high-gauss neodymium magnets for the most powerful magnetic field strength. High magnetic field strength increases the driver's sensitivity, which yields greater output, while keeping heat dissipation requirements within operational tolerances.

An integral two-channel class AB/H amplifier with complementary MOSFET output stages supplies total peak power of 2250 watts (1125 watts per channel). With nearly twice the amplification power of the 600-P subwoofer, the 700-HP produces an average of 3 dB more overall SPL, with enormous headroom to accommodate the most extreme demands with ease. Tests conducted by Meyer Sound show the 700-HP producing significantly higher output than other "high-power" subwoofers.

The amplifier, control electronics and power supply are integrated into a single, field-

replaceable module mounted in the cabinet rear. The cabinet is constructed of multi-ply hardwood and coated with a textured black finish. Integral metal grilles lined with acoustical black mesh protect the cone drivers. The stackable 700-HP includes plastic skids on the bottom of the unit to prevent damage to the enclosure or the unit below; the skids align with slots on the cabinet's top to ensure secure stacking. For maximum convenience, the 700-HP can travel in stacks on the MCF-700 caster frame.

The 700-HP is truck-smart, with exterior cabinet dimensions suitable for both European and U.S. trucks. A QuickFly rigging kit is available, installed at the factory or as a field upgrade. Up to 11 cabinets can be suspended from the optional MTG-700 top grid in a straight hang at a 7:1 safety factor.

Options for the 700-HP include weather protection and custom color finishes for fixed installations and any situation requiring specific cosmetics. The optional RMS™ remote monitoring system module allows comprehensive monitoring of all key system parameters on any RMS-equipped host PC.

FEATURES & BENEFITS

- Stackable
- Flyable using optional rigging kit
- Extremely low distortion for ultimate low-frequency clarity

- Very high peak power yields excellent transient reproduction
- Ultra-efficient neodymium magnet drivers
- Transportable in blocks using optional heavy duty caster frame

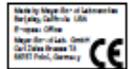
APPLICATIONS

- Stadiums, arenas and concert halls
- Medium-to-large theatres and clubs
- Theme parks
- Cinema

700-HP SPECIFICATIONS

ACOUSTICAL		Operating Frequency Range ¹ Free Field Frequency Response ² Phase Response Maximum Peak SPL ³ Dynamic Range	28 Hz – 150 Hz 30 Hz – 125 Hz 54 dB 45 Hz – 145 Hz ±30° 139 dB >110 dB
COVERAGE			360° (single unit); varies with number of units and configuration
TRANSDUCKERS		Low Frequency	Two 18" cone drivers Nominal impedance: 4 Ω Voice coil size: 4" Power-handling capability: 1200 W (AES) ⁴
AUDIO INPUT		Type Maximum Common Mode Range Connectors Input Impedance Wiring DC Blocking CMRR RF Filter TIM Filter Nominal Input Sensitivity Input Level	Differential, electronically balanced ±15 V DC, clamped to earth for voltage transient protection Female XLR input with male XLR loop output or VEAM all-in-one (integrates AC, audio and network) 30 kΩ differential between pins 2 and 3 Pin 1: Chassis/earth through 220 kΩ, 1000 pF, 15 V clamp network to provide virtual ground I/F at audio frequencies Pin 2: Signal + Pin 3: Signal - Case: Earth ground and chassis None on input, DC blocked through signal processing +50 dB, typically 80 dB (50 Hz–500 Hz) Common mode: 425 kHz Differential mode: 142 kHz Integral to signal processing (80 kHz) 0 dBV (1 V rms, 14 V pk) continuous is typically the onset of limiting for noise and music Audio source must be capable of producing a minimum of +20 dBV (10 V rms, 14 V pk) into 600 Ω in order to produce maximum peak SPL over the operating bandwidth of the loudspeaker
AMPLIFIERS		Type Output Power THD, IM, TIM Load Capacity Cooling	Two-channel complementary power MOSFET output stages (class AB/H) 2250 W (1125 W/channel) ⁵ +0.2% 4 Ω each channel Forced air cooling, two fans (one ultrahigh-speed reserve fan)
AC POWER		Connector Automatic Voltage Selection Safety Agency Rated Operating Range Turn-on and Turn-off Points Current Draw: Idle Current Max. Long-Term Continuous Current (t=10 sec) Burst Current (t=1 sec) Ultimate Short-Term Peak Current Draw Inrush Current	250 V AC NEMA L6-20 (twist lock), IEC 309 male inlet, or VEAM Automatic, two ranges, each with high-low voltage tap 95 V AC – 125 V AC, 208 V AC – 235 V AC; 50/60 Hz 85 V AC – 134 V AC; 165 V AC – 264 V AC; 50/60 Hz 0.640 A rms (115 V AC); 0.320 A rms (230 V AC); 0.850 A rms (100 V AC) 8.8 A rms (115 V AC); 4 A rms (230 V AC); 10 A rms (100 V AC) 19 A rms (115 V AC); 9.5 A rms (230 V AC); 22 A rms (100 V AC) 39 A pk (115 V AC); 20 A pk (230 V AC); 45 A pk (100 V AC) 7 A pk (115 V AC); 7 A pk (230 V AC); 10 A pk (100 V AC)
DMS NETWORK (OPTIONAL)			Equipped for two conductor twisted-pair network, reporting all operating parameters of amplifiers to system operator's host computer.

- NOTES:**
1. Recommended maximum operating frequency range. Response depends upon loading conditions and room acoustics.
 2. Measured with 1/3 octave frequency resolution at 4 meters.
 3. Measured with music at 1 meter.
 4. Power handling is measured under AES standard conditions. In amplifier driven continuously for two hours with a band-limited noise signal having a 6 dB peak-to-average ratio.
 5. Amplifier wattage rating is based on the maximum undipped burst sine-wave rms voltage the amplifier will produce into the nominal load impedance. Both channels 67 V rms (95 V pk) into 4 ohms.



700-HP — 04.137.093.01 D

Copyright ©2004
Mayer Sound Laboratories Inc.
All rights reserved

MAYER SOUND LABORATORIES INC.
2830 San Pablo Avenue
Berkeley, CA 94702

T: +1 510 865.1166
F: +1 510 865.8266

info@mayersound.com
www.mayersound.com

ARCHITECT SPECIFICATIONS

The loudspeaker shall be a self-powered, sub-bass system that may be deployed as either a floor or a ground-stacked unit. The transducers shall consist of two 18-inch cone drivers (6-inch voice coil) each rated to handle 1200W AES* watts.

The loudspeaker shall incorporate internal processing electronics and a two-channel amplifier. Each amplifier channel shall be class AB/H with complementary MOSFET output stages. Burst capability shall be 2250 watts total with nominal 4-ohm relative load. Distortion (THD, IM, TIM) shall not exceed 0.02%. Protection circuits shall include TruePower limiting. The audio input shall be electronically balanced with a 10 kOhm impedance and accept a nominal 0 dBV (1 V rms) signal (20 dBW to produce maximum SPL). Connectors shall be XLR (A–3) type male and female or VEAM all-in-one. RF filtering shall be provided, and CMRR shall be greater than 50 dB (50 – 500 Hz).

Performance specifications for a typical production unit shall be as follows, measured at 1/3-octave resolution. Operating frequency range shall be 28 Hz to 150 Hz. Phase response shall be ±30° from 45 Hz to 145 Hz. Maximum peak SPL shall be 139 dB at 1 meter.

The internal power supply shall perform automatic voltage selection, EMI filtering, soft current turn-on and surge suppression. Powering requirements shall be nominal 100 V, 110 V or 230 V AC line current at 50 Hz or 60 Hz. UL and CE operating voltage ranges shall be 95 to 125 V AC and 208 to 235 V AC. Current draw during burst shall be 19 A rms at 115 V AC, 9.5 A rms at 230 V AC and 22 A rms at 100 V AC. Current inrush during soft turn-on shall not exceed 7 A at 115 V AC. AC power connectors shall be L6-20, IEC 309 male or VEAM all-in-one.

The loudspeaker shall optionally incorporate the electronics module for Mayer Sound's RMS remote monitoring system.

Loudspeaker components shall be mounted in a multi-ply hardwood enclosure with a black textured finish. Dimensions shall be 45.93" wide x 22.50" high x 30.00" deep (1167 mm x 572 mm x 762 mm). Weight shall be 204 lbs (92.53 kg). Dimension with optional rigging shall be 50.58" wide x 22.50" high x 30.00" deep (1285 mm x 572 mm x 762 mm). Weight with rigging shall be 259 lbs (117.48 kg).

The loudspeaker shall be the Mayer Sound 700-HP ultrahigh-power subwoofer.

*Driven continuously for two hours with band-limited noise signal having a 6 dB peak-to-average ratio.

CARACTERÍSTICAS



Electrónica de Control y Amplificación Integradas.



Limitación *TruPower™* (TPL)



Sistema de Selección Automática de Voltaje *Intelligent AC™*



Compatible con RMS (Sistema de Monitoreo Remoto)



Alta Potencia



Distorsión Extremadamente Baja

650-P

Subwoofer Autoamplificado para Sonorización



 Confiable y Durable

*Ingeniería
superior para
el arte y la
ciencia del
sonido.*



**Meyer
Sound**

El 650-P es un *subwoofer* autoamplificado, entonado, de tipo *bass-reflex*, que utiliza dos parlantes de cono de 18 pulgadas de gran capacidad de excursión y mínima distorsión. La unidad extiende el rango de baja frecuencia de los sistemas de altavoces Meyer Sound, proporcionando una respuesta de frecuencia de 28 a 120 Hz. Al ser autoamplificado, los amplificadores y la electrónica de control están completamente integrados al gabinete.

El 650-P cuenta con la fuente de poder *Intelligent AC™* que proporciona selección automática de voltaje, filtrado de interferencia electromagnética, encendido suave de corriente y supresión de

picos. Todo lo que se necesita para instalar la unidad es conectarla a la alimentación eléctrica y a una señal de audio.

La unidad cuenta con limitación *TruPower™* (TPL) para proteger los transductores del altavoz bajo condiciones de operación extremas. Esto previene el sobrecalentamiento y asegura un manejo suave en aplicaciones de alta potencia.

El amplificador está diseñado para lograr un funcionamiento confiable, consistente y sobresaliente. Si requiere servicio, éste se facilita por el diseño modular de la unidad; el módulo de amplificación completo es fácilmente accesible y reemplazable, en caso necesario.

ESPECIFICACIONES DEL 650-P

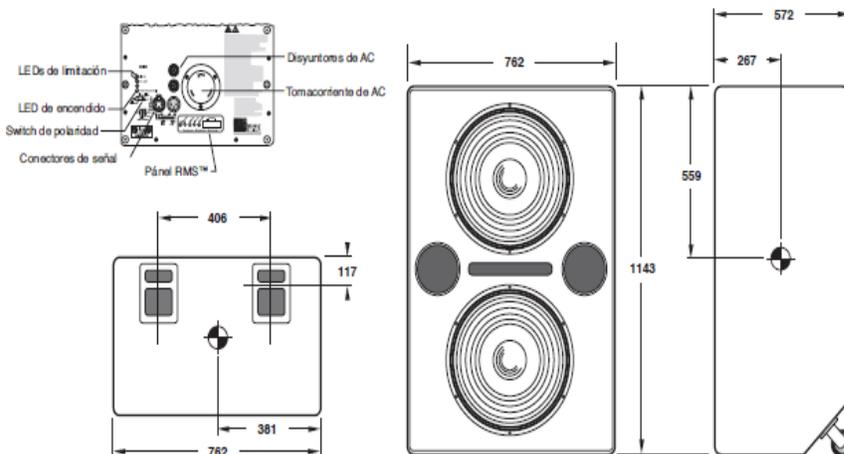
ACÚSTICAS¹ (CADA ALTAVOZ)	Respuesta de Frecuencia¹ ±4 dB de 28 Hz a 100 Hz Respuesta de Fase¹ ±30° de 45 Hz a 145 Hz Máxima Presión Sonora¹ 136 dB SPL @ 1 metro Rango Dinámico >110 dB
COBERTURA	(en puntos de -6 dB) 360°H ; 180°V
TRANSDUCTORES	Baja Frecuencia 2 parlantes de cono MS-18 de 18" de diámetro
ENTRADA DE AUDIO	Tipo Balanceada electrónicamente, 10 kΩ de impedancia Conector XLR (A-3) macho y hembra Nivel Nominal de Entrada +4 dBu
AMPLIFICACIÓN	Tipo Etapas de potencia complementarias MOSFET (clase AB/H) Capacidad Burst² 1240 watts (620 watts/canal) THD, IM, TIM³ < .02 %
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	Conector Tomacorriente NEMA L6-20P 250V (twistlock) o IEC 309 macho ³ Selección Automática de Voltaje 95-125 VAC y 208-235 VAC; 50/60 Hz ⁴ Rango Operativo de Voltaje Desde 85 VAC hasta 134 VAC; 50/60 Hz y desde 165 VAC hasta 264 VAC; 50/60 Hz Máx. Corriente Continua RMS (>10 s) @115 V: 8A @230V: 4A @100V: 10A Corriente RMS Durante Burst (<1 s) @115 V: 15A @230V: 8A @100V: 18A Máx. Corriente Durante Burst @115 V: 22Apico @230V: 11Apico @100V: 25Apico Encendido Suave de Corriente Corriente de empuje <12A @115V
FÍSICAS	Dimensiones 762 mm Ancho x 1143 mm Alto x 572 mm Fondo Peso 100 kg / 113 kg con empaque para flete Gabinete Madera Terciada Acabado Pintura negra texturizada Rejilla Protectora Rejilla de acero perforado, esponja gris carbón.

NOTAS:

1. Sujeto a acoplamiento de espacio medio, medido con una resolución de un 1/3 de octava en bandas fijas ISO.
2. Burst, impulso de señal de alto nivel, de muy corta duración. Carga resistiva nominal de 8, ruido rosa, 100V pico.
3. Existen otros conectores disponibles. Para instalaciones europeas se puede usar un conector IEC 309 (16A)
4. La unidad está clasificada a 88-125 VCA, y 182-235 VCA, 50/60 HZ, para satisfacer los estándares CE para voltajes de línea de AC del -10% al 6%.
5. Distorsión Armónica Total (THD), Distorsión por Intermodulación (IM), Distorsión de Intermodulación por Transientes (TIM)

DIMENSIONES

TODAS LAS UNIDADES EN MILÍMETROS



Meyer Sound Laboratories

se ha dedicado a diseñar, fabricar y perfeccionar componentes que proporcionen una magnífica reproducción sonora. Cada parte es diseñada y construida bajo especificaciones exactas y pasa por un amplio y riguroso control en los laboratorios.

La investigación es la fuerza integral e impulsora detrás de nuestra producción. Meyer busca esforzadamente lograr una calidad de sonido que sea predecible y neutra a lo largo de una vida prolongada y a través de un extenso rango.



MEYER SOUND MÉXICO S. DE R.L. DE C.V.

Boulevard Picacho Ajusco 130-702
 Jardines en la Montaña, Tlalpan
 México, D.F. 14210

T: (01) 55 5631.8137

F: (01) 55 5630.5391

mexico@meyersound.com

www.meyersound.com/spanish

© 1999 Meyer Sound Laboratories, Inc.
 Todos los derechos reservados