

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sonido e Imagen)



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

MONTAJE, SONORIZACION Y SONIDO DIRECTO PARA LA GIRA
DE CONCIERTOS DEL GRUPO "LA HORA DEL TE"

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor:

Vicent Oron Calvo

Director:

Juan Manuel Sanchis Rico

GANDIA, 2014

A mi familia, cuyo interes por lo desconocido
camina siempre en aumento.

INDICE

MONTAJE, SONORIZACION Y SONIDO DIRECTO PARA LA GIRA DE CONCIERTOS DEL GRUPO "LA HORA DEL TE"	I
INDICE	IV
FIGURAS	VI
TABLAS	VII
PREFACIO Y AGRADECIMIENTOS	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVOS	2
ESTRUCTURA DEL PROYECTO	2
Fase de diseno.....	2
Fase tecnica: montaje, sonorizacion y captacion de la senal.....	2
Fase art stica.....	3
FASE DE DISENO	4
PRESENTACION	5
UBICACION DE LOS MUSICOS EN EL ESCENARIO.....	5
DISENO DEL ESCENARIO.....	5
NECESIDADES INSTRUMENTALES	6
NECESIDADES TECNICAS	11
FASE TECNICA	12
CONTEXTUALIZACION	13
CAPTACION DE LAS SENALES Y AGRUPACION EN EL <i>STAGE BOX</i>	13
Microfon a para la bater a.....	15
Bombo.....	16
Caja.....	17
Charles.....	19
Tom aereo.....	20
Tom base.....	21
<i>Over-head</i> o platos.....	22
Microfon a para amplificadores de instrumentos.....	23
Amplificadores de guitarra.....	23
Microfon a para voces.....	24
Cantante principal.....	24
Coros.....	25
Microfon a para percusiones ligeras.....	26
Microfon a para el publico.....	27
Sonorizacion mediante adaptacion de impedancias.....	28
Guitarra acustica.....	28
Bajo.....	29
Viol n.....	30
Teclado.....	31
ENVIO DE LA SENAL HACIA LAS DOS ZONAS DE CONTROL	32
Stage box.....	32
Distribucion de canales en el <i>stage box</i>	33
Transporte de senales.....	34
Senales de comunicacion entre zonas de control.....	36
P.A. (PUBLIC ADDRESS)	37
Ubicacion.....	37
Equipo tecnico.....	38
Mesa de mezclas.....	38
Procesadores.....	41

Monitorizacion.....	47
Control de sonido. s ntesis.....	48
Sistema de altavoces.....	49
Informacion tecnica.....	50
Crossover.....	50
Amplificacion y emision del sonido.....	51
MONITORES	55
Consideraciones iniciales. realimentacion acustica.....	56
Ubicacion.....	56
Equipo tecnico.....	56
Mesa de mezclas.....	57
Procesadores.....	60
Monitores.....	61
Sidefills.....	62
Grabador multipistas.....	64
PLANIMETRIA	65
FASE ARTISTICA	67
INTRODUCCION	68
ZONA DE CONTROL DE P.A.....	68
Mezcla: volumen y panorama.....	68
Tratamiento individual de las fuentes sonoras.....	71
Compresion multibanda de la senal master l y r.....	77
ZONA DE CONTROL DE MONITORES	78
Mezclas individuales para los musicos.....	78
Mezcla para sidefills.....	79
CONCLUSIONES	80
REFERENCIAS CONSULTADAS	82

FIGURAS

Figura 1: Ubicacion en el escenario de los componentes del grupo "La Hora del Te" .5	.5
Figura 2: Guitarra <i>Gibson J-45</i>	6
Figura 3: Armonica <i>Hohner</i>	7
Figura 4: Guitarra electrica <i>Gibson ES 335 TD 1971</i>	7
Figura 5: Guitarra <i>Fender Stratocaster</i>	7
Figura 6: Amplificador de guitarra <i>Fender Deville</i>	8
Figura 7: Teclado <i>Nord Electro 4</i>	8
Figura 8: Bajo <i>Fender American Vintage 75 Jazz Bass Natural</i>	9
Figura 9: Amplificador de bajo <i>Fender Bassman Blonde 1964</i>	9
Figura 10: Bater a <i>Ludwig Downbeat The Cavern</i>	10
Figura 11: Instrumentos de Percusion Ligera: A) <i>Pandereta</i> , B) <i>Shaker</i>	10
Figura 12: Cable con conectores <i>XLR</i>	14
Figura 13: Senal balanceada	14
Figura 14: Manguera <i>Cordial CYB C 8/0 Multicore 15</i>	16
Figura 15: Microfono <i>Sennheiser e902</i>	17
Figura 16: Patron polar y respuesta en frecuencia	17
Figura 17: Microfono <i>Shure Beta 56A</i>	18
Figura 18: Patron polar y respuesta en frecuencia	18
Figura 19: Microfono <i>Shure SM 57</i>	19
Figura 20: Patron polar y respuesta en frecuencia	19
Figura 21: Microfono <i>Shure SM 94</i>	20
Figura 22: Patron polar y respuesta en frecuencia	20
Figura 23: Microfono <i>Audio Technica ATM25</i>	21
Figura 24: Pinza <i>Audio Technica AT 8665</i>	21
Figura 25: Patron polar y respuesta en frecuencia	21
Figura 26: Microfono <i>AKG214</i>	22
Figura 27: Patron polar y respuesta en frecuencia	23
Figura 28: Microfono <i>Shure SM57</i>	23
Figura 29: Microfono <i>Shure SM7B</i>	24
Figura 30: Patron polar y respuesta en frecuencia	25
Figura 31: Microfono <i>Shure SM58</i>	25
Figura 32: Patron polar y respuesta en frecuencia	26
Figura 33: Microfono <i>Sennheiser MD421</i>	26
Figura 34: Patron polar y respuesta en frecuencia	27
Figura 35: Microfono <i>Sennheiser MD441U</i>	27
Figura 36: Patron polar y respuesta en frecuencia	27
Figura 37: Pastilla-previo de guitarra acustica	28
Figura 38: Caja de Inyeccion <i>Radial Pro48 Active Direct Box</i>	29
Figura 39: Caja de Inyeccion <i>Radial Engineering JDI</i>	29
Figura 40: Microfono piezoelectrico <i>Fishman V200</i>	30
Figura 41: Caja de Inyeccion <i>Radial Stage Bug SB-4 Direct Box</i>	31
Figura 42: Salida estereo (L/R) del teclado	31
Figura 43: Caja de Inyeccion <i>Palmer PLI-04</i>	31
Figura 44: <i>Stage Box</i>	33
Figura 45: <i>Harting macho - 40 XLR</i>	34
Figura 46: <i>Harting hembra-hembra 5 metros</i>	35
Figura 47: <i>Harting hembra-hembra 30 metros</i>	35
Figura 48: Adaptador <i>XLR hembra - XLR hembra</i>	36
Figura 49: Latiguillo <i>XLR macho - XLR macho</i>	36
Figura 50: Microfono <i>Shure SM58</i> con interruptor	37
Figura 51: Mesa de mezclas de P.A. <i>Yamaha PM5D</i>	41
Figura 52: Puertas de ruido <i>Drawmer DS201</i>	42
Figura 53: Compresor <i>Rupert Neve Designs Portico 5043</i>	43
Figura 54: Compresor <i>Chandler Limited Germanium Compressor 19"</i>	43
Figura 55: Compresor <i>Empirical Labs Distressor</i>	43
Figura 56: Compresor <i>Klark Teknik DN 540 Quad Compressor</i>	43
Figura 57: Delay <i>Line 6 Echo Pro</i>	44
Figura 58: Reverberacion <i>TC Electronic Reverb 4000</i>	45
Figura 59: Multiefectos <i>Lexicon MX400 XL</i>	45
Figura 60: Ecuualizador grafico de tercio de octava <i>Klark Teknik DN360</i>	46

Figura 61: Compresor multibanda <i>Drawmer 1973</i>	46
Figura 62: Compresor Limitador <i>Dbx 162SL</i>	47
Figura 63: Auriculares <i>Sennheiser HD-26 Pro</i>	47
Figura 64: Crossover <i>Nova HD 8000</i>	51
Figura 65: Satelites <i>ME10V</i>	52
Figura 66: Subgraves <i>ME218SND</i>	52
Figura 67: Etapa de Potencia <i>Labb Gruppen PLM 10000Q</i>	53
Figura 68: Distribucion de subgraves	54
Figura 69: Cable para la conexion entre etapas y altavoces	54
Figura 70: Cable para el puenteo de altavoces	55
Figura 71: Mesa de mezclas de monitores <i>Soundcraft GB8-32</i>	57
Figura 72: Seccion master de la mesa de monitores: Panel de conexiones traseras ..	59
Figura 73: Adaptador <i>Jack macho - XLR macho</i>	60
Figura 74: Ecualizador grafico <i>DBX 2031</i>	60
Figura 75: Monitor <i>TT45-SMA</i>	62
Figura 76: Sistema de <i>sidefills HK AUDIO CONTOUR</i>	63
Figura 77: <i>Crossover</i> pasivo del <i>CTA 118 SUB</i>	64
Figura 78: Cable <i>speakon - speakon</i>	64
Figura 79: Grabador multipistas <i>Alesis HD24XR</i>	65
Figura 80: Latiguillos <i>Jack mono - Jack mono</i>	65

TABLAS

Tabla 1. Toma de sonido y cableado utilizado para cada fuente sonora	32
Tabla 2. Asignacion de entradas en el <i>Stage Box</i>	34
Tabla 3. Asignacion de canales en el <i>Stage Box</i> para la intercomunicacion	37
Tabla 4. Procesado y env os en la mesa de control de P.A.	48
Tabla 5. Cableado en la mesa de control de P.A.	49
Tabla 6. Salidas master de la mesa de mezclas	49
Tabla 7: Ruta de la senal entre amplificadores y altavoces de subgraves	54
Tabla 8: Distribucion de canales en la mesa de mezclas de monitores	58
Tabla 9: Distribucion de salidas de la mesa de mezclas segun senales de monitores	58
Tabla 10: Ruteo y distribucion de las senales de monitores hasta la emision	59
Tabla 11: Senales de preescucha del tecnico de monitores	62
Tabla 12. Procesado y env os en la mesa de control de P.A.	72
Tabla 13: Mezclas individuales de monitoraje	78

PREFACIO Y AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo Final de Carrera nace de la inquietud de crear un documento que sirva como base para una gira de conciertos del grupo musical "La Hora del Te".

Varios son los motivos por los cuales tome la decision de realizar este Trabajo sobre el tema elegido. El mas importante, crear un espacio que pueda ser real. La creacion de un espacio real permite llevarlo al hecho, pudiendo hacer un uso practico del mismo en caso de necesidad. Pero mi intencion no se limita a crear solamente un espacio de la nada, sino tambien a la organizacion de una informacion sobre todo tecnica, pero tambien artistica, que facilite, en un hipotetico momento, dicha puesta en practica.

De ah que para una buena ejecucion del trabajo haya contado con material tecnico y musical de mercado y accesible, aunque dejando un poco de lado el factor economico. De esta manera he querido conseguir que la supuesta puesta en practica del mismo tenga una base tecnica firme y de calidad.

Por otro lado, en grado de colaboracion y como refuerzo a la informacion extra da de la bibliografia, he podido contar tambien con la ayuda de tecnicos especialistas y profesionales en sonido directo para la realizacion del segundo punto de este trabajo, *Fase Tecnica*. Igualmente, no puedo dejar de nombrar a mi inestimable amigo Jesus Terol, Arquitecto, cuyo impagable trabajo ha conseguido plasmar en un papel la totalidad de este trabajo.

As mismo, para la realizacion de la *Fase Artistica* he contado con la ayuda de los mismos musicos de *La Hora Del Te*, cuyos gustos instrumentales, inquietudes tecnicas, y sus ganas de aportar conocimientos han sido el da da de la realizacion de un trabajo que es, en cierta manera, tambien suyo.

No puedo terminar sin agradecer a JuanMa el trabajo y las horas dedicadas a la mejora continua del presente texto, sin cuya ayuda muchas de las ideas no tendr an forma.

Y finalmente a todas aquellas personas que, de una manera u otra, me han acompañado en este largo camino.

INTRODUCCION

OBJETIVOS

El objetivo general del TFC en el que se va a trabajar, es el diseño de una instalación sonora para una gira de conciertos del grupo "La Hora del Te".

Para ello se tendrán en cuenta dos factores importantes: las necesidades técnicas, escogiendo el material técnico más apropiado para dicho fin, y la adaptación del montaje y sonorización a las necesidades artísticas, siendo la finalidad conseguir que el músico se sienta cómodo en la ejecución del concierto.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Para el trabajo a realizar se pueden definir las siguientes partes:

FASE DE DISEÑO

Estudio preliminar del grupo. Se trata de establecer que necesidades tiene cada músico y cuáles son sus requisitos, así como la ubicación en el escenario de cada componente y su puesta en escena, a partir de la cual se determinarán las medidas y posibles configuraciones del escenario, teniendo en cuenta los diferentes inconvenientes y circunstancias adversas que se pueden encontrar en cada lugar capaces de dificultar el montaje.

FASE TÉCNICA: MONTAJE, SONORIZACION Y CAPTACION DE LA SENAL

En esta fase va a tratar de explicar, en primer lugar, el montaje de la instalación sonora.

Posteriormente se hablará de la sonorización del mismo. Teniendo en cuenta que en la sonorización de un espectáculo se han de ofrecer cobertura sonora tanto en el escenario (para los propios músicos) como el público asistente al concierto, se explicará detalladamente las necesidades y precauciones a tener en cuenta a la hora de sonorizar cada una de estas dos partes: monitores y altavoces de P.A. (*Public Address*). En la parte de monitorización, se trabajará a partir de las necesidades que requiera cada uno de los integrantes del grupo musical, ya que para una buena ejecución del instrumento (ya sea físico o vocal), la mezcla de sonido para cada uno de ellos será muy personal y dependerá del instrumento que vayan a ejecutar. Por otra parte, y en cuanto a los altavoces de P.A., el trabajo se introducirá en el mundo de la mezcla musical, optimizando esta para que el sonido que llegue al público tenga la mayor calidad posible (atendiendo a tres factores: volumen, respuesta en frecuencia global y fase de la señal acústica).

En paralelo a lo anterior, se explicará cómo conseguir una conformación correcta del sonido, tanto para el escenario (monitores de los músicos) como para los altavoces P.A. (oyentes), adecuando para ello el tipo de altavoces dependiendo del lugar, la microfónica al tipo de instrumento, y los distintos

procesadores de audio (ya sean pasivos como una mesa de mezclas, o activos como los procesadores de dinamica, ecualizadores, procesadores de multiefectos, etc). Para ello se tendran en cuenta factores acusticos como la respuesta en frecuencia de los instrumentos (para lo que sera necesario un microfono que se adecue a las necesidades de cada uno de los instrumentos), la directividad de los instrumentos y los distintos timbres que generan segun el angulo en que se capte el sonido (esto hara que la posicion del microfono var e, dependiendo del timbre que se quiera conseguir).

Igualmente se presentara y detallara el esquema de conexion de los distintos sistemas de sonido (escenario, monitores y P.A.), teniendo en cuenta tanto cableado, interconexion entre los distintos procesadores (planimetr a) y ruteo de la senal desde que se genera hasta que se emite.

En la ultima parte de esta fase se nombrara como se puede captar el sonido de los conciertos, centrandose en los sistemas de grabacion que existen en el mercado. En el caso que se presenta se estudiarian las posibilidades que ofrecen los grabadores multipistas digitales, dado que este hecho interesa para una futura produccion por pistas independientes y masterizacion de la senal.

FASE ARTISTICA

En esta fase se presentaran las caracter sticas musicales y el estilo musical del conjunto a sonorizar y, en base a esto, se desarrollara el procesado sonoro que deber a recibir cada fuente sonora para conseguir un sonido lo mas fiel posible a los gustos musicales de los musicos y del genero musical que tratemos.

Igualmente se trataran los procesos a los que se veran sometidas las senales de salida de las mesas de mezcla (como la salida master de la mesa principal y las distintas salidas de la mesa de monitoraje).

FASE DE DISEÑO

PRESENTACION

"La Hora del Te" (LHDT en adelante) es un grupo valenciano de *folk-rock* influenciado por las armonicas y teclados *hammond* americanos y pianos que recuerdan a la musica folk europea. El grupo apuesta por la variedad y mezcla de estilos, por lo que es complicado encasillarlos en uno unico.

Su musica toma como base armonica la guitarra acustica acompanada por una formacion clasica: bater as simples pero contundentes, un bajo mas bien desenfadado pero muy presente, pianos y teclados que crean las atmosferas, guitarras electricas que dibujan las lineas melodicas y violines .

LHDT esta formado por 6 componentes:

- Adrian: voz principal, guitarra acustica y armonica.
- Guillermo: guitarra electrica y coros.
- Arturo: teclados.
- Vicent: viol n, percusion ligera y coros.
- Alejandro: bajo
- Pau: bater a y coros.

UBICACION DE LOS MUSICOS EN EL ESCENARIO

La posicion natural de los distintos musicos de LHDT en el escenario se muestra en la Figura 1.

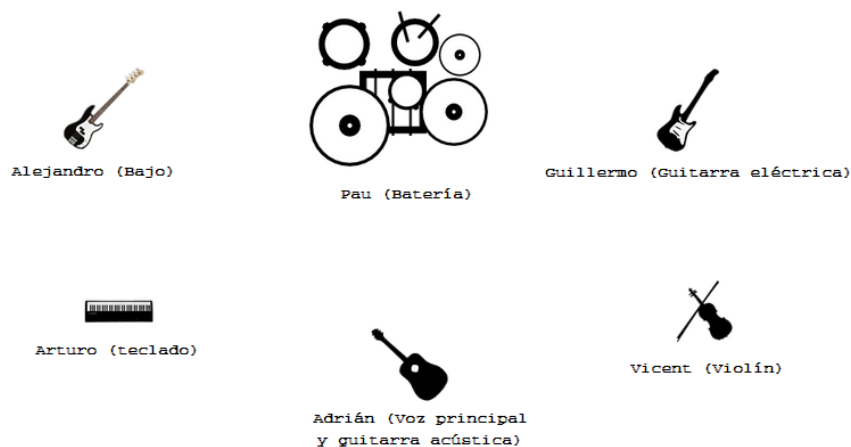


Figura 1: Ubicacion en el escenario de los componentes del grupo "La Hora del Te"

Cabe destacar de esta ubicacion que no es exacta, dandose casos en los que el bajista y el guitarrista electrico adelantan su posicion, quedandose justo por detras de la linea que forman el teclado, la voz principal y el viol n.

DISENO DEL ESCENARIO

Dado que cada musico necesita un espacio para moverse dentro del escenario, este se disenara dotando a cada musico de espacio suficiente para el buen desarrollo de su actividad musical.

Igualmente se tendran en cuenta tambien aspectos tecnicos como la colocacion de los instrumentos fijos como pueden ser la bater a, los amplificadores de guitarra, bajo, teclado, los mismos microfonos para voces, y por otra parte, el material tecnico como racks de procesadores de sonido, mesa de mezclas de monitores, monitores para los musicos, posibles estructuras para luces y sonido, etc.

Partiendo de la base de que cada musico ocupa aproximadamente un espacio de unos 5 m^2 (se ha considerado este espacio para que los musicos se sientan comodis y se puedan mover lo necesario), se puede hacer una distincion entre los musicos que dependen y que no dependen de su instrumento para determinar el espacio que van a necesitar. As , el cantante principal, el bajista, el guitarrista electrico, el teclista y el violinista ocuparan no mas de estos 5 m^2 . Por otra parte se encuentra el baterista, cuyo instrumento (o instrumentos, en este caso) necesita algo mas de espacio. Para la bater a se supondra un espacio de unos 15 m^2 . As pues, el espacio total que ocuparan los musicos sera de 40 m^2 . Si a esto se le anade el material no instrumental (como los amplificadores de guitarra, pedaleras, o los mismos monitores de preescucha para los musicos), se llega a la conclusion de que el espacio necesario sera de 50 m^2 . A esto se debe sumar el espacio de la parte tecnica, donde se ubicara la mesa de mezclas de monitoraje, y el *backline* necesario, destinando para ello un espacio de unos 15 m^2 . Sumando los 50 m^2 para los musicos y los 15 m^2 para la parte tecnica dar a un total de 65 m^2 . Un escenario de 12 metros de ancho por 6 metros de fondo compondr a un espacio total de 72 m^2 , suficiente para el buen desarrollo del concierto.

NECESIDADES INSTRUMENTALES

A partir de los 6 musicos de la formacion, van a establecerse las necesidades tecnicas de cada uno de ellos, teniendo en cuenta el tipo de instrumento y sus componentes, si fuesen necesarios.

ADRIAN

Guitarra acustica: no necesita ningun tipo de complemento. Va conectada directamente a la mesa de mezclas mediante una caja de inyeccion directa (o DI), que adaptara la impedancia de salida de la guitarra a la impedancia de la mesa de mezclas. En concreto, el modelo de guitarra que utiliza es una *Gibson J-45* (Figura 2).



Figura 2: Guitarra *Gibson J-45*

Voz: se necesitara un microfono que recoja su voz.

Armonica: la armonica utilizara el mismo microfono que la voz.



Figura 3: Armonica *Hohner*

Guitarra electrica: solamente utilizada en algunas ocasiones.



Figura 4: Guitarra electrica *Gibson ES 335 TD 1971*

GUILLERMO

Guitarra electrica (Figura 5): para la guitarra electrica se necesitara un amplificador (Figura 6) que nos permita conectar la misma, y por el que se emita el sonido producido por esta. Asimismo, se necesitara un microfono que se adapte a las caracter sticas del amplificador de la guitarra (respuesta en frecuencia y volumen). El guitarrista utilizara una Fender Stratocaster con un amplificador Fender Deville.



Figura 5: Guitarra *Fender Stratocaster*



Figura 6: Amplificador de guitarra *Fender Deville*

Coros: se necesitara un microfono que recoja su voz.

ARTURO

Teclado: el teclado (Figura 7), al igual que la guitarra acustica, no necesita ningun tipo de complemento. Va conectado directamente a la mesa de mezclas.



Figura 7: Teclado Nord Electro 4

ALEJANDRO

Bajo: existen dos opciones de conexion a la mesa de mezclas: por micro o por l nea. Si se elige la opcion de microfono, el bajo se conectara directamente al amplificador de bajo, y se utilizara un microfono que capte el sonido que este produzca. Por otra parte, si se elige la opcion de l nea, se conectara el bajo a una caja de inyeccion (o DI), y la salida de esta a la mesa de mezclas. En este caso se utilizara la sonorizacion mediante DI. El bajo del que dispone el bajista es un *Fender American Vintage 75 Jazz Bass Natural*, que se observa en la Figura 8. De la misma manera, dispone de un amplificador de bajo *Fender Bassman*, el modelo *Blonde 1964*.



Figura 8: Bajo Fender American Vintage 75 Jazz Bass Natural



Figura 9: Amplificador de bajo Fender Bassman Blonde 1964

PAU

Bater a: para este conjunto de instrumentos se necesitara un set de microfones que se adapten a las caracter sticas dinamicas y de respuesta en frecuencia de cada uno de ellos (siendo esenciales al menos los microfones del bombo, de la caja, del *charles* o *hi-hat*, el del timbal o *tom* aereo, el del *tom* base y un par mas para las tomas de los platos, o aereos). Igualmente se ha de tener en cuenta que este instrumento necesitara posicionarse en un suelo no deslizante para que la vibracion que produzca no mueva los instrumentos, y por lo tanto la posicion de los microfones se vea modificada y pase a ser incorrecta. Por ultimo, se tendra en cuenta que, como la bater a es un instrumento que suele estar en la parte de atras del escenario, se motara una pequena tarima para colocarla encima.



Figura 10: Bater a *Ludwig Downbeat The Cavern*

Coros: se necesitara un microfono que recoja su voz.

VICENT

Viol n: para el viol n se usara un microfono especial, o pastilla, que recoja las vibraciones. Esta pastilla ira conectada a una DI.

Coros: se necesitara un microfono que recoja su voz.

Percusiones ligeras (*shaker*, pandereta, plato complementario) (**¡Error! o se encuentra el origen de la referencia.**): necesitaremos un microfono que recoja el sonido producido por los distintos instrumentos de percusion.



Figura 11: Instrumentos de Percusion Ligera: A) Pandereta, B) *Shaker*

Teniendo en cuenta las necesidades instrumentales, se trataran ahora los aspectos tecnicos fundamentales del concierto.

NECESIDADES TECNICAS

Al igual que cada musico necesita de sus instrumentos para la ejecucion del concierto, tambien necesita de material tecnico para una buena audicion de su ejecucion (dado que el nivel sonoro que producen ciertos instrumentos como la bater a no permiten la escucha directa de otros instrumentos como la guitarra acustica, o la propia voz). As pues, y tratandose del grupo que se estudia, se necesitaran 2 monitores de preescucha para cada uno de los musicos. Esto hace pues un total de 12 monitores de preescucha.

Por otra parte, y para que los monitores de escucha realicen bien la funcion para la que estan destinados, se ubicara en el mismo escenario el control de monitores. Este constara de una mesa de mezclas que debera disponer de seis salidas totalmente independientes, a las que se les asignara una mezcla de audio independiente y distinta para cada uno de los musicos segun los requisitos de los mismos, y dos salidas mas para alimentar los monitores generales, o *Sidefills*. En total, 8 salidas auxiliares.

No se puede pasar por alto la necesidad de tomas de corriente en practicamente toda la superficie del escenario. Se colocaran alargadores de luz y regletas suficientes para poder conectar todos los elementos que lo requieran. En este caso: amplificadores de instrumentos, pedaleras, teclado, monitores auto-amplificados, y la seccion tecnica: mesa de mezclas de monitores con todos los procesadores de audio.

Paralelamente a todo lo anterior, y si se trata de las necesidades tecnicas fuera del escenario, se necesita un sistema de altavoces que reproduzca hacia el publico la musica que se esta ejecutando en el escenario. A este sistema de altavoces, el principal, se le denomina comunmente P.A., y sus siglas provienen de las palabras inglesas *Public Adress*, que se traducir a como "*dirigido al publico*". A esto hay que sumarle la zona tecnica exterior, donde se ubicara la mesa de mezclas que alimentara el sonido de P.A. y todos los procesadores de audio (procesadores de dinamica, reverberaciones, *delays*, ecualizadores graficos, etc.).

Todo lo anterior sera desarrollado y detallado en la FASE TECNICA, segundo punto del presente trabajo.

FASE TECNICA

CONTEXTUALIZACION

En primer lugar, cabe situarse dentro del espacio del concierto, haciendo una diferenciación entre el material y los objetivos sonoros de dos sub-espacios: la zona del escenario y la zona del público.

- Zona del escenario: en este espacio irán ubicados todos los instrumentos, y por lo tanto todos los microfones y cajas de inyección que permitan la captación de sonido y el direccionamiento hacia el *Stage Box* de sonido (cuya ubicación será al lado de la mesa de monitores). Igualmente, en esta zona irán colocados tanto los monitores de pre-escucha de los músicos, así como los *sidefills*, a la par que el control de estos dos últimos.
- Zona del público: en este apartado se hablará del sonido de P.A., tanto de los altavoces y ubicación de los mismos, como del control de sonido, procesamiento de la señal, etc.

Por lo pronto, la Fase Técnica va a dar comienzo con el diseño del montaje de la instalación sonora, desde que la señal es captada hasta que es emitida.

La información va a estar organizada de tal manera que se va a ir siguiendo paso por paso el camino que realiza la señal, comentándose y justificándose cada uno de ellos.

CAPTACION DE LAS SEÑALES Y AGRUPACION EN EL *STAGE BOX*

El sonido producido por cada fuente sonora ha de ser captado teniendo en cuenta que esta señal va a pasar por varios cables de diferente longitud, y por conectores que van a producir ciertas pérdidas de potencia en la señal. Así pues, dependiendo de la fuente sonora en cuestión que se trate, se adecuará la manera en que se capte el sonido de forma que la calidad de este sea óptima para su proceso.

Existen dos maneras de captar la señal que proviene de los instrumentos: sonorizando el propio instrumento con un micrófono (o varios, según el caso), o adaptando la señal eléctrica que sale del instrumento (en el caso de instrumentos que dispongan de pastilla, o instrumentos propiamente eléctricos como el teclado) con una caja de inyección directa (o DI).

En el caso de la captación sea mediante micrófono, la elección del mismo no va a ser arbitraria, sino que va a depender de dos factores: la respuesta en frecuencia del instrumento, y la presión sonora del mismo. En el presente caso, los instrumentos que se sonorizarán mediante el uso de micrófonos serán: batería (bombo, caja, *charles*, *tom* agudo, *tom* base, platos), amplificador de bajo, amplificador de guitarra y voces.

Para la elección de la micrófono, se va a contar con micrófonos de alta calidad, con una respuesta en frecuencia lo más plana posible, para dejar que los matices armónicos de los instrumentos permanezcan en la mezcla final. No se puede olvidar que la señal que recoja un micrófono tendrá que ser "transportada" de alguna manera al *Stage Box*. Para el caso que se presenta, se van a utilizar cables *Canon-XLR* de tres pines (Figura 12), conexión universal para casi toda la tipología de micrófonos.



Figura 12: Cable con conectores XLR

Este tipo de cable que contiene dos conductores activos y una malla (de ahí los tres pines) está pensado para poder transportar señales balanceadas al dispositivo de entrada pertinente (en este caso serían las mesas de mezclas). Con una conexión balanceada, el equipo de origen (ya sea micrófono o caja de inyección) envía la señal dos veces (una por cada conductor activo del cable); una de ellas en la fase con la que se ha captado, y la otra con la fase invertida. Durante el camino, si estas señales se ven afectadas por ruido, se obtendrá un mismo patrón de ruido para las dos fases. Una vez la señal haya llegado a la mesa de mezclas (cuya entrada procesa señales balanceadas), se realizará una resta de las dos señales, con lo que el ruido o señal común existente en ambos conductores activos, será eliminado, quedando solamente con la señal original. Se observa en la Figura 13.

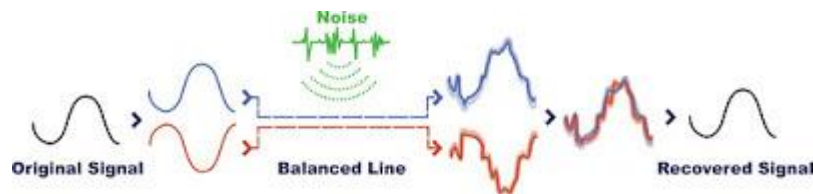


Figura 13: Señal balanceada

Por otro lado se contemplan las fuentes que van a requerir una adaptación de impedancias para su correcta sonorización y tratamiento de la señal.

*La impedancia es la oposición de un conductor al flujo de una corriente alterna y la medida de la misma está compuesta por dos vectores, resistencia y reactancia.
(Chumlea & Guo, 1994).*

Adaptando esta afirmación al caso que se presenta, el concepto de impedancia se encuentra en dos lugares: la salida de audio de algunos instrumentos, y en la entrada de audio de las mesas de mezclas. Pero, ¿por qué es necesaria una adaptación de impedancias? La respuesta es muy sencilla. La señal que emiten las fuentes sonoras que se tratan en este apartado tiene una impedancia de salida desproporcionadamente grande -dependiendo del instrumento de hasta 1.000.000 Ohms (Ω a partir de ahora)- respecto a la impedancia de entrada de las mesas de mezclas. En este punto se ha de hacer una distinción entre impedancia de carga e impedancia nominal. La impedancia de carga es la impedancia con la que la mesa de mezclas va a recibir la señal

de audio, y la impedancia nominal es la impedancia que le deber a llegar desde la fuente sonora.

El problema reside en que la senal emitida tiene una impedancia electrica de salida tan elevada que, una vez recorridos todos los metros de cable que transcurren entre la fuente sonora y las mesas de mezclas, llegar a muy debilitada a la entrada de la mesa de mezclas (un nivel de senal demasiado bajo y unas componentes en frecuencia no deseadas). Este hecho impedir a que las senales que llegasen a las mesas de mezclas pudiesen ser procesadas de manera optima, ya que la transferencia de tension electrica no es maxima. Es pues que se requiere tratar la impedancia de salida de las fuentes sonoras que abajo se indican, adaptandola a la impedancia de carga de las mesas de mezclas.

Y para que la transferencia de tension desde la fuente sonora hasta la mesa de mezclas sea maxima, la impedancia de entrada a la mesa de mezclas ha de ser de un minimo de 10 veces superior a la impedancia de carga de la mesa. Por lo tanto, las fuentes sonoras de alta impedancia deber an ser adaptadas para que entren a la mesa de mezclas con una impedancia nominal de, como maximo, 600 Ω .

Para ello se cuenta con la ayuda de lo que se denominan *Cajas de Inyeccion Directa* (comunmente denominadas *DI's* por sus siglas en ingles *Direct Injection Box*). Las *DI* adaptan la impedancia de salida de los instrumentos a la que requiere la mesa de mezclas, y ademas transforman una senal no balanceada en balanceada (usualmente los instrumentos que requieren *DI* suelen tener una salida monofonica, por lo que perdemos la posibilidad de obtener una senal balanceada de ellos). Paralelamente a estas dos caracter sticas, las *DI's* pueden diferenciarse entre pasivas y activas. Las *DI* pasivas simplemente adaptan la impedancia y convierten la senal en balanceada, no requiriendo alimentacion. En cambio, con las activas se tiene un rango de posibilidades mayor. A parte de las dos caracter sticas anteriormente nombradas, aunque dependiendo del modelo, se puede tratar electronicamente la senal variando la ganancia, atenuandola, aplicandole filtros de frecuencia, etc... Aunque, en cambio, este tipo de *DI* s que requiere de alimentacion externa (las hay que utilizan la alimentacion *phantom* que puede proporcionar la mesa de mezclas, o las hay que tienen una entrada de corriente de 9V).

Teniendo todo lo anterior en cuenta, para cada una de las fuentes sonoras se detalla a continuacion la tipologia de sonorizacion que se ha escogido.

MICROFONIA PARA LA BATERIA

La bater a es un conjunto de instrumentos que tiene la peculiaridad de abarcar practicamente la totalidad del espectro audible por el ser humano. Las frecuencias mas graves las produce el bombo (sobre los 40 Hz), y las mas agudas las producen los platos (hasta casi los 19000 Hz). En este aspecto, y al tratarse de varios instrumentos, no se puede sonorizar la bater a con un solo microfono, sino que se tendra que contar con una microfona mas amplia en numero. La eleccion de los microfones que se utilicen dependera de los instrumentos que conformen la propia bater a, teniendo en cuenta el rango de frecuencias en el que se mueve el instrumento.

En el caso particular de la bater a se disponen, en un espacio reducido, una cantidad de microfones elevada (en este caso particular se sonorizara la bater a con un total de 8 microfones). Dado que en cualquier caso se prefiere

que el cableado que se utilice para llevar todas las fuentes sonoras no entorpezca el espacio del escenario, se va a utilizar una manguera para transportar las 8 senales al *Stage Box*. Esta manguera estara formada por tres partes claramente diferenciadas (Figura 14). En primer lugar se observa la zona de agrupacion del cableado de las fuentes sonoras, un pequeño cajet n con 8 entradas de senal, XLR, dado que van a venir de cables de microfono. Del cajet n sale una manguera que contiene los cables de las 8 entradas, de longitud variable. Y por ultimo, al otro lado de la manguera se dispone de lo que suele denominarse *pulpo*, que no es ni mas ni menos que los 8 cables numerados y dispuestos con sendos conectores XLR macho, para conectarlos al *Stage Box*.

Existe gran variedad de mangueras en el mercado, pero en este caso se va a hacer uso de una de la marca *Cordial*, en concreto el modelo *CYB C 8/0 Multicore 15*, de 15 metros de longitud, suficiente para la distancia que se cubre entre la bater a y el *Stage Box*.



Figura 14: Manguera *Cordial CYB C 8/0 Multicore 15*

BOMBO

Se trata de un instrumento grande que produce un sonido grave y mas bien indefinido. Las frecuencias fundamentales producidas por el bombo suelen ir desde los 45 hasta los 180 Hz. En el caso de los armonicos, el rango de frecuencias mas altas producidas por la gran mayora de estos instrumentos no sobrepasa los 10 KHz, aunque siempre hay excepciones, como en el caso de los bombos de Jazz (usualmente mas pequenos, y por lo tanto mas agudos). Para captar de forma adecuada el sonido producido por el bombo, se elegira un microfono dinamico, y que aguante bien niveles de presion altos. La colocacion del mismo variara dependiendo del parche resonador, es decir, del parche que no se golpea. En el caso de la actual bater a, el parche resonador no contiene agujero, por lo que se colocara el microfono separado unos 5cm del parche trasero, enfocado directamente hacia el mismo. En nuestro caso hemos elegido el *Sennheiser e902* (Figura 15: Microfono *Sennheiser e902*), un microfono dinamico, de patron polar super-cardioide (casi todo el sonido que recoge lo capta desde la parte frontal de la capsula) (Figura 16: Patron polar). Su rango de actuacion esta entre los 40 y los 10000 Hz, suficiente para abastecer el rango de frecuencias que produce el bombo. La longitud del cable con el que conectemos el microfono del bombo al cajet n sera de tres metros.



Figura 15: Microfono *Sennheiser e902*

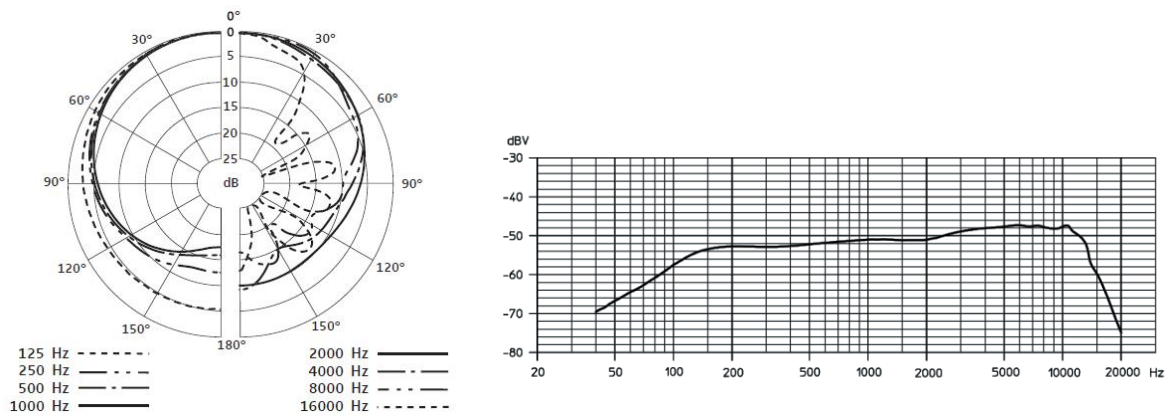


Figura 16: Patron polar y respuesta en frecuencia

CAJA

Se trata de un instrumento que, al igual que el bombo, produce un sonido con tonalidad indeterminada. Dependiendo de la caja, esta produce una frecuencia predominante que puede llegar a ser interpretada como un tono determinado, aunque en el caso de esta en concreto no existe un rango de frecuencias predominante, por lo que el tono es indeterminado. Por tanto, se necesitara un microfono versatil y de respuesta en frecuencia amplia. La colocacion del microfono se realizara mediante un soporte de pinza sobre la misma caja, de tal manera que el microfono apunte hacia el centro en un angulo aproximado de unos 45°. Se ha elegido el *Shure Beta 56A*, un microfono dinamico, con una respuesta en frecuencia que se extiende desde los 50 hasta los 16000 Hz, y super-cardioide. La eleccion de un microfono con este patron polar se ha basado teniendo en cuenta que los sonidos que provengan de la parte trasera del microfono (como el sonido de los *toms*, el del *charles* o el de los platos situados arriba) sean minimizados. La longitud del cable con el que se conecte el microfono de la caja al cajet n sera de tres metros.



Figura 17: Microfono *Shure Beta 56A*

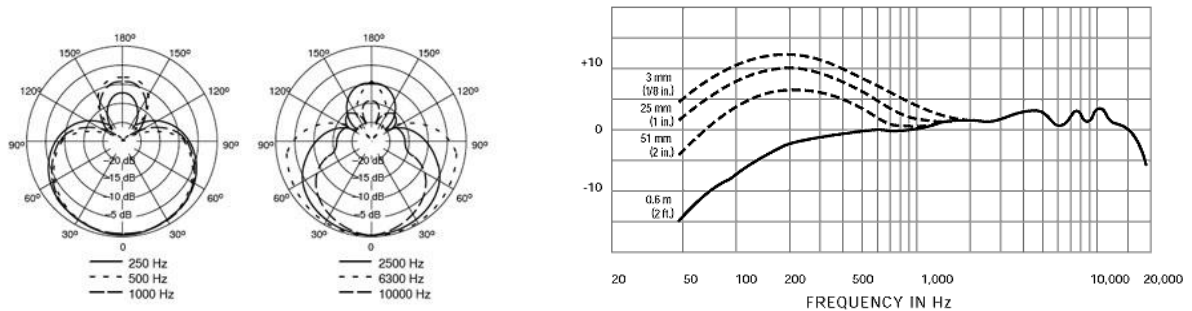


Figura 18: Patron polar y respuesta en frecuencia

Por otro lado, y dado que si se sonoriza la caja con un solo microfono, se pierde el sonido de la bordonera (situada en el parche inferior). As pues, se situara un microfono debajo de la caja, enfocando directamente al parche inferior. Para este caso se utilizara un microfono dinamico, no haciendo falta que sea super-cardioide dado que no va a tener ningun instrumento de la bater a por la parte trasera o lateral que interceda en gran medida en el sonido captado. Para este caso se optara por el probablemente mas utilizado para captar el sonido de las cajas, el *Shure SM 57* (Figura 19). Su patron polar es cardioide, y el rango de frecuencias de captacion var a entre los 40 hasta los 15000 Hz. El cable, en este caso, tambien sera de tres metros.



Figura 19: Microfono *Shure SM 57*

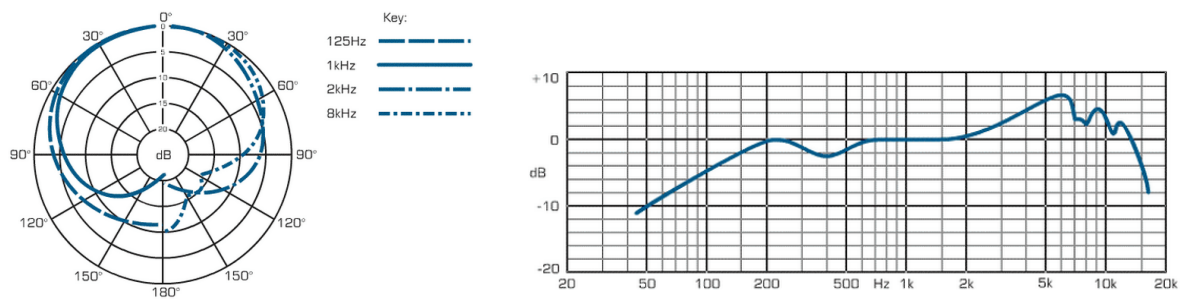


Figura 20: Patron polar y respuesta en frecuencia

CHARLES

Se trata de un instrumento formado por dos platos situados uno encima del otro, de una dimension de 14". Puede considerarse que produce un sonido mas bien de altas frecuencias, con una fuerte componente frecuencial en armonicos, siendo los mas identificativos de este instrumento el rango entre los 15000 y los 17000 Hz. Su frecuencia fundamental suele estar entre los 300 y los 600 Hz. Para el caso del *charles* se optara por un microfono de condensador, de membrana pequena, y de patron polar cardioide, por la misma razon que el microfono del parche inferior de la caja. Este tipo de microfono va a captar perfectamente tanto las frecuencias fundamentales del *charles*, as como la riqueza de armonicos que lo caracteriza. Para este caso concreto, se ha elegido el *Shure SM 94* (Figura 21: Microfono *Shure SM 94*), un modelo con una respuesta en frecuencia bastante plana, que capta perfectamente desde los 200 hasta los 17000 Hz. La longitud del cable con el que se conectara el microfono del *charles* al cajet n sera de tres metros.



Figura 21: Microfono *Shure SM 94*

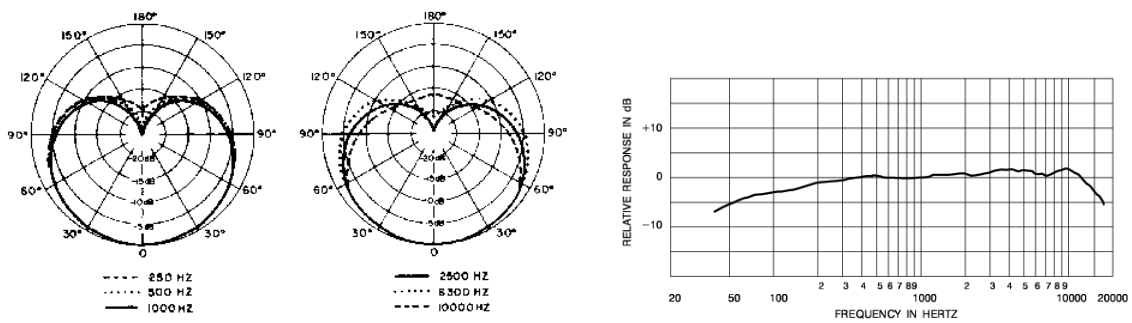


Figura 22: Patron polar y respuesta en frecuencia

TOM AEREO

Se trata de un instrumento de sonido determinado, con una frecuencia fundamental muy marcada y mas bien pobre en armonicos. Igual que el bombo y la caja, suele tener dos parches, el golpeador y el resonador (superior e inferior, respectivamente). En la distribucion de bater a se cuenta con 2 *toms*. Este en concreto es el agudo (o el aereo, dado que se coloca sobre el bombo, y no apoyado en el suelo). Podr a hablarse durante paginas de las frecuencias que producen los *toms*, dado que estas dependen directamente del material de que esten fabricados, y del tipo de parches que use el propio baterista, pero habitualmente la frecuencia fundamental suele estar entre los 200 y los 400 Hz, y suelen tener los armonicos mas agudos sobre los 10000 Hz. Para la captacion del sonido del *tom* aereo hara falta un microfono dinamico que capte perfectamente el rango de frecuencias comprendido entre los 150 y los 12000 Hz, con un patron polar cardioide. Para ahorrarnse pies de micro, se ha elegido un enganche del tipo pinza para su colocacion, dejando un poco mas libre la parte delantera de la bater a, y facilitando en gran medida su posicionamiento y direccionamiento. El microfono que se utilizara para el *tom* aereo es el *ATM25* de *Audio Technica* (Figura 23), al cual se le acoplara una pinza (de la misma marca; exactamente el modelo *Audio Technica AT 8665*, como la que se muestra en la Figura 24, para poder acoplarlo al aro del *tom*. Igual que para los micros anteriores, la longitud del cable con el que se conectara el microfono del bombo al cajet n sera de tres metros.



Figura 23: Microfono *Audio Technica ATM25*



Figura 24: Pinza *Audio Technica AT 8665*

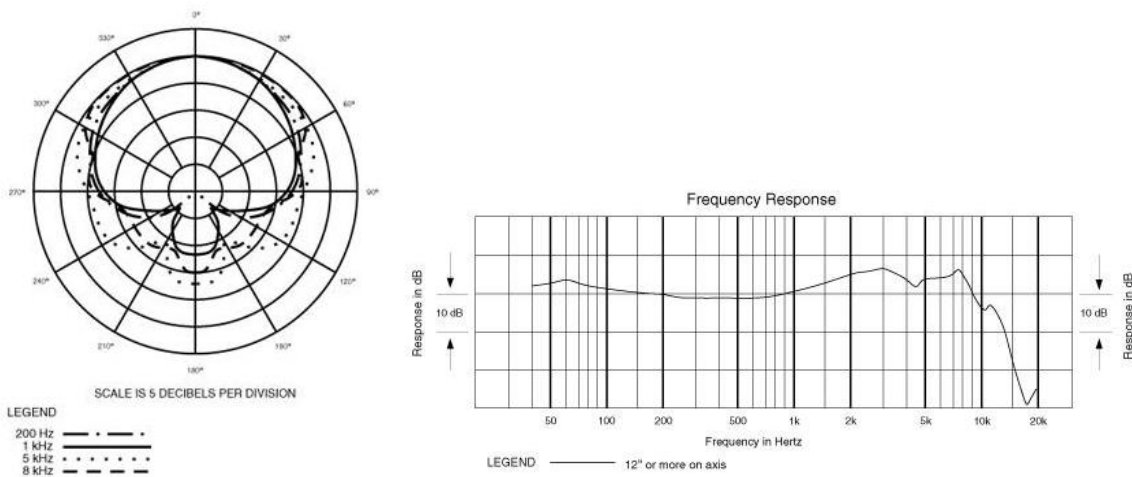


Figura 25: Patron polar y respuesta en frecuencia

TOM BASE

La arquitectura del *tom* base es la misma que la del *tom* aereo, pero en este caso se trata de un instrumento de dimensiones superiores. El sonido que produce el *tom* base, aunque mas grave, tambien es de tono determinado. Al tratarse de un *tom*, se sigue teniendo un nivel de armonicos relativamente bajo. Los toms base suelen ser capaces de generar frecuencias a partir de 80 Hz., aunque no suele ser habitual que la afinacion sea tan grave. Para el caso del *tom* se necesitara un microfono dinamico, que capte bien las

frecuencias graves, y sin que haga falta que tenga una respuesta plana a partir de los 10000 Hz. Si bien es cierto que en muchos casos el microfono utilizado para el *tom* aereo y el base no es el mismo, en el presente caso, y dado que queremos un sonido uniforme de la bater a, el microfono elegido va a ser el mismo, el *ATM25* de *Audio Technica*, colocado tambien con pinza. En este caso, y dado que el *tom* base esta un poco mas separado del cajet n, la longitud de cable sera de cinco metros.

OVER-HEAD O PLATOS

Esta toma microfonica es una toma aerea para captar el sonido de los platos. Se divide en dos: aereo izquierdo (OHL) y aereo derecho (OHR). Junto con el *charles*, los platos son los instrumentos mas agudos de la bater a. Sus frecuencias suelen estar comprendidas entre los 300 y los 19000 Hz. Al igual que para el caso del *charles*, se prefieren microfones de condensador, aunque en este caso de membrana grande. La respuesta en frecuencia ha de ser lo mas plana posible en los rangos agudos, y dado que lo mas probable sea que un microfono tenga que captar el sonido producido por mas de un plato, la mejor opcion es que el patron polar del mismo sea cardioide. El modelo *214* de *AKG* (Figura 26) sera la mejor opcion de entre los microfones de su gama. La colocacion de los mismos va a depender de las dimensiones de la bater a, aunque en este caso, el baterista suele disponer los platos mas bien bajos. As pues, y al tratarse de un directo, se colocaran los microfono a unos 30 cm del instrumento. Puede adelantarse que en la parte derecha de la bater a desde la perspectiva del tecnico de sonorizacion (OHR) el baterista dispone de un solo plato. En ese caso se colocara el microfono apuntando hacia la parte media del plato, desde la parte de afuera. En el caso del OHL, el baterista dispone de dos platos. En contraposicion al caso del OHR habra que colocar el microfono en la parte divisoria entre los dos platos, tambien arriba. Para el caso de los OH, las longitudes de los cables seran de cinco metros tambien, dado que son microfones que se colocan en partes mas bien altas, y requieren de una tirada algo mas larga de cable.



Figura 26: Microfono *AKG214*

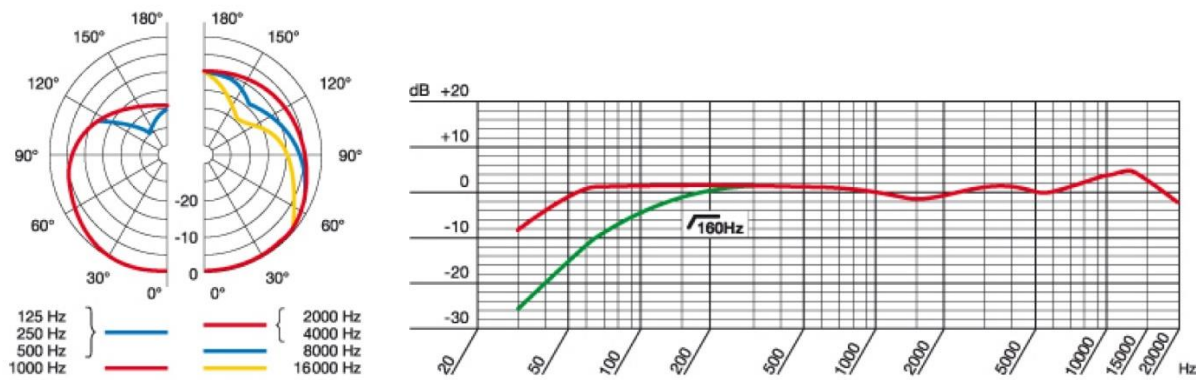


Figura 27: Patron polar y respuesta en frecuencia

MICROFONIA PARA AMPLIFICADORES DE INSTRUMENTOS

AMPLIFICADORES DE GUITARRA

Los amplificadores de las guitarras electricas constituyen el 50% del instrumento (obviamente, el otro 50% es la guitarra en s), puesto que una guitarra electrica sin amplificar no produce practicamente ningun sonido. El funcionamiento en s es simple: se trata de un instrumento con un cabezal que contiene la entrada de audio (en nuestro caso, el sonido producido por la guitarra electrica) y los controles de sonido (los basicos son ganancia y ecualizacion, aunque casi todos los modelos suelen incorporar un modulo de efectos y saturacion), y por otra parte una pantalla principal formada por uno o mas altavoces que reproducen el sonido que procesa el cabezal. El rango de frecuencias que emite depende tanto de la guitarra como del proceso interno que haga el cabezal, as que el microfono por el que se opte tendra que responder a un rango de frecuencias grande, aunque sobre todo tendra que captar perfectamente el rango de frecuencias medias. Ademas, los amplificadores tienen la capacidad de producir un alto volumen de sonido, as que la eleccion del microfono tendra que pasar por ser de bobina movil, y que sea capaz de aguantar niveles de presion sonora bastante altos. Teniendo en cuenta estas necesidades, el modelo *SM57* de *SHURE* se adapta perfectamente (Figura 28). La tirada de cable en este caso debera ser de cinco metros para el guitarrista principal, dado que va a tener su amplificador detras de el mismo, y de 15 metros para el otro amplificador, puesto que ira ubicado al otro lado del escenario (a la izquierda de la bater a).



Figura 28: Microfono *Shure SM57*

MICROFONIA PARA VOCES

La voz es un instrumento muy versátil y variado. Dependiendo del cantante, se van a captar un rango de frecuencias u otro, aunque normalmente esto no afecta en un directo dado que los microfonos que se usan para captar las voces suelen tener un rango de frecuencias de actuacion tal que pueden captar perfectamente desde la voz mas grave hasta las componentes armonicas mas agudas. La voz se mueve entre los 80 y los 12000 Hz, pero dado que todas las voces que tenemos en el grupo son masculinas, la frecuencia maxima no sobrepasara los 10000 Hz. Mas adelante se justificara la eleccion de los microfonos en base a estos requisitos.

Paralelamente, y por lo que a la parte tecnica corresponde, se debera tener en cuenta que van a haber cuatro microfonos para los musicos. Puesto que el escenario no sobrepasa los 9 metros de ancho, ser a conveniente que los cables de los microfonos no fuesen de una longitud inferior a 15 metros.

Ahora s , se va a detallar la microfonia para las voces, distinguiendo entre la voz del cantante y la de los coristas, simplemente por una cuestion de estetica sonora.

CANTANTE PRINCIPAL

En el caso del cantante se tiene una voz mas bien grave, aunque bastante rica en armonicos. Para la captacion de la voz se necesitara un microfono versatil, no muy duro, y cuyo patron polar sea cardioide. Para las voces se requiere este tipo de patron polar dado que la fuente sonora no es estable. El cantante se va a mover dentro del espacio de captacion, acercandose y alejandose alternativamente, y variando el angulo de emision de la voz hacia el microfono. Para no acabar en estereotipos microfonicos de voz, se ha por el *SHURE SM 7B* (Figura 29), un microfono de patron polar cardioide, como se muestra en la Figura 30, con maximo angulo de captacion en la parte frontal, pero cuyo nivel de captacion es practicamente el mismo si se incide de lado. La respuesta en frecuencia es practicamente lineal desde los 120 hasta los 4000Hz., no teniendo una respuesta tan plana a partir de esta frecuencia. Aun as , hasta los 11000Hz se mantiene dentro de un rango aceptable de captacion (entre +3dB de diferencia), siendo este un rasgo caracter stico del presente microfono, y que posteriormente agradeceremos dado que provee a la voz de una riqueza sonora caracter stica en frecuencias sibilantes (las frecuencias que se encuentran entre los 7500 y los 10000Hz).



Figura 29: Microfono *Shure SM7B*

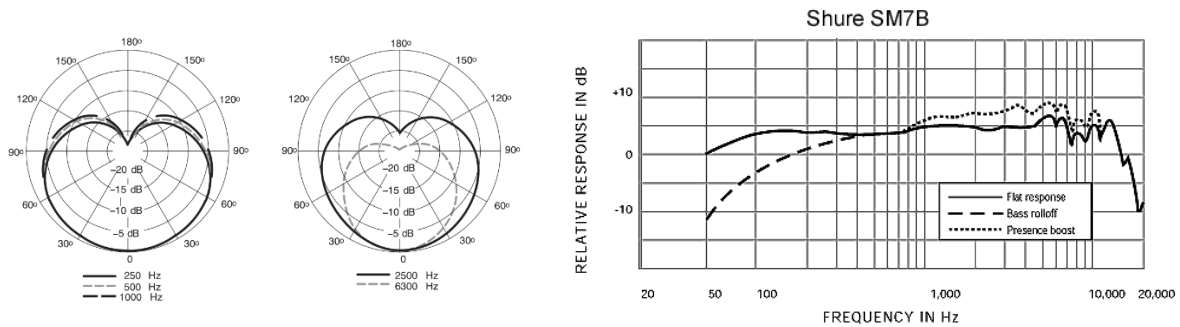


Figura 30: Patron polar y respuesta en frecuencia

En cuestiones técnicas cabe tener en cuenta la longitud del cable. Su posición es central en el escenario, y este no mide más de 12m de ancho, por lo que se dispondrá de un cable de 10m para tener de sobra.

COROS

Los coros son voces de refuerzo para la melodía principal. Normalmente no tienen una importancia de primer plano sonora, sino más bien de segundo, aunque con alguna excepción. Para el caso de los coros, y dado que se prefiere una homogeneidad sonora, se utilizará el mismo tipo de micrófono para todos los músicos que lo requieran. Así pues, y en cuanto a características propias del micrófono, se tendrá que elegir un micrófono cuya respuesta en frecuencia cubra completamente el rango vocal, y preferiblemente de bobina móvil (más comúnmente llamados "dinámicos"). Por su parte, un patrón polar cardioide será el idóneo para la captación de las voces, como pasa en la mayoría de los casos en los que se sonoriza la voz de cualquier músico en un directo. En este caso se ha optado por el que probablemente sea el micrófono de voces más utilizado en directos, el *SHURE SM58* (Figura 31), cuyas características cumplen perfectamente con los requisitos que hemos establecido anteriormente: patrón polar cardioide y respuesta en frecuencia entre 50 y 15000 Hz según el fabricante. En la Figura 32 se puede ver su gráfica de respuesta en frecuencia y su rango de captación en el diagrama de respuesta polar.

Dependiendo de la posición del músico, la distancia entre el micrófono y el *Stage Box* va a ser variable, así que para no tener problemas de longitud en el cable, se tendrán disponibles tres cables de 15 metros de longitud.



Figura 31: Micrófono *Shure SM58*

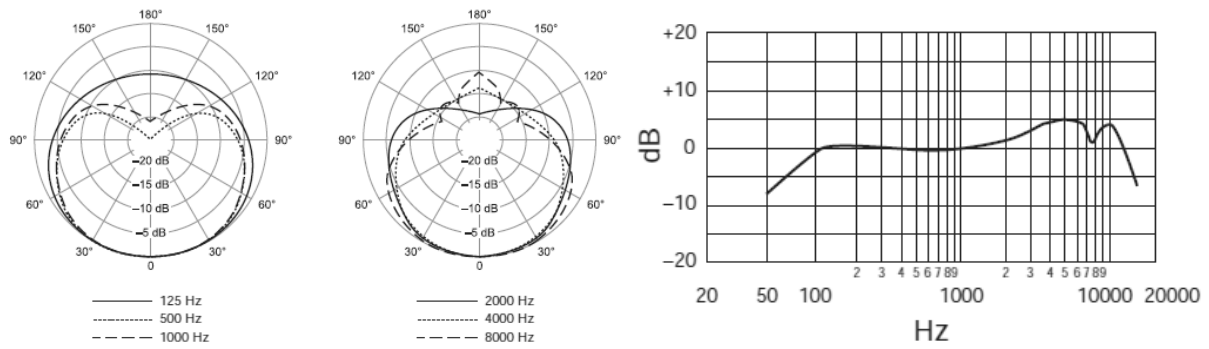


Figura 32: Patron polar y respuesta en frecuencia

MICROFONIA PARA PERCUSIONES LIGERAS

Se consideran percusiones ligeras instrumentos como la pandereta o el *shaker* (ver Figura 11). Las necesidades microfónicas para este tipo de instrumentos son bastante simples: cardioide, capaz de captar frecuencias entre los 200 y los 12000 Hz, y dinámico. El *Sennheiser MD-421 II* (Figura 33) cumple con estas características, aparte de ser un microfono mas bien duro que aguanta niveles de presion bastante elevados, as que se eligira para captar el sonido de la pandereta y el *shaker*.

La posicion del musico que va a utilizar estos recursos esta cerca del *Stage Box* (el musico estara colocado en la parte frontal, al lado derecho). As pues, se tendra suficiente con 10 metros de cable.



Figura 33: Microfono *Sennheiser MD421*

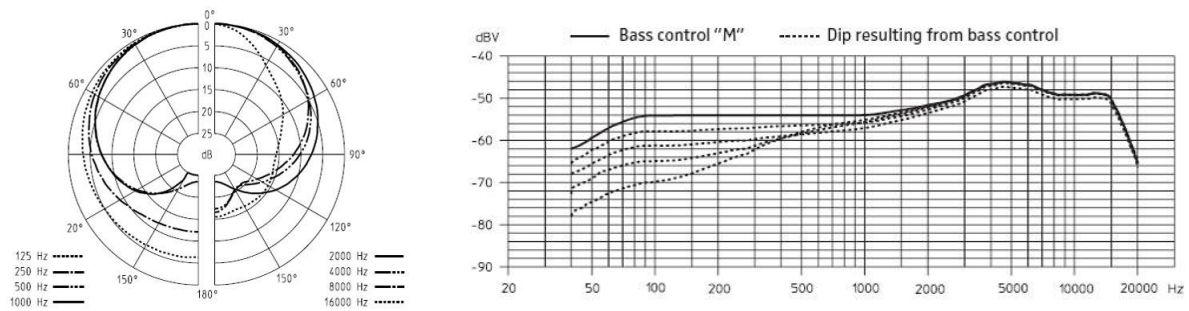


Figura 34: Patron polar y respuesta en frecuencia

MICROFONIA PARA EL PUBLICO

No se puede olvidar que, a efectos posteriores en la postproduccion del concierto, la reaccion del publico es clave en la creacion del ambiente del propio concierto. As pues, para el caso de los microfonos llamados de ambiente, se va a escoger algun modelo dinamico, preferiblemente supercardioide dado que estos microfonos van a estar colocados en la zona frontal del escenario, enfocando hacia el publico, y solamente interesa que capten senal de la zona frontal. Igualmente, y dado que no se trata de captar un sonido concreto, se puede despreciar el hecho de que no capten sonido de manera lateral. El *Sennheiser MD-441U* (Figura 35) cumple con estas caracter sticas. A parte de ser un microfono direccional, tiene una respuesta en frecuencia (entre 30 y 20000 Hz segun el fabricante) que no tiene nada que envidiar a cualquier microfono de condensador de gama media. De esta manera, queda cubierta la necesidad de que el publico asistente quede grabado.

Para el caso de los microfonos del publico se va a necesitar una tirada larga de cable. Se requeriran pues dos cable XLR-XLR de 15m para tal fin.



Figura 35: Microfono *Sennheiser MD441U*

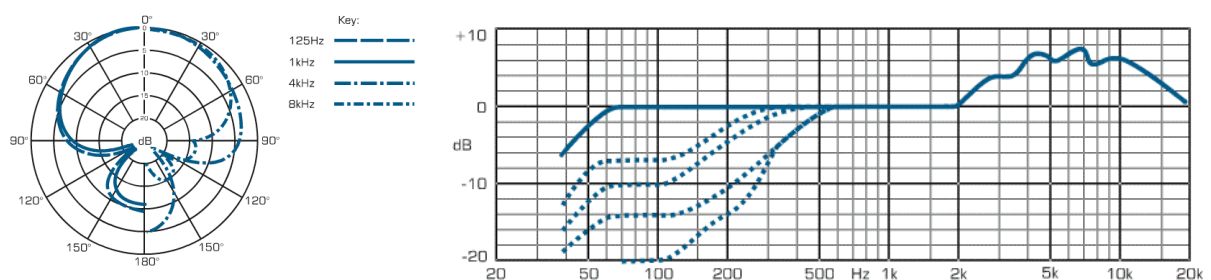


Figura 36: Patron polar y respuesta en frecuencia

SONORIZACION MEDIANTE ADAPTACION DE IMPEDANCIAS

En el caso de las fuentes que requieren caja de inyeccion, se va a escoger cada *DI* para que tenga una entrada de senal que se adapte a la impedancia caracteristica de salida del instrumento. A continuacion se detalla la eleccion de cada una de las *DI*'s.

GUITARRA ACUSTICA

He aqu el caso de un instrumento que utiliza una pastilla interna, con un amplificador previo a la salida de audio (o tambien llamado simplemente *previo*) (Figura 37) que ya realiza una adaptacion de impedancias, reduciendo en bastante medida la impedancia de salida de la guitarra. Aun as , el nivel de senal electrica que llega a la mesa de mezclas para una tirada de cable larga queda lejos incluso de los estandares de voltaje de una senal de microfono (sobre los 30 milivoltios, o mV). As pues, y teniendo en cuenta los dos tipos de cajas de inyeccion que se pueden elegir (activa o pasiva), se debera utilizar algun modelo de *DI* activa que permita aumentar la ganancia con la que la senal va a llegar a la mesa de mezclas.

Teniendo en cuenta las especificaciones anteriores, se contara con un modelo *Radial Pro48 Active Direct Box*, una caja de inyeccion disenada a proposito para guitarras acusticas (Figura 38). Cumple perfectamente con los requisitos que se requieren de una *DI* para guitarra acustica, aparte de ofrecer un atenuador para cuando la senal de salida tenga un nivel demasiado alto. La alimentacion para dicha caja de inyeccion se ofrecera directamente desde la mesa de mezclas, aplicando la alimentacion fantasma al canal al que se conecte la guitarra acustica.

Finalmente, y sin olvidar el cableado, la conexion entre la guitarra y la caja se realizara mediante un cable Jack-Jack mono de 3m, y para la conexion entre la *DI* y el *Stage Box* se utilizara un cable XLR-XLR de 10m.



Figura 37: Pastilla-previo de guitarra acustica



Figura 38: Caja de Inyeccion Radial Pro48 Active Direct Box

BAJO

El amplificador de bajo esta formado por los mismos elementos que el de guitarra: cabezal y pantalla, pero la gran diferencia reside en que debe ser capaz de reproducir frecuencias muy graves. As pues, lo que realmente diferencia una pantalla de bajo a una de guitarra es que los imanes y las bobinas de los altavoces son relativamente mas grandes.

El problema de realizar la sonorizacion del bajo mediante microfono del amplificador se halla en la diferencia abismal entre las propiedades sonoras del altavoz que proporciona la salida de audio del amplificador, y el sistema de altavoces de P.A. Teniendo esto en cuenta, el tratamiento de la senal para su difusion por los altavoces principales sera mucho mas facil realizarlo con una senal que provenga directamente del bajo, sin tener que realizar dicho microfono.

As pues, para sonorizar un amplificador de bajo se realizara tambien mediante adaptacion de impedancias. El bajista tendra que conectar la salida del bajo a la caja de inyeccion, y de aqu se obtendra la senal que se transporte al Stage Box. Para el caso del amplificador de bajo debera usarse una longitud de cable de 15 metros. Opcionalmente (aunque la historia asevera que lo hara) el bajista podra conectar a la salida *link* de la DI un cable y llevarlo a su amplificador, para su propia pre-escucha.

La caja de inyeccion con la que se realizara la adaptacion sera la Radial Engineering JDI.



Figura 39: Caja de Inyeccion Radial Engineering JDI

VIOLIN

La sonorización del violín acústico se llevará a cabo con una pastilla piezoeléctrica, de material cerámico. Las pastillas de este tipo están formadas por un material que se deforma con la vibración (o técnicamente, la tensión mecánica) que genera el instrumento. La polarización de la masa de la pastilla se ve alterada por la vibración, en este caso del violín, produciéndose un movimiento en las cargas eléctricas internas que se ve reflejado en las superficies del material como una variación en el potencial eléctrico. Esta diferencia de potencial genera una tensión alterna, que no es otra que la señal acústica del instrumento transformada en señal eléctrica.

El modelo de pastilla del que dispone el músico para la sonorización del violín es la *Fishman V-200* (Figura 40).

Esta pastilla, de alta fidelidad al sonido generado por el instrumento, tiene una impedancia de salida extremadamente elevada (del orden de $1M\Omega$), por lo que se tendrá que contar con la ayuda de una *DI* activa que este fabricada teniendo en cuenta dicho elevado nivel de impedancia. El modelo *Stage Bug SB-4* de la marca *Radial* (Figura 41) está diseñado y fabricado (como la propia casa indica) específicamente para señales que provienen de transductores piezoeléctricos como nuestra pastilla.

La pastilla se conectará a la *DI* mediante un cable no muy común (Jack 3.5 - Jack 6.5). Siguiendo el orden de conexiones, y dado que el violinista se encuentra a la derecha del escenario si se observa de manera frontal, estará separado no más de 5 metros del *Stage Box*, así que con un cable de micrófono (XLR-XLR) de 10 metros se cubrirá la distancia de manera suficiente para conectar la salida balanceada de la caja de inyección a la caja de escenario.



Figura 40: Microfono piezoeléctrico *Fishman V200*



Figura 41: Caja de Inyeccion *Radial Stage Bug SB-4 Direct* Boxteclado

El teclado que se va a utilizar tiene dos salidas de 1 nea (para proveer a la mezcla final de una senal estereo) (Figura 42). As que simplemente se debera utilizar una caja de inyeccion que elegiremos con 2 entradas y salidas en la misma caja. Dado que la salida del teclado ya tiene nivel de 1 nea, la *DI* se preferira pasiva, y servira sobre todo para balancear la senal y eliminar los posibles ruidos que vaya sufriendo durante su transporte por el cable hasta las mesas de mezclas.

Concretamente la *Palmer PLI-04* (Figura 43) resulta muy adecuada para la funcion que va a realizar. Es una caja de inyeccion pasiva, por lo que no requiere de alimentacion externa, y tiene 2 entradas de audio, cuya salida, en conector XLR al igual que la totalidad de las cajas de inyeccion, esta balanceada.

El teclado va a ir situado en la parte mas alejada de la mesa de mezclas de monitores. As pues, aunque los dos cables Jack-Jack que se van a necesitar para conectar el teclado a la *DI* no es necesario que sobrepasen los 2 metros, puesto que la *DI* va a ir colocada justo en el suelo, delante o al lado del teclado, s que se necesitara una tirada grande de cable para la interconexion entre la caja y el Stage Box. As pues, se utilizaran dos cables XLR-XLR de 15 metros.



Figura 42: Salida estereo (L/R) del teclado



Figura 43: Caja de Inyeccion *Palmer PLI-04*

El apartado anterior puede quedar resumido en la tabla siguiente.

INSTRUMENTO	SONORIZACION	TIPO DE CABLE	LONGITUD
Bombo	Sennheiser e902	XLR macho - XLR hembra	3m
Caja	Shure Beta 56a	XLR macho - XLR hembra	3m
Bordonera	Shure SM57	XLR macho - XLR hembra	3m
Charles	Shure SM94	XLR macho - XLR hembra	3m
Tom Aereo	Audio Technica ATM25	XLR macho - XLR hembra	5m
Tom Base	Audio Technica ATM25	XLR macho - XLR hembra	5m
Aereo Izquierdo	AKG 214	XLR macho - XLR hembra	5m
Aereo Derecho	AKG 214	XLR macho - XLR hembra	5m
Bajo	Shure Beta 52	XLR macho - XLR hembra	15m
Guitarra Acustica	Salida Guitarra Acustica	JACK macho 6,5 - JACK macho 6,5	3m
	Radial Pro Active 48 DI	XLR macho - XLR hembra	10m
Guitarra Electrica I	Shure SM57	XLR macho - XLR hembra	5m
Teclado L	Salida L Teclado	JACK macho 6,5 - JACK macho 6,5	2m
	Palmer PL-04 DI	XLR macho - XLR hembra	15m
Teclado R	Salida R Teclado	JACK macho 6,5 - JACK macho 6,5	2m
	Palmer PL-04 DI	XLR macho - XLR hembra	15m
Viol n	Fishman V-200	JACK macho 3,5 - JACK macho 6,5	10m
	Radial StageBug SB- 4 DI	XLR macho - XLR hembra	10m
Guitarra Electrica II	Shure SM57	XLR macho - XLR hembra	15m
Percusiones ligeras	Sennheiser MD-421 II	XLR macho - XLR hembra	10m
Voz principal	Shure SM7B	XLR macho - XLR hembra	10m
Coro I	Shure SM58	XLR macho - XLR hembra	15m
Coro II	Shure SM58	XLR macho - XLR hembra	15m
Coro III	Shure SM58	XLR macho - XLR hembra	15m
Ambiente Publico I	Sennheiser MD-441	XLR macho - XLR hembra	15m
Ambiente Publico II	Sennheiser MD-441	XLR macho - XLR hembra	15m

Tabla 1. Toma de sonido y cableado utilizado para cada fuente sonora

ENVIO DE LA SENAL HACIA LAS DOS ZONAS DE CONTROL

STAGE BOX

Una vez se ha captado la senal de cada instrumento, cada una de estas va a ser transportada a un *Stage Box*. El *Stage Box* sera el encargado de llevar las senales de audio que provienen de todas las fuentes sonoras a los dos sistemas de audio principales: monitores y P.A. En el se pueden diferenciar dos zonas:

- Un panel principal de entradas y salidas de audio. Por una parte se encuentran las entradas, a las cuales van a ir conectadas todas las senales de audio que provengan de la zona del escenario. Y por otra parte las salidas, que seran las que se utilizaran mas adelante para alimentar los monitores y los altavoces principales. En este caso, para la sonorizacion de la totalidad de fuentes sonoras de *LHDT* se van a utilizar un maximo de 20 canales (que mas adelante se detallaran) mas 2 para la captacion del sonido del publico, un canal para el microfono del control de monitores, un canal para el microfono del control de P.A., seis senales auxiliares para monitores, dos senales para los *Sidefills*, y las dos senales L y R de la P.A. Por lo tanto, se debera contar con un *Stage Box* que disponga de un m nimo de 24 entradas y 10 salidas.
- Zona de *Splitter*: debera estar equipada con dos conectores *Harting* de 108 pines (macho). Estos dos conectores seran los encargados de llevar cada una de las senales de entrada a la zona tecnica de monitoreo y a la zona tecnica de P.A. Con este sistema se conseguira obtener dos salidas por cada entrada de sonido, pudiendose dirigir as todas las senales del escenario a los dos sistemas de control de sonido.

Un *Stage Box* de 32 entradas y 8 salidas (Figura 44), utilizando dos de las entradas como salidas sera suficiente para el presente montaje. Mas adelante se justificara esta decision.



Figura 44: *Stage Box*

DISTRIBUCION DE CANALES EN EL *STAGE BOX*

En el *Stage Box* se conectaran todas las fuentes sonoras. La distribucion que se realice en el *Stage Box* servira luego para conectar en el mismo orden todas las fuentes sonoras tanto en la mesa de monitores como en la mesa de mezclas de P.A. Se hara como se muestra en la Tabla 2. Asignacion de entradas en el *Stage Box*

CANAL EN EL STAGE BOX	SEÑAL
1	Bombo
2	Caja
3	Bordonera
4	Charles
5	Tom Aereo
6	Tom Base
7	Aereo Izquierdo
8	Aereo Derecho
9	Bajo
10	Guitarra Acustica
11	Guitarra Electrica I
12	Teclado L
13	Teclado R
14	Viol n
15	Guitarra Electrica II
16	Percusiones ligeras
17	Voz principal
18	Coro I
19	Coro II
20	Coro III
21	Ambiente Publico I
22	Ambiente Publico II

Tabla 2. Asignacion de entradas en el *Stage Box*

TRANSPORTE DE SEÑALES

Para el transporte de las señales desde el *Splitter* del *Stage Box* hasta las mesas de mezclas de las dos zonas de control se van a necesitar dos mangueras de conectores *Harting de 108 pines* (hembra), y dos mangueras con conector *Harting de 108 pines* macho por un lado y, como mínimo, un *pulpo* de 40 conectores XLR por el otro lado (Figura 45).



Figura 45: *Harting macho - 40 XLR*

El primero de los conectores *harting* del *Stage Box* se utilizara para transportar las senales hasta la mesa de monitores. Para este caso en concreto, y puesto que el *Stage Box* estara colocado justo al lado de la mesa de mezclas, no sera necesaria una tirada larga de manguera. Se contara, pues, con una de 5 metros (Figura 46).



Figura 46: Harting hembra-hembra 5 metros

Se conectara un extremo de la manguera al *Stage Box*, y al otro extremo uno de los dos pulpos de los que se dispone.

Para el caso del transporte de las senales al control de P.A. sera necesario una manguera mas larga, puesto que el control de P.A. se va a ubicar fuera del escenario. Puede adelantarse que se va a tener que utilizar una manguera de 30 metros para llegar hasta la mesa de P.A., mas el ya nombrado pulpo de conexiones *Harting macho - XLR* (Figura 47). La conexion sera identica a la expuesta para el caso de monitores.



Figura 47: Harting hembra-hembra 30 metros

Por otra parte, y teniendo en cuenta que todos los conectores *XLR* de los pulpos van numerados, se iran insertando a las entradas de micro de las mesas de mezclas dichos conectores siguiendo el mismo orden en el que se reanizara para conectar las fuentes sonoras al *Stage Box*. Un ejemplo claro: la guitarra acustica ira conectada a la entrada numero 10 de la caja de escenario. As pues, al otro extremo de la manguera donde estara el pulpo, se debera conectar el *XLR* numerado con el 10 en el decimo canal de la mesa de mezclas (tanto en la mesa de monitores como en la de P.A.). De esta manera queda clara la ruta que sigue la senal de esta fuente sonora, y los tecnicos se aseguraran una rapida localizacion de cualquier posible incidencia en la recepcion de la misma.

SENALES DE COMUNICACION ENTRE ZONAS DE CONTROL

En este punto cabe hacer un parentesis para exponer una situacion que se va a dar a la hora de distribuir los canales en el *Stage Box* y en las mesas de mezclas.

Aprovechando que se tienen canales de entrada de sobra, tanto en la caja de escenario como en las dos mesas de mezclas, se van a incorporar a la distribucion de canales un par de ellos mas. Estos dos canales iran dedicados a la comunicacion interna entre las dos zonas de control (monitores y P.A.), y a su vez estas dos con los musicos, de tal manera que se establezca una comunicacion directa a tres bandas: musicos - tecnico de monitores - tecnico de P.A.

La manera mas sencilla es conectando los microfonos de las zonas de control directamente al *Stage Box*, pero esto resulta imposible al menos para el microfono del control de P.A. Existe una solucion mucho mas sencilla, y no es otra que aprovechar los canales libres del *Stage Box* y, por lo tanto, de los pulpos de conexion.

As pues, se conectara al otro extremo del cable del microfono de control un adaptador *XLR hembra - XLR hembra* (Figura 48) para poder atacar a uno de los conectores *XLR macho* del pulpo.



Figura 48: Adaptador *XLR hembra - XLR hembra*

Para el caso, se conectara el microfono del control de monitores al conector numero 25 del *pulpo* de monitores, y el del control de P.A. al 26 del respectivo *pulpo*. Entonces, lo que se tendra seran dos canales del *Stage Box* con dos senales salientes en los canales 25 y 26 (de conectores *XLR hembra*). Pero es necesario que estas senales lleguen a los puestos de control contrarios. Utilizando como latiguillos dos cables *XLR macho - XLR macho* (de una medida aproximada de unos 30cm) (Figura 49), se conectara la salida de estos dos microfonos a dos canales libres del *Stage Box* (puente desde el canal 25 al 23, y desde el 26 al 24).



Figura 49: Latiguillo *XLR macho - XLR macho*

De esta manera se conseguiran dos nuevas senales de entrada en la caja de escenario que podran ser repartidas a las zonas de control mediante el *Splitter*, como si fuesen dos fuentes sonoras provenientes del escenario, y

por lo tanto permitir la comunicacion directa entre las tres zonas que se han nombrado con anterioridad.

El modelo de microfono que se ha elegido para este cometido es el *Shure SM58* con interruptor (Figura 50), importante para mantener el microfono inactivo mientras no se este utilizando.



Figura 50: Microfono *Shure SM58* con interruptor

A la distribucion de senales de la zona de conexiones de nuestro *Stage Box* se deber an anadir, por lo tanto, las cuatro que se indican en la tabla siguiente.

CANAL EN EL STAGE BOX	SENAL
23	Control de P.A.
24	Control de Monitores
25	Salida senal microfono control de P.A.
26	Salida senal microfono control de Monitores

Tabla 3. Asignacion de canales en el *Stage Box* para la intercomunicacion

P.A. (PUBLIC ADRESS)

Se denomina P.A. al sistema que obtiene y controla el sonido que se emite hacia el publico. Este sistema esta formado por dos equipos principales e incuestionablemente necesarios: la mesa de mezclas y el conjunto de altavoces. Pero para conseguir una correcta conformacion del sonido es necesario disponer de procesadores de audio que ayuden al tratamiento de la senal en sus distintas posibilidades. Mas adelante se detallaran todos estos procesos y equipos pero, por el momento, se va a proseguir con la dinamica que se esta siguiendo en este trabajo, recorriendo la senal desde que se introduce en el primer elemento de la cadena del sistema de P.A., la mesa de mezclas, hasta que la senal se reproduce por los altavoces, ultimo elemento del sistema.

UBICACION

La ubicacion del control de sonido va a tener como premisa situarse en un lugar en el que la recepcion del sonido sea optima. Para ello se debe tener en cuenta la finalidad del concierto, que no es otra que tratar de que

el sonido llegue al publico en las mejores condiciones posibles atendiendo a tres parametros principales: volumen, respuesta en frecuencia y fase.

La primera de estas premisas que se va a tener en cuenta es la fase. En puntos anteriores se ha hablado de que las lineas balanceadas trabajan con dos senales: la que produce el microfono, y la misma con la fase contraria. Al llegar a la mesa de mezclas estas dos senales se suman, lo que produce la eliminacion de ruido. Se observa aqu una semejanza con las dos senales que emiten los altavoces de la P.A. La diferencia radica en que una vez la senal es emitida, si la fase de un lado es contraria a la del otro lado, cuando el oyente ejecuta la suma de las senales se eliminan frecuencias como si no se hubiesen emitido en ningun momento. Por ello el control de sonido se colocara centrado respecto al escenario. De esta manera queda establecido que la distancia entre las dos vas de altavoces y el tecnico de sonido es la misma y se podra controlar que no existan cancelaciones frecuenciales debido a un mal planteamiento de la mezcla o de la posicion de la microfono.

En el caso del volumen, la posicion del control para una buena regulacion de este ha de ser una posicion neutral. Es decir, si se coloca el control muy cerca del escenario, el volumen sera solamente optimo para los primeros metros de la zona del publico, pero podra considerarse insuficiente para distancias mas lejanas. En el caso contrario, si se coloca el control de sonido muy alejado del escenario, se provocan dos problemas: por una parte, la sobrealimentacion de los altavoces para que el volumen de escucha en el control sea el adecuado, lo que provocara una potencia excesiva en los primeros metros de la zona de publico. Y por otra parte, un retardo en la escucha del sonido respecto al momento de su emision (debido a la velocidad del sonido), o tambien llamado *delay*. Las teor as mas extendidas hablan de que la mejor colocacion del control de sonido es separado del escenario la misma distancia que la longitud entre los altavoces izquierdo y derecho, pero en nuestro caso la distancia entre las dos vas no es muy grande, as que se permitira retrasar algo mas la mesa de mezclas, hasta una distancia que podra variar entre los 12 y los 24 metros.

Fernando Diaz, experimentado ingeniero de sonido reconocido a nivel internacional, habla sobre la posicion de la mesa de mezclas en una de sus conferencias en la Universidad de Ciencias de Ourense. Concretamente dice que *"a partir de los 22-23 metros empieza a notarse un retardo desde el sonido original hasta la mesa"*. As pues, considerando estos dos factores, y atendiendo tambien a la experiencia de tecnicos experimentados, se puede determinar que la mejor posicion del control de sonido es centrado respecto al escenario, y a una distancia de separacion del mismo de entre 16 y 20 metros.

EQUIPO TECNICO

MESA DE MEZCLAS

Es el primero de los equipos en el que se van a introducir las senales. La mesa de mezclas esta dividida en dos zonas de control. Por un lado se encuentra la zona de los canales, que reciben y tratan individualmente todas las fuentes sonoras que intervienen en el espectaculo, y que ademas tienen la funcion de procesarlas, regular el volumen al que van a ser reproducidas, e integrarlas en una sola senal (estereo) para que pueda ser emitida por el sistema de altavoces. Y por otra parte se encuentra la zona de control principal, que es desde donde se controla de manera global la suma total de las senales que provienen de cada uno de los canales.

Al control de la mesa de mezclas de P.A. se encuentra el tecnico de sonido, cuya funcion no es otra que conseguir una buena conformacion y mezcla de todas estas senales individuales para que la mezcla final de sonido salga por los altavoces de manera correcta, tanto tecnica como art sticamente.

Generalmente una mesa de mezclas esta dividida en varias partes: entradas de senal (y regulacion inicial), ecualizacion, redireccion, asignacion y volumen. Se detallan a continuacion estas partes, concretando finalmente segun las necesidades del grupo musical en el que se basa este trabajo para, finalmente, escoger una mesa de mezclas que se adapte a las necesidades del mismo.

Entradas de senal

Lo primero que necesita una mesa de mezclas son entradas de senal, que no son mas que conectores de audio (por lo general *XLR hembra* para senales de microfono, o *Jack hembra* para senales de linea) que reciben las senales del pulpo de conexiones que viene del *Stage Box*, y introducen en la mesa de mezclas. Todas las mesas vienen provistas de un control de ganancia de entrada (previo a cualquier proceso) que regula cual va a ser el nivel de senal del que vamos a disponer, para su proceso, en el canal.

Paralelamente a la entrada de senal se dispone tambien de otros conectores de los que se puede hacer uso para cada canal. Estos son el conector de inserto, o *Insert*, cuya funcion es poder tratar la senal desde uno o varios procesadores externos a la mesa. Cabe destacar que la ruta que sigue la senal es de ida y vuelta, esto es, la senal sale de la mesa para ser procesada, pero vuelve a ella para poder ser sumada a las demas en la mezcla final. Electronicamente hablando, el inserto suele estar ubicado despues de la ganancia, y antes de cualquier otra seccion de la mesa de mezclas.

Por ultimo, las mesas suelen disponer tambien de un tipo de conector llamado comunmente *Direct Out*. Al contrario que el inserto, la senal que sale por *Direct Out* no regresa, solamente es de salida. Su aplicacion se vera mas adelante, pero en resumidas cuentas se trata de un env o de senal, copia de la senal de entrada, de tal manera que se pueda llevar esta senal a un procesador externo sin que haga falta retornarla.

Ecualizacion

Siguiendo el recorrido que realiza la senal por el interior de la mesa se llega a la zona de ecualizacion. La ecualizacion es un conjunto de filtros que altera el contenido de frecuencias de la senal en diferentes bandas, de manera que pueda tratarse por separado cada una de estas bandas aplicandoles ganancia o atenuacion. Los ecualizadores se diferencian por las caracter sticas que permiten variar, en este caso cuatro: el numero de filtros del que dispone, el rango de ganancia o atenuacion que nos permite aplicar, el ancho de banda de actuacion, y la frecuencia de actuacion (fija o variable).

En el presente sistema de audio existen:

- Ecualizadores de frecuencia fija, que no permiten variar la frecuencia en la que se actua. Solamente permiten aumentar o reducir ganancia a una serie de frecuencias dadas. Los hay desde 2 bandas hasta de 32. En el montaje se contara con la ayuda de ecualizadores de 32 bandas para el procesado de la senal master.
- Ecualizadores de frecuencia variable, que permiten variar la frecuencia de actuacion. Los hay de distintos tipos:
 - Semiparametricos, que permiten variar la frecuencia y la ganancia del filtro.

- Parametricos, que ademas de poder variar la frecuencia y la ganancia, tambien permiten variar el ancho de banda de actuacion del filtro, o factor Q.

En el caso de este trabajo se utilizaran los ecualizadores de frecuencia variable en las mesas de mezclas de monitores y P.A.

Zona de env os

En las mesas de mezclas se cuenta con una zona de redireccionamiento de la senal, cuya actuacion es paralela al camino que sigue la senal dentro del canal, teniendo en cuenta que los procesos anteriores (ganancia y ecualizacion) s que afectan a la senal que se env a. Se trata senales auxiliares. Con este tipo de env os se puede hacer llegar la senal a un procesador externo (procesadores de efectos o procesadores de dinamica generalmente), y volver a llevar la senal, una vez procesada, a la mesa. Esta puede ser introducida tanto en otro canal, para tratarla como si de una fuente sonora original se tratase, como en alguno de los conectores disenados a proposito para el retorno de las senales procesadas. Las mesas de mezclas, dependiendo del modelo, suelen disponer de uno o varios env os auxiliares.

Para la regulacion del nivel de senal con el que se alimenta la salida auxiliar se cuenta con dos zonas de regulacion: una en el canal, cuya unica senal que regula es la del propio canal, y otro en la zona de control principal, que regula el nivel de senal que se env a a la salida f sica del env o. Puesto que todos los canales tienen env os auxiliares, una misma salida auxiliar podra estar compuesta por la suma de distintas senales de varios de los canales de la mesa. Esto es importante para la seccion de monitoraje.

Asignacion

La asignacion que sufre una senal no es mas que el camino que se le indica a dicha senal por el interior de la mesa de mezclas, una vez ya ha pasado por la zona de regulacion (ganancia), ecualizacion, y redireccionamiento, con la finalidad de poder realizar otro posible tratamiento. Por lo general suelen ser varias las senales que reciben una misma asignacion con el proposito de agruparlas y tratarlas en conjunto.

En la zona de asignacion existen varias posibilidades de encaminamiento de la senal. Por un lado se puede optar por la opcion de agrupar canales en los llamados *subgrupos*. Se define *subgrupo* como una suma de varias senales, y sirve para controlar todas ellas a la vez mediante un solo regulador (por lo general un *fader*). Para ello se cuenta en cada canal de la mesa de mezclas con unos interruptores que permiten dirigir la senal hacia varios lugares (*L-R*, o subgrupos). En el caso de querer agrupar un numero de canales concretos en un subgrupo bastara con pulsar el interruptor del numero de subgrupo que se elija para tal fin, teniendo en cuenta que el interruptor de direccionamiento hacia *L-R* tendra que estar desactivado. Si se realiza este proceso para la bater a, podra controlarse con un solo *fader* el volumen de toda la bater a, cuyo tratamiento sera como si de un solo instrumento se tratase. Por otro lado se dispone del boton de silencio, o *mute*, cuyo accionamiento permite silenciar por completo el canal, por lo que la senal no saldra de este. Y por ultimo, se dispone del potenciometro de lateralidad, o *PAN*, cuya aplicacion es direccionar la senal hacia un costado u otro en la mezcla estereo final (al lado L o al R).

Volumen

La asignacion de volumen se realiza mediante potenciometros lineales, o tambien llamados *faders*. Estos *faders* funcionan mediante regulacion

exponencial. Sus valores parten desde el infinito negativo, y se extienden hasta los 10dB generalmente. Cada canal de la mesa dispone de su propio *fader* para regular el nivel de señal que se desea enviar a cualquiera de las asignaciones previamente detalladas, subgrupo o Master. Igualmente, estos dos ultimos tambien disponen de *faders* que regulan el nivel de señal de trabajo.

Una vez vistos los elementos que conforman una mesa de mezclas, ha de tenerse en cuenta que el modelo que se requiere en este trabajo ha de cumplir con los requisitos que vengán impuestos desde el escenario, cubriendo todas y cada una de las necesidades que para el caso hagan falta. As pues, y teniendo en cuenta que el total de fuentes sonoras es de 26, serán necesarios al menos este número de canales, con sus pertinentes conectores de inserto. En cuanto a ecualización, se ha comentado en el propio apartado que una ecualización paramétrica es suficiente para el directo, as que sera este, como m nimo, el tipo de ecualización que se requiera en la mesa.

El modelo de mesa de mezclas elegido para el control de P.A. en el presente trabajo es el *Yamaha PM5D* (Figura 51), un controlador digital de alta gama que ofrece un rango de posibilidades que se adapta perfectamente a los requisitos establecidos. Cuenta con un total de 48 entradas microfonicas y 24 opciones de redireccionamiento y asignacion, entre otras muchas opciones de tratamiento para la señal.



Figura 51: Mesa de mezclas de P.A. *Yamaha PM5D*

PROCESADORES

En este apartado se va a proceder a exponer los diferentes tipos de procesadores que se van a utilizar para tratar las diferentes fuentes sonoras a trabajar. Puesto que los parametros especificos que se le aplicaran a cada fuente sonora se detallaran en el tercer punto de este trabajo, a continuacion solamente se va a definir la ruta que va a seguir la señal de cada canal.

Para algunos casos, se ha contado con la ayuda de los procesadores internos de la misma mesa de mezclas. Esto se aclarara en el punto en el que se detalle cada procesador.

Igualmente se establece que el orden en el que se expongan los distintos procesadores sera el orden de actuacion en el proceso de tratamiento de la señal. As mismo, se precisa que los procesadores estaran conectados en cascada.

Puerta de ruido

Se trata de un procesador que actúa en la dinámica de la señal. En el caso concreto de las puertas de ruido se trata de un expansor llevado al extremo. Esto es, modifica los niveles de volumen más bajos de la señal, llevándolos al mínimo (o menos infinito), con lo que la señal que se consigue es una señal limpia, si posibles ruidos de fondo, muchas veces imperceptibles al oído pero que embarullan la señal.

Las señales más susceptibles de ruido son el bombo, la caja y los *toms*. Como puede observarse todos estos instrumentos pertenecen a la batería. Al tratarse de un conjunto de instrumentos muy cercanos, la microfonía que se usa para captar las diferentes fuentes sonoras no recoge solamente el instrumento al que se apunta, sino también instrumentos cercanos a este. Así pues, con el uso de las puertas de ruido se consigue eliminar niveles de señal bajos, que normalmente contienen componentes sonoras de otros instrumentos que no son los que se desea captar, limpiando la señal.

En el caso de las puertas de ruido se va a utilizar un procesador externo a la mesa, analógico (no transforma la señal a digital para tratarla, sino que el tratamiento que realiza es sobre la propia señal analógica captada). El modelo *Drawmer DS201* (Figura 52) contiene dos puertas de ruido independientes en un mismo procesador. Puesto que se necesitan cuatro puertas de ruido (bombo, caja, tom aéreo y tom base), van a ser necesarias dos unidades *Drawmer DS201*, conectando el bombo al canal 1 de la primera unidad, la caja al segundo canal de la primera unidad, y los toms a la segunda unidad (el aéreo al canal 1 y el base al canal 2).



Figura 52: Puertas de ruido *Drawmer DS201*

Como la mesa de mezclas que se va a utilizar dispone de salidas *Jack* para la conexión de insertos, y la entrada de señal al procesador se realiza mediante conectores *XLR*, se van a necesitar 4 cables *Jack macho - XLR macho* (un cable por cada inserto: bombo, caja, tom aéreo y tom base) para el transporte de la señal desde la mesa hasta el procesador.

Compresor

Es el otro tipo de procesador de dinámica que se va a utilizar. Su funcionamiento es el contrario al de un expansor. Actúa en los niveles altos de señal, atenuando estos para que la señal quede un poco más uniforme, sin picos de nivel.

Para el caso que se presenta, se van a utilizar compresores en la totalidad de las fuentes sonoras que provienen del escenario, aunque en este caso se habrá que distinguir entre señales cuya compresión se va a aplicar mediante un procesador físico, externo a la mesa, y las señales a las que se les va a aplicar una compresión desde los efectos de dinámica que la propia mesa de mezclas dispone. Así pues, se dispondrá de siete módulos de compresión externos, que serán utilizados para el bombo, la caja, el bajo y las cuatro voces. Estos siete módulos se agruparán de tal manera que faciliten el trabajo del especialista, y adaptándose a las necesidades técnicas. Así pues, se instalará un compresor de dos canales para el bombo y el bajo (canal 1 y 2 respectivamente), dos compresores de un solo canal para la caja y la voz del

cantante principal, y un compresor de cuatro canales para el resto de voces. Se indican a continuación marcas y modelos de los mismos.

- Compresor bombo y bajo: *Rupert Neve Designs Portico 5043*



Figura 53: Compresor *Rupert Neve Designs Portico 5043*

- Compresor caja: *Chandler Limited Germanium Compressor 19"*



Figura 54: Compresor *Chandler Limited Germanium Compressor 19"*

- Compresor voz principal: *Empirical Labs Distressor*



Figura 55: Compresor *Empirical Labs Distressor*

- Compresor coros: *Klark Teknik DN 540 Quad Compressor*



Figura 56: Compresor *Klark Teknik DN 540 Quad Compressor*

En los cuatro casos, el conector *IN* de los procesadores es un *XLR hembra*, y el conector de salida es *XLR macho*, por lo que el cable que llegue debiera ser un *XLR macho* para su conexión, y el cable de salida de audio debiera disponer de un conector *XLR hembra* en el extremo que se vaya a conectar al procesador.

Por su parte, se utilizaran modulos de compresion digital provenientes de la mesa de mezclas para los siguientes grupos de instrumentos:

- **MIX 1:** Bater a (bombo, caja, bordonera, *charles*, *tom* aereo, *tom* base, aereo izquierdo y aereo derecho)
- Guitarra acustica (inserto digital en el propio canal)
- Guitarra electrica principal (inserto digital en el propio canal)
- Guitarra electrica secundaria (inserto digital en el propio canal)
- **MIX 3:** Teclado (senales L y R)
- Viol n (inserto digital en el propio canal)
- Percusiones ligeras (inserto digital en el propio canal)

De esta manera, todas las fuentes sonoras quedan comprimidas.

Delay

El *delay* es un proceso con el cual se consigue, mediante un retardo de la senal original, una segunda senal igual que la primera, pero emitida posteriormente. Este efecto suele usarse sobre todo en voces y en instrumentos de viento o cuerda. En este caso se le aplicara el efecto de *delay* a la guitarra electrica y el viol n, y en cuanto a voces se usara tambien en todas ellas, tanto en la voz principal como en los coros. Para el caso se van a necesitar 6 unidades del modelo *Line 6 Echo Pro* (Figura 57), un *delay* de rack con multiples funciones y tipos de retardo que permiten una amplia versatilidad en el tratamiento de la senal.



Figura 57: Delay *Line 6 Echo Pro*

Igual que en los casos anteriores, la entrada y salida de audio se realizan mediante conectores *XLR hembra* y *XLR macho* respectivamente. Se tendra que tener esto en cuenta a la hora de la conexion.

Reverberacion

Se considera reverberacion al conjunto de reflexiones que sufre la senal en diferentes superficies y que provoca la permanencia temporal del sonido en el recinto acustico. La reverberacion, si es tratada de manera consciente y adaptandose a las necesidades, dota a la fuente sonora a la que se le aplica de un plus de profundidad. Para el presente trabajo se ha considerado necesario la utilizacion de un modulo de reverberacion externa solamente para la voz, y de sendos modulos de efectos (entre los que se incluye reverberacion) para el resto de senales que lo requieren, como son la guitarra acustica, el viol n y los coros. En concreto se han escogido los modelos *TC Electronic Reverb 4000* (Figura 58) para la voz y el multiefectos *Lexicon MX400 XL* (Figura 59) para el resto, haciendo falta cinco unidades de este ultimo.



Figura 58: Reverberacion *TC Electronic Reverb 4000*



Figura 59: Multiefectos *Lexicon MX400 XL*

Los procesadores siguen el estandar de conexiones que se ha ido observando en los procesadores anteriores, con lo cual los cables que se utilicen habran de adecuarse a los requisitos del procesador.

Paralelamente a las reverbs externas, se utilizara tambien reverberacion digital de la propia mesa en el **MIX 2** para la bater a (no incluyendo el bombo en este grupo reverberado), en las percusiones ligeras, y en el **MIX 3** (teclado).

Con esto se concluye la explicacion de los procesadores que van a ser necesarios para el tratamiento de las senales individuales. A continuacion se expondran los procesos que sufre la senal una vez ha salido por las salidas L y R del *Master*, y los procesadores que van a ser necesarios hasta que la senal vuelve a llegar al *Stage Box* para su redireccion final hacia el sistema de altavoces situados en el escenario.

Ecualizador de tercio de octava

El hecho de contar con un procesador que permita aplicar una ecualizacion a la salida *Master* de la mesa viene condicionado por la necesidad de optimizar la respuesta en frecuencia del sistema de P.A. Y aqu es donde entra en juego el tercer factor por el cual es importante el estudio y correcta ubicacion de la mesa de mezclas, y es que junto con el volumen de escucha y la fase del sistema tambien es de suma importancia obtener una respuesta en frecuencia natural y de calidad.

Para este caso, la utilizacion de un ecualizador grafico de 32 bandas de frecuencia independientes va a permitir tratar el espectro de audio mediante valores de tercio de octava. As pues se poseera un control bastante minucioso sobre el espectro en frecuencia de la senal, pudiendo dar ganancia o atenuar aquellas bandas que lo requieran para lograr un buen balance auditivo.

Se ha escogido el modelo *Klark Teknik DN360* (Figura 60), un ecualizador de gama alta que permite dos opciones de variacion de la ganancia por banda

de frecuencia, cubriendo un rango de 12dB's (6 de ganancia y 6 de atenuacion), o bien un rango de 24dB's (12 tanto de ganancia como de atenuacion), seleccionando la opcion deseada con un *switch*.

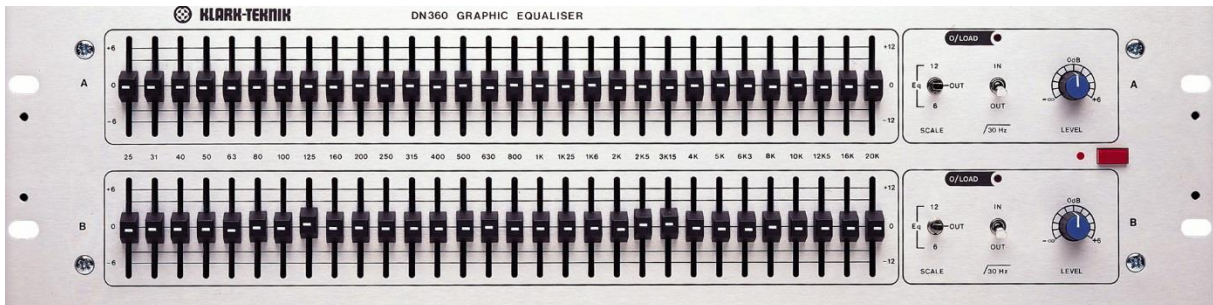


Figura 60: Ecualizador grafico de tercio de octava *Klark Teknik DN360*

En este caso el conector que administra las senales *Master* de la mesa de mezclas es un *XLR macho*, y los conectores de entrada del ecualizador son *XLR hembra*, as que se debera disponer de dos cables de tipo microfono de dos metros de longitud para establecer una correcta conexion.

Compresor multibanda

Su funcionamiento es similar al que se ha definido con anterioridad en el apartado de compresion, diferenciandose en que la senal es tratada dividiendola en bandas de frecuencia, y commprimiendo individualmente cada una de ellas. Esta division se realiza dependiendo del espectro en frecuencia obtenido una vez se ha realizado la mezcla final. Para ello se ha de observar detalladamente dicho espectro y seleccionar bien los puntos de corte, dado que una mala eleccion en la division de las bandas puede afectar desfavorablemente al resultado final de la mezcla.

Para la realizacion de la compresion multibanda se han de cuidar mucho los parametros que intervienen en el proceso. Su abuso afectara de tal manera a la senal que sera apreciada por la audiencia como irreal, cuando la naturalidad sonora es finalidad indiscutible en el evento que acontece.

Se requiere para este proceso una unidad de compresion multibanda con dos entradas de senal, una para cada salida *Master* estereo de la mesa (lado izquierdo y lado derecho del sistema de altavoces principales). La marca *Drawmer*, y en concreto su modelo *1973* (Figura 61), sera el procesador por el que se opte para la compresion por bandas de frecuencia de la mezcla final.



Figura 61: Compresor multibanda *Drawmer 1973*

Para la conexion entre el *Klark Teknik DN360* y el *Drawmer 1973* van a ser necesarios dos cables con conector *XLR hembra* en un extremo y *XLR macho* en el otro. Igualmente, la salida del compresor se realizara con conector *XLR hembra* en el cable pertinente.

Limitador

Para prevenir que picos accidentales en la señal *Master* lleguen a las etapas de potencia de los altavoces y puedan causar danos en estos se utilizan los limitadores de señal, que no son mas que compresores llevados al extremo, con ratios de compresion de a partir de 10:1 y valores de ataque por debajo de 1 milisegundo. Para tal cometido se utilizara un *Dbx 162SL Stereo Compressor/Limiter*.



Figura 62: Compresor Limitador *Dbx 162SL*

Las entradas de señal al limitador se realizaran mediante cables con conector *XLR macho*. A su vez, este es el ultimo procesador de señal que se interpone entre la salida *Master* de la mesa de mezclas y la manguera de conexiones que transportara la señal de vuelta hacia el escenario. Los conectores que monta la manguera para la conexion de senales de regreso hacia el *Stage Box* es *XLR hembra*, por lo que hara falta un cable de tipo micro para que la señal llegue desde el limitador a la manguera, conectando la hembra a la salida del limitador y el macho a la manguera.

MONITORIZACION

La monitorizacion en la zona de control es necesaria tanto para tener una segunda referencia del sonido que sale de la mesa de mezclas, como para mantener la comunicacion con la zona de control de monitores. As pues, se precisara de unos auriculares supraaurales, que dispongan de un buen aislamiento sonoro del exterior, y con un SPL elevado, para que al subir el volumen de los mismos, no saturen. Uno de los modelos mas utilizados es el *Sennheiser HD-26 Pro* (Figura 63), auriculares que a slan en gran medida del sonido exterior y que soportan perfectamente los altos niveles de presion, siendo esto necesario para que la escucha este por encima del nivel de señal que proviene del sistema principal de P.A.



Figura 63: Auriculares *Sennheiser HD-26 Pro*

CONTROL DE SONIDO. SINTESIS

En la Tabla 4 se resume el procesado y envíos de las fuentes sonoras que llegan a la mesa de mezclas de control de P.A.

Inserto analogico ●
 Inserto digital propio de la mesa de mezclas ○
 Envío x

CANAL	FUENTE	INSERTOS				ENVIOS			
		GATE	COMP.	DELAY	REVERB	MIX 1	MIX 2	MIX 3	L - R
1	Bombo	●	●			x			
2	Caja	●	●			x	x		
3	Bordonera					x	x		
4	Charles					x	x		
5	Tom A	●				x	x		
6	Tom B	●				x	x		
7	OHL					x	x		
8	OHR					x	x		
9	Bajo		●						x
10	G. Acust		○	●	●				x
11	G. Elect. 1		○						x
12	Teclado L		○					x	
13	Teclado R		○					x	
14	Viol n		○	●	●				x
15	G. Elect. 2		○						x
16	Percusion		○		○				x
17	Voz ppal.		●	●	●				x
18	Coro 1		●	●	●				x
19	Coro 2		●	●	●				x
20	Coro 3		●	●	●				x

MIX	FUENTE	INSERTOS		ENVIO A L - R
		COMPRESOR	REVERB.	
1	Compresion BATERIA	○		x
2	Reverberacion BATERIA		○	x
3	TECLADO	○	○	x

Tabla 4. Procesado y envíos en la mesa de control de P.A.

Puede observarse que los canales 21 y 22 no se conectan a la mesa de mezclas. Esto se debe a que son señales que recojen el sonido del público, y solamente tiene sentido conectarlas si van a ser procesadas de algún modo, pero no es el caso del control de P.A. Por lo tanto, estas señales no se conectarán a la mesa. Se ha de tener en cuenta también que al canal 24 de la mesa de mezclas llega la señal proveniente del micrófono del control de monitores. A esta señal no se le aplicará ningún tratamiento, y obviamente tampoco se le asignará ningún envío. Lo único que se tendrá en cuenta es que esta señal tendrá que estar permanentemente activa en los auriculares del técnico. Para ello se utilizará la salida PHONES de la misma mesa de mezclas.

En cuanto a cableado, se describe en la Tabla 5 la totalidad de unidades que son necesarias para la conexión de los equipos que se han expuesto con anterioridad.

Cable Jack macho - XLR macho Tipo 1

Cable XLR hembra - XLR macho Tipo 2

Cable XLR hembra - Jack macho Tipo 3

FUENTE	Nº DE PROCESADORES	TIPO 1 (2m)	TIPO 2 (50cm)	TIPO 3 (2m)
Bombo	2	1	1	1
Caja	2	1	1	1
Tom A.	1	1	0	1
Tom B.	1	1	0	1
Bajo	1	1	0	1
G. Acust.	2	1	1	1
Viol n	2	1	1	1
Voz Ppal	3	1	2	1
Coro 1	3	1	2	1
Coro 2	3	1	2	1
Coro 3	3	1	2	1
Nº TOTAL DE CABLES		11	12	12

Tabla 5. Cableado en la mesa de control de P.A.

La longitud de estos cables sera de 2 metros para los cables *Tipo 1* y *Tipo 3* puesto que han de transportar la senal desde la mesa de mezclas hasta los procesadores, y de 0,5m para los cables *Tipo 2*, cortos debido a la poca distancia entre los distintos aparatos.

El microfono que use el tecnico de P.A. para comunicarse con el tecnico de monitores contara con un cable *Tipo 2*, de 5m de longitud, puesto que debe permitir al tecnico moverse por el espacio de trabajo al mismo tiempo que se comunica. Como se ha visto antes, este cable ira conexionado al conector numero 25 del pulpo.

Y por ultimo, y en cuanto a la salida *Master* se refiere, haran falta cuatro cables *Tipo 2* de una longitud de 2 metros, y otros cuatro cables *Tipo 2* de 0,50m para llevar la senal de un procesador a otro. Los canales a los que se conectaran los cables que transportan la senal desde el limitador seran el 39, para el lado izquierdo (L) de la senal *Master*, y el 40 para el lado derecho (R).

CANAL EN EL STAGE BOX	SENAL
A7	Salida master L
A8	Salida master R

Tabla 6. Salidas master de la mesa de mezclas

SISTEMA DE ALTAVOCES

Una vez la senal master ha salido de la mesa de mezclas, hay que diferenciar entre *Canal L* y *Canal R* por dos razones. La primera de ellas viene dada por el hecho de que son senales distintas, con informacion sonora distinta dependiendo del panorama que se le haya aplicado a cada fuente sonora. Y la segunda parte de la premisa de que los procesos que a estas se les apliquen seran totalmente independientes.

INFORMACION TECNICA

Dos son los procesos que sufre la señal desde que sale del *Stage Box* hasta que es reproducida por los altavoces. Y el primero de ellos es la división en un número determinado de vías. Esta división se realiza para poder atacar al sistema de altavoces de la manera más eficiente posible.

División del espectro

Cuando se habla de tratar lo más eficientemente posible la señal significa repartir bien las partes del espectro frecuencial que se van a distribuir a cada subzona de emisión del sonido. Este es el cometido del *Crossover*, dividir una señal en varias, obteniendo por cada una de las entradas cierto número de salidas, según el equipo de reproducción.

Amplificación

El proceso de amplificación de la señal consiste en la aplicación de cierto nivel de tensión a las señales que provienen del procesador anterior (sea una mesa de mezclas, o el mismo *crossover* como en este caso) para adaptar la señal al nivel de potencia que exigen los altavoces.

Se debe distinguir entre señal de línea, y señal de carga. La señal de línea es toda aquella señal que no ha sido amplificada. La señal de carga es, obviamente, la que sí que ha sufrido esta amplificación. Puesto que los altavoces necesitan un nivel de tensión alto para su correcto funcionamiento, será necesario utilizar un nivel de señal de carga, puesto que el nivel de línea no cumple con los parámetros que requieren. Este cometido lo cumplen las etapas de amplificación.

CROSSOVER

Como se ha comentado, el *crossover* brinda varias señales de salida por cada señal de entrada. Se ha de tener en cuenta que el espectro frecuencial de la señal de entrada al divisor de frecuencia es completo (desde los 20 hasta los 20.000Hz). Una vez la señal ha sido dividida, las distintas señales contendrán solamente partes de este espectro frecuencial. Esta división vendrá dispuesta por el rango de frecuencias que reproduzca cada parte del sistema de altavoces. Para el caso, se dispondrá de un sistema que estará formado por 2 zonas de emisión de frecuencias medias y agudas (*line arrays* L y R), y 2 zonas de emisión de frecuencias graves (subgraves L y R).

Así pues, las características del *crossover* que se requiere para el tipo de sistema de emisión de sonido serán las siguientes:

- 2 entradas de señal (una para cada lado del escenario)
- Posibilidad de elección de la frecuencia de corte.

Los tipos de *crossover* que existen pueden ser modelos analógicos (cuyos parámetros se regulan desde el mismo procesador), pero también digitales, cuya regulación se realiza bien desde el mismo procesador, o bien mediante software.

Para el caso, se precisará de un *Nova HD 8000* (Figura 64), *crossover* digital e inalámbrico que permite un control total sobre la frecuencia de corte, permitiendo también cambios en la ganancia de salida de cada vía. Se trata de un procesador con 4 entradas y 8 salidas a organizar según las necesidades. En el caso de este trabajo, únicamente se utilizarán dos entradas y cuatro salidas.



Figura 64. Crossover Nova HD 8000

Se utilizaran dos cables *XLR hembra - XLR macho* para llevar la señal desde el *Stage Box* hasta el *crossover*. Puesto que se necesitaran dos salidas por cada señal de entrada, se utilizaran las salidas *OUTPUT 1* y *OUTPUT 2* para graves de la señal *L* y *R* respectivamente, y las salidas *OUTPUT 3* y *OUTPUT 4* para las señales medias-agudas de los mismos dos canales, llevando la señal con cuatro *XLR hembra - XLR macho* de 1 metro hasta las etapas de amplificación (colocadas en rack junto con el crossover).

AMPLIFICACION Y EMISION DEL SONIDO

Un buen sistema de P.A. es aquel que consigue que el sonido llegue por igual a toda la audiencia. Esto, objetivamente, es imposible. As pues, lo que quiere conseguir cualquier sistema es acercarse lo maximo posible a esta premisa. Para ello, anos y anos de estudio que han venido aplicandose durante ya hace bastante tiempo, concluyen que la separacion entre altavoces que reproduzcan diferentes rangos de frecuencias es productivo a la hora de cumplir con dicho requerimiento.

El presente trabajo ha querido adaptarse lo mas fielmente posible a la distribucion actual de sistemas de P.A., as que se ha escogido un sistema de sonido compuesto por dos tiras de altavoces dispuestas en *line arrays* (o *arreglo lineal* en castellano), para cada una de las señales master *L* y *R*, y los correspondientes altavoces de subgraves, que iran colocados en el suelo, en la parte frontal del escenario.

Existen multitud de fabricantes que disenar sistemas de sonido para P.A., pero para este caso se ha contado con la ayuda de una marca espanola,

de corta existencia pero cuyos diseños y producciones no tienen nada que envidiar a los grandes y conocidos sistemas de P.A.

Los diseños de *Maga Engineering* cumplen con creces los índices de calidad y rendimiento sonoro que se exigen para un concierto de las dimensiones que se requieren. En concreto, se ha escogido el sistema *Maga 8*, que cuenta con dos *line arrays* compuestos cada uno por satélites modelo *ME10V* (Figura 65), y subgraves modelo *ME218SND* (Figura 66).

Este sistema consta de 8 satélites por canal, de una potencia máxima SPL de 133dB por caja, una impedancia nominal de 16Ω , y una respuesta en frecuencia de entre 50 y 20000Hz. Encuanto a los subgraves, el sistema completo cuenta con 8 de ellos, cuatro para el lado izquierdo y cuatro para el derecho. Cada uno es de una potencia SPL de 139dB de pico, una impedancia nominal de 2Ω , y una respuesta en frecuencia de entre 30 y 200Hz. Con todo ello, se cuenta finalmente con un sistema de 30.000w, y de disposición volada.



Figura 65: Satélites *ME10V*



Figura 66: Subgraves *ME218SND*

Cabe destacar que la totalidad de los altavoces que conforman este sistema son pasivos, por lo que es necesario alimentarlos con etapas de potencia. El fabricante recomienda usar el modelo *PLM 10.000Q* de la marca *Lab Gruppen* (Figura 67). Esta etapa cuenta con un total de cuatro salidas, y ofrece 10.000w de potencia, aunque según la impedancia de los altavoces su rendimiento es máximo o disminuye. En el caso de los satélites de 16Ω, cada salida de la etapa alimentará a 4 de ellos, puenteándolos en paralelo, por lo que la impedancia nominal se transformará en 4Ω, y la potencia entregada a cada salida será de 2300w. En el caso de los subgraves la impedancia nominal es de 2Ω, y cada caja tendrá asignada su propia salida de etapa, por lo que la potencia entregada estará cerca de los 2400w por salida.



Figura 67: Etapa de Potencia *Labb Gruppen PLM 10000Q*

La distribución que realiza el fabricante para la conexión de los equipos parte del uso de una etapa de potencia para la totalidad de los satélites, y dos etapas de potencia para los subgraves. La conexión entre las etapas de potencia y los altavoces se realizará mediante *cable pelado*. El modelo de etapa de potencia que se indica arriba dispone de cuatro unidades de salida, y permite asignar a cada señal de entrada una o varias salidas desde el panel frontal.

La conexión entre las etapas de potencia y los altavoces pertinentes se realizará de la manera que sigue:

Etapa de potencia para altavoces satélite

Se utilizarán las cuatro salidas de la etapa destinada a alimentar las cajas de medios y agudos (Etapa 1), asignando las salidas 1 y 2 al lado izquierdo, y las salidas 3 y 4 al derecho. Si se numeran los satélites de cada *line array* de arriba a abajo, siendo el superior el número 1 y el inferior el 8, se conectará la salida 1 (CH1) de la etapa de potencia al satélite superior, el numerado como 1, y la salida 2 (CH2) al altavoz numerado como 5. Para el resto de altavoces se procederá a puentear la señal, del satélite 1 al 2, del 2 al 3 y del 3 al 4. Igualmente con los cuatro restantes: del 5 al 6, del 6 al 7 y del 7 al 8. Para el *line array* de la señal R se realizará la misma operación de puenteo, teniendo en cuenta que ahora son las salidas 3 (CH3) y 4 (CH4) de la etapa las que se conectan a los altavoces del lado derecho 1 y 5 respectivamente.

Etapas de potencia para altavoces subgraves

Para el caso de los graves, tanto una como otra etapa llevará señal a los subgraves de un lado y de otro de la P.A. De esta manera, si una etapa falla se continuará teniendo sonido a los dos lados del escenario. Por lo tanto, las señales de subgraves se conectarán desde el crossover a la Etapa 2, y de ahí se puentearán a la 3, teniendo entonces las mismas señales en las dos etapas.

Se enumeran a continuacion los subgraves como muestra la Figura 68, y posteriormente se indica el ruteo de la senal entre las etapas de potencia y los altavoces en la Tabla 7: Ruta de la senal entre amplificadores y altavoces de subgraves.

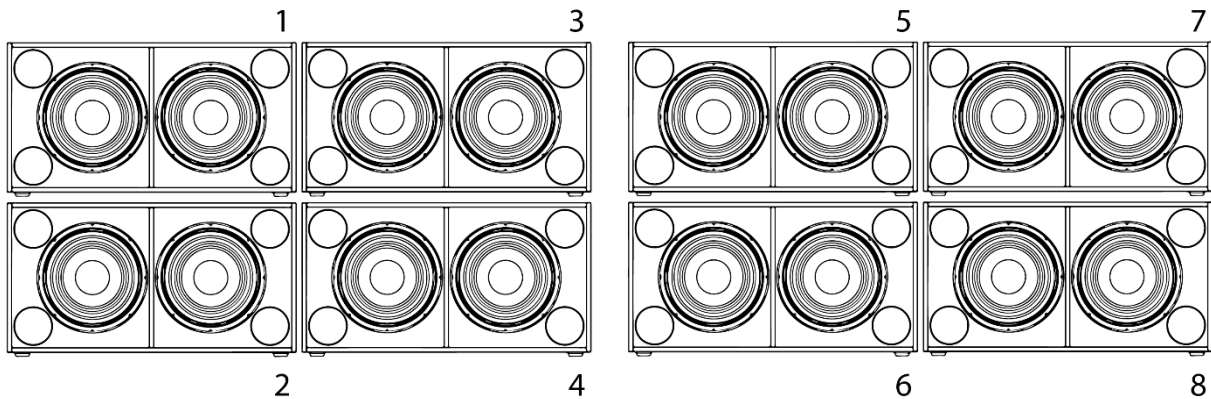


Figura 68: Distribucion de subgraves

	SALIDA	SUBGRAVE
Etapa 2 (subgraves)	CH 1	1
	CH 2	2
	CH 3	8
	CH 4	7
Etapa 3 (subgraves)	CH 1	3
	CH 2	4
	CH 3	6
	CH 4	5

Tabla 7: Ruta de la senal entre amplificadores y altavoces de subgraves

Tanto para la interconexion entre etapas de potencia y altavoces satelites y subgraves se dispondra de una bobina de cable de doble activo (Figura 69), y se realizara la conexion en el momento del montaje, cortando a medida cada cable. Para el caso del puenteo el sistema requiere cables *powercon* de 50 cm (Figura 70).



Figura 69: Cable para la conexion entre etapas y altavoces



Figura 70: Cable para el puenteo de altavoces

De esta manera queda descrita la totalidad del recorrido de la señal desde que llega a la mesa de mezclas hasta que es emitida por el sistema de altavoces de P.A.

MONITORES

La cobertura sonora que se ofrezca a los músicos va a ser clave para una buena ejecución instrumental del concierto. Los niveles de sonido que confluyen en el escenario son, en cualquier caso, extremadamente desproporcionados (vease la diferencia de nivel entre una batería y una voz). Si no existiese un sistema de monitoreo, con el sistema de P.A. en funcionamiento el nivel de sonido en el escenario sería tan elevado que los propios músicos no podrían escuchar ni siquiera su propio instrumento. De ahí que se haga necesario utilizar un sistema de altavoces en el escenario, direccionados a cada músico para que puedan escuchar aquello que está aconteciendo. Este sistema de altavoces será gestionado de manera paralela al de P.A. e irá destinado a cubrir las necesidades auditivas de cada uno de los músicos, según sus requerimientos.

El diseño de un buen sistema de monitoreo distribuye señales de referencia a los músicos en el escenario, haciendo posible la escucha de las distintas fuentes sonoras y del conjunto de estas en general. Es importante tener en cuenta que no todos los músicos coinciden en sus necesidades a la hora de tomar referencias auditivas para la ejecución de su instrumento. Obviamente todos van a querer escuchar su propio instrumento o instrumentos (ya sean vocales o no), pero el resto de fuentes sonoras que elijan escuchar como referencia van a ser bastante personales para cada uno de ellos.

El técnico de monitores va a ser el encargado de mezclar y obtener simultáneamente las diferentes mezclas que se precisan para la distribución que se plantea el presente trabajo. Esta labor no es para nada sencilla puesto que en la gran mayoría de ocasiones un músico no ejecuta de la misma manera una prueba de sonido que el posterior concierto. El técnico deberá, pues, prestar la máxima atención a todos los músicos y saber interpretar y ejecutar las demandas realizadas por los mismos.

El sistema de monitores que se expone a continuacion ha sido disenado teniendo en cuenta una doble finalidad. Por un lado, dotar individualmente a cada musico de una senal de referencia personal, y por otro lado disponer un sistema de altavoces general que de cobertura al conjunto del escenario.

CONSIDERACIONES INICIALES. REALIMENTACION ACUSTICA

En todo control de monitoraje se ha de tener muy en cuenta el fenomeno de la realimentacion acustica, o efecto Larsen (el conocido *acople* de sonido).

Este fenomeno aparece cuando el sonido emitido por un altavoz es captado por un microfono. Si continuamos con la cadena, el sonido captado por el microfono sera reproducido por el altavoz, y vuelta a empezar. Finalmente lo que se obtiene es un "pitido" continuo a una frecuencia pura concreta, la frecuencia mas debil, la que mas facilidad tiene para provocar este fenomeno.

Las razones por las cuales puede darse la realimentacion son varias:

- Corta distancia entre microfono y altavoz
- Excesiva ganancia en el microfono
- Volumen demasiado elevado en el monitor

Es pues que el tecnico debera estar atento a cualquier indicio de acople y tratarlo mediante el uso de un ecualizador grafico de 32 bandas, atenuando la banda de frecuencias en la cual se encuentre el acople.

El modus operandi para el tratamiento de los acoples sera prevenirlos desde un principio. As pues, el tecnico debera provocar el acople antes de la prueba de sonido, una vez ya esten todos los equipos conectados y en funcionamiento. Con los monitores y los microfones situados en su sitio, simplemente tendra que ir subiendo la ganancia del canal del microfono hasta que aparezca el acople. Una vez la realimentacion este presente, tendra que reconocer y atenuar el rango de frecuencias en el que se encuentre, para evitar desde un principio este efecto no deseado. Puesto que normalmente no es solamente una frecuencia la que tiene facilidad para acoplar, se seguira aumentando la ganancia hasta dar con las tres primeras frecuencias de acople. Una vez realizado el ajuste podra volverse a la situacion inicial y, ya con los musicos en el escenario, realizar las respectivas mezclas de sonido para cada uno de ellos.

UBICACION

Por lo general, el control de monitores se ubica a uno de los lados del escenario. El argumento basico que explica esta decision es fundamentalmente la facilidad de comunicacion que existe entre los musicos y el tecnico, dado el poco espacio que los separa.

As pues, se ubicara la mesa de mezclas y el conjunto de procesadores del control de monitores en el costado derecho del escenario.

EQUIPO TECNICO

El equipo tecnico de la zona de monitores se presenta algo mas basico que el del control de P.A., pero no por ello de menor calidad. Se ha de tener

en cuenta tambien que no se hace necesaria la utilizacion de todo el equipo de procesadores de P.A. puesto que lo importante no es que la calidad de audio sea perfecta (aunque claramente una buena calidad de audio tambien es importante), sino que el sistema en general tenga la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades de escucha individuales de cada musico, y la necesidad global del grupo.

MESA DE MEZCLAS

El objetivo principal de cualquier mesa de monitores es poder controlar todas y cada una de las mezclas necesarias para el escenario de manera independiente. Con esta premisa, se debera trabajar con una mesa de mezclas que acepte, al menos, la cantidad de fuentes sonoras que provengan del escenario (en este caso 20), las senales de los microfones que iran orientados a grabar el sonido del publico, y un canal mas para la senal que provenga del control de P.A., y que servira para la comunicacion entre zonas de control. Todo ello hace un total de 23 canales.

Al igual que en la mesa de P.A., en la de monitores se necesitara un modulo de ecualizacion parametrico por canal, puesto que la senal que se va a enviar a los musicos sera ecualizada por el tecnico.

Para finalizar con los requisitos, y teniendo en cuenta la cantidad de senales individuales necesarias, se contara con una mesa de mezclas cuyo numero de envios auxiliares no sea inferior a ocho, cubriendo as la totalidad de senales que se necesitan.

Para este cometido, se ha contado con la *Soundcraft GB8-32* (Figura 71), cuyos 32 canales de entrada, 8 subgrupos y 8 modulos auxiliares, cubre las necesidades indicadas con anterioridad.



Figura 71: Mesa de mezclas de monitores *Soundcraft GB8-32*

Se trata de una mesa de mezclas analogica que cuenta con un modulo de ecualizacion semiparametrico para medios-graves y medios-agudos (puede variarse la frecuencia de actuacion y la ganancia o atenuacion), y fijo para graves y agudos (en el que solamente se puede variar la ganancia). Como se ha comentado antes, la mesa de mezclas dispone de ocho envios auxiliares, cuyo uso ira destinado a alimentar los monitores de los musicos. Estos envios pueden ser *pre-fader* o *post-fader*, pero para el caso se utilizaran todos ellos en modo *pre-fader*. De esta el funcionamiento de los potenciometros

auxiliares sera independiente del nivel al que este colocado el *fader* del canal, y solamente dependeran de la ganancia de entrada.

A la zona de control llegara desde el Stage Box un pulpo de conexiones, cuya distribucion sera la misma que se haya utilizado en la mesa de mezclas de P.A. Una misma distribucion en la conexion de fuentes sonoras en las mesa de mezclas de P.A. y de monitores facilitara la comunicacion y entendimiento entre zonas de control, y una rapida actuacion frente a problemas. As pues, el esquema de conexion a la mesa de monitores desde el pulpo sera el que sigue.

CANAL EN EL STAGE BOX	SENAL
1	Bombo
2	Caja
3	Bordonera
4	Charles
5	Tom Aereo
6	Tom Base
7	Aereo Izquierdo
8	Aereo Derecho
9	Bajo
10	Guitarra Acustica
11	Guitarra Electrica I
12	Teclado L
13	Teclado R
14	Viol n
15	Guitarra Electrica II
16	Percusiones ligeras
17	Voz principal
18	Coro I
19	Coro II
20	Coro III
21	Ambiente Publico I
22	Ambiente Publico II
23	Tecnico P.A.

Tabla 8: Distribucion de canales en la mesa de mezclas de monitores

Como puede observarse, en la distribucion de canales s que aparecen reflejados los microfones de ambiente del publico. Mas adelante se detallara la razon de esta decision.

En cuanto a las salidas de senal, se utilizaran las salidas auxiliares de la mesa de mezclas, siendo la distribucion de salida la siguiente:

SALIDA DE LA MESA	SENAL
Aux 1	Cantante ppal.
Aux 2	Drumfill
Aux 3	Bajo
Aux 4	Teclado
Aux 5	Guitarra electrica
Aux 6	Viol n
GRP 1	Sidefill L
GRP 2	Sidefill R

Tabla 9: Distribucion de salidas de la mesa de mezclas segun senales de monitores

Se observa a continuacion la seccion de la mesa de mezclas que se va a utilizar para enviar la senal a los procesadores.

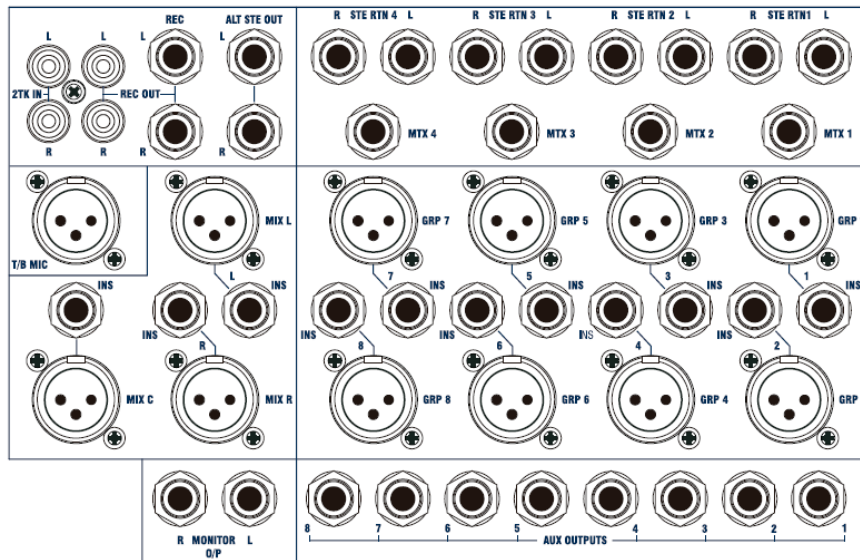


Figura 72: Seccion master de la mesa de monitores: Panel de conexiones traseras

El cableado que se utilizara para llevar la senal desde la mesa de mezclas hasta el *Stage Box* seran los propios conectores del *pulpo* de monitores, conectados a la mesa como sigue:

SALIDA DE LA MESA	CONECTOR EN EL PULPO	CANAL EN EL STAGE BOX	MONITOR
Aux 1	33	A1	Cantante ppal.
Aux 2	34	A2	Drumfill
Aux 3	35	A3	Bajo
Aux 4	36	A4	Teclados
Aux 5	37	A5	Guitarra electrica
Aux 6	38	A6	Viol n
GRP 1	31	31	Sidefill L
GRP 2	32	32	Sidefill R

Tabla 10: Ruteo y distribucion de las senales de monitores hasta la emision

Las salidas auxiliares 1-6 se utilizaran para enviar las senales a los monitores de los musicos, y los subgrupos 1 y 2 seran los que alimenten los *sidefills*. Utilizando los subgrupos para las senales sidefills el tecnico controla mediante faders estas senales, y mediante potenciometros las mezclas individuales de los musicos. De esta manera el trabajo es mucho mas sencillo.

Hay que tener en cuenta que las salidas de auxiliares se realizan mediante *Jack macho*. As pues, el tecnico tendra que tener la precaucion de tener a mano sendos adaptadores de conexion, que iran de *Jack macho - XLR macho* (Figura 73).



Figura 73: Adaptador *Jack macho - XLR macho*

Las longitudes de los cables para los monitores seran de 15m, y habra que tener en cuenta que al contarse con dos unidades de monitores por musico, se tendra que realizar un *link* de uno a otro para tener senal en los dos. Se utilizara para ello seis *XLR hembra - XLR macho* de una longitud no superior a 0,5m.

PROCESADORES

El unico proceso que van a sufrir las senales una vez salgan ya ecualizadas de la mesa de mezclas estara unicamente enfocado a evitar este tipo de interferencia sonora, ya que suele perjudicar al transcurso normal del concierto.

Se cuenta para tal fin con los procesadores de tercio de octava (utilizados ya en la salida master de la mesa de P.A.).

Ecualizadores graficos

Este tipo de procesador permite al tecnico un control casi total del espectro sonoro. Este hecho es de maxima utilidad a la hora de evitar acoples, puesto que, como se ha comentado en el apartado de *Consideraciones iniciales. Realimentacion Acustica*, se puede tratar el espectro sonoro en rangos de frecuencia relativamente pequenos, no danando la percepcion general del sonido emitido, pero evitando la realimentacion.

Concretamente debera montarse un total de ocho ecualizadores graficos modelo *DBX 2031*, como los que se observa en la Figura 74: Ecualizador grafico *DBX 2031*.



Figura 74: Ecualizador grafico *DBX 2031*

En cuanto a cableado, se utilizaran ocho cables *XLR hembra - XLR hembra* para transportar la senal desde la mesa de mezclas hasta los ecualizadores. Seis de ellos iran destinados a procesar las senales que se envien a cada uno de los musicos, mientras que los dos restantes se utilizaran para las dos senales de referencia generales, o *sidefills* (monitores laterales).

MONITORES

Para la eleccion de los monitores es importante tener en cuenta varios factores. Se especifican a continuacion cada uno de ellos, junto con las necesidades concretas del actual montaje del escenario.

Respuesta en frecuencia

Se busca una respuesta en frecuencia lo mas plana posible, y una coloracion del sonido casi nula. Si esto se cumple, la distorsion armonica sera menor y, en conclusion, la calidad de sonido que emitan sera optima.

Nivel de presion sonora

Dado que se tiene muy cerca un sistema de altavoces como el de P.A. cuyo nivel de presion sonora es bastante elevado, se necesitara que el nivel de presion sonora de los monitores consiga aislar al musico del sonido exterior. Para ello se buscara que la potencia del conjunto de monitores sea, si no igual, ligeramente menor que la del sistema de P.A.

Tipo de monitor

Un monitor pasivo requerira del uso de etapas amplificadoras (como en el sistema de P.A.), mientras que un monitor activo simplemente necesitara de la insercion de la entrada de audio puesto que la amplificacion de la senal se realiza de manera interna en el propio monitor. Para el caso se han escogido monitores activos, evitandose as un exceso de cableado en el escenario.

Por otra parte, la arquitectura de la caja sera importante tambien para determinar el espacio en el que la actuacion sera efectiva. En el caso de los monitores de los musicos, estos seran de tipo *cuna*, no levantandose mucho del suelo, y originando un sonido que llega a los musicos de manera directa.

Ubicacion en el escenario

La recomendacion principal en cuanto a ubicacion de los monitores es que se coloquen enfrente de los mismos musicos. Y siguiendo esta recomendaicon, en la distribucion del escenario disenado para este trabajo los monitores (dos por cada miembro del grupo) iran colocados en esa posicion, de tal manera que se cubra el espacio en el que estos se van a mover.

Teniendo los cuatro puntos anteriores en cuenta, puede constatarse que los monitores *TT45-SMA* (Figura 75) cumplen de manera precisa con las especificaciones requeridas, por lo que un adecuado uso de ellos no deber a causar el m nimo problema en el proceso de monitoraje.

Se trata de un monitor de alta gama, disenado para obtener de el un rendimiento maximo y una respuesta en frecuencia bastante plana. En su estructura interna cuenta con un analizador de espectro que ecualiza automaticamente la respuesta en frecuencia en graves o medios-graves del propio altavoz en caso de acople. Esto facilita la tarea del tecnico de sonido, puesto que practicamente no debe preocuparse de los acoples en frecuencias bajas, aunque s en las frecuencias medias y altas. Su disenado en

cuna y su emision de sonido en angulo de 45° permiten colocar el monitor relativamente alejado del microfono, reduciendo aun mas el riesgo de acople, pero manteniendo el nivel de presion sonora, pues cuenta con un modulo de amplificacion que brinda una potencia de 1500w.



Figura 75: Monitor *TT45-SMA*

Para el montaje de la instalacion sonora de monitores van a ser necesarios 14 unidades del *TT45-SMA*. Doce de ellas iran destinadas a cubrir las escuchas de los propios musicos, y las otras dos la preescucha del tecnico, pues ademas de controlar y evitar la aparicion de acoples, el tecnico tendra que ecualizar el sonido que por los monitores se emite, proporcionando un sonido claro y definido a los musicos, a la par que realizar la mezcla que sera emitida por los *sidefills*.

De esta manera, se deber a anadir a la distribucion de salidas de la mesa de mezclas las dos siguientes:

SALIDA DE LA MESA	SEÑAL
Monitor L	Monitor L zona de control
Monitor R	Monitor R zona de control

Tabla 11: Señales de preescucha del tecnico de monitores

Para el transporte de las senales hasta los monitores seran necesarios 6 cables *XLR - hembra* a *XLR - macho* desde el Stage Box hasta uno de los dos monitores de cada musico, y 6 latiguillos *Powercon - Powercon* de 50cm. para realizar el link entre los dos monitores. Para el tecnico de monitores, los cables necesarios seran dos *Jack - hembra* a *XLR - macho* de 5m cada uno.

SIDEFILLS

El sistema de *sidefills* va a funcionar como un sistema de P.A. interno, enfocado hacia el escenario. Su funcion no es otra que emitir una mezcla general de la actuacion para que aquellos musicos que se salgan del rango de cobertura de sus monitores, puedan seguir teniendo referencias musicales de la totalidad de fuentes sonoras que participan en ese momento. Los *sidefills* estaran ubicados a los lados del escenario, en la parte frontal, de manera que cubran la totalidad del mismo. De esta manera el sistema de altavoces *sidefill* cumple as con otro de sus objetivos, que es separar los espacios sonoros de P.A. y escenario, actuando como barrera.

Para tal fin, se contara con el sistema *HK AUDIO CONTOUR* (Figura 76), en su estructura mas basica. Se trata pues de un sistema formado por un altavoz de subgraves activo modelo *CTA 118 SUB*, y una unidad de medios-agudos pasiva, del modelo *CTA 208*.



Figura 76: Sistema de *sidefills* *HK AUDIO CONTOUR*

Para abarcar el espacio total del escenario, y como ya se ha visto en la Tabla 10: Ruteo y distribucion de las senales de monitores hasta la emision, seran necesarias dos unidades de *HK AUDIO CONTOUR* para cubrir completamente el espacio del escenario.

El sistema completo (altavoz de graves y altavoz de medios-agudos) ofrece una potencia de 4000 W, por lo que los dos combos sumaran un total de 8000 W. La suma de potencias entre los monitores y los sidefills hace un total de 26000 W, por lo que si se tiene en cuenta la proporcion de potencia que se debe tener entre el sistema de P.A. y el de monitores, la relacion es bastante buena (30.000 W en la P.A. por los 26.000 W de monitores).

Para dar potencia a los altavoces se atacara el *subwoofer* con la senal que venga de la mesa de mezclas. El mismo *subwoofer* cuenta con una etapa de potencia interior que alimentara tanto graves como medios-agudos. As mismo, cuenta tambien con un crossover interno que repartira la senal de entrada en las mismas dos v as (Figura 77).

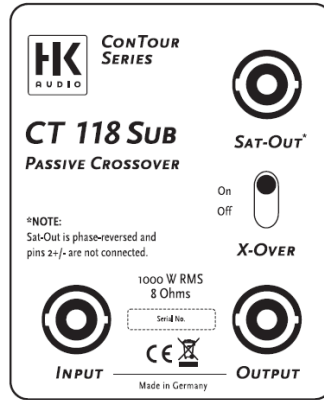


Figura 77: Crossover pasivo del CTA 118 SUB

Las salidas de subgrupos GRP 1 y GRP 2, y por tanto los canales 31 y 32 del *Stage Box* serán las encargadas de alimentar a los *sidefills* L y R respectivamente. La conexión se realizará mediante cables *XLR macho* (puesto que las salidas 31 y 32 son hembra) a *XLR macho*, de una longitud de 15m cada uno, y dos cables *Speakon - Speakon* (Figura 78) para conectar la salida de señal amplificada de medios y agudos a la entrada del altavoz satélite.



Figura 78: Cable *speakon - speakon*

GRABADOR MULTIPISTAS

El grabador multipistas es un procesador únicamente de entrada de señal. Se utiliza para grabar todas las fuentes sonoras de manera individual, de forma que se obtengan tantos archivos como elementos sonorizados. La utilidad que este procesador tiene es registrar digitalmente la totalidad de fuentes sonoras que se deseen, de manera que pueda procederse a una futura post-producción de audio en estudio.

Para el proceso de grabación se va a tener que transportar la señal desde la mesa de mezclas hasta el grabador, utilizando la salida *Direct Out* de la misma. Esta salida permite enviar la señal tal y como entra en el canal. Así, los procesos de ecualización a los que se someta la señal en la mesa no afectarán a esta señal, y esta se registrará en bruto.

El grabador multipistas que se utilizara será el modelo *HD24XR* del fabricante *Alesis* (Figura 79). Permite 24 canales de entrada, suficientes para las 22 fuentes sonoras que se han de registrar, y una calidad de grabación de hasta 96kHz (cuando el estándar de audio son 44.1kHz), calidad suficiente para el uso que se le va a dar posteriormente.



Figura 79: Grabador multipistas *Alesis HD24XR*

El cableado que se va a utilizar para la interconexion entre mesa y grabador van a ser dos prolongadores de *Jack mono* (puesto que tanto las salidas *Direct Out* como las entradas del grabador se realizan con este tipo de conector) de 12 cables cada uno y de 5m de longitud, como el que se observa en la Figura 80.



Figura 80: Latiguillos *Jack mono - Jack mono*

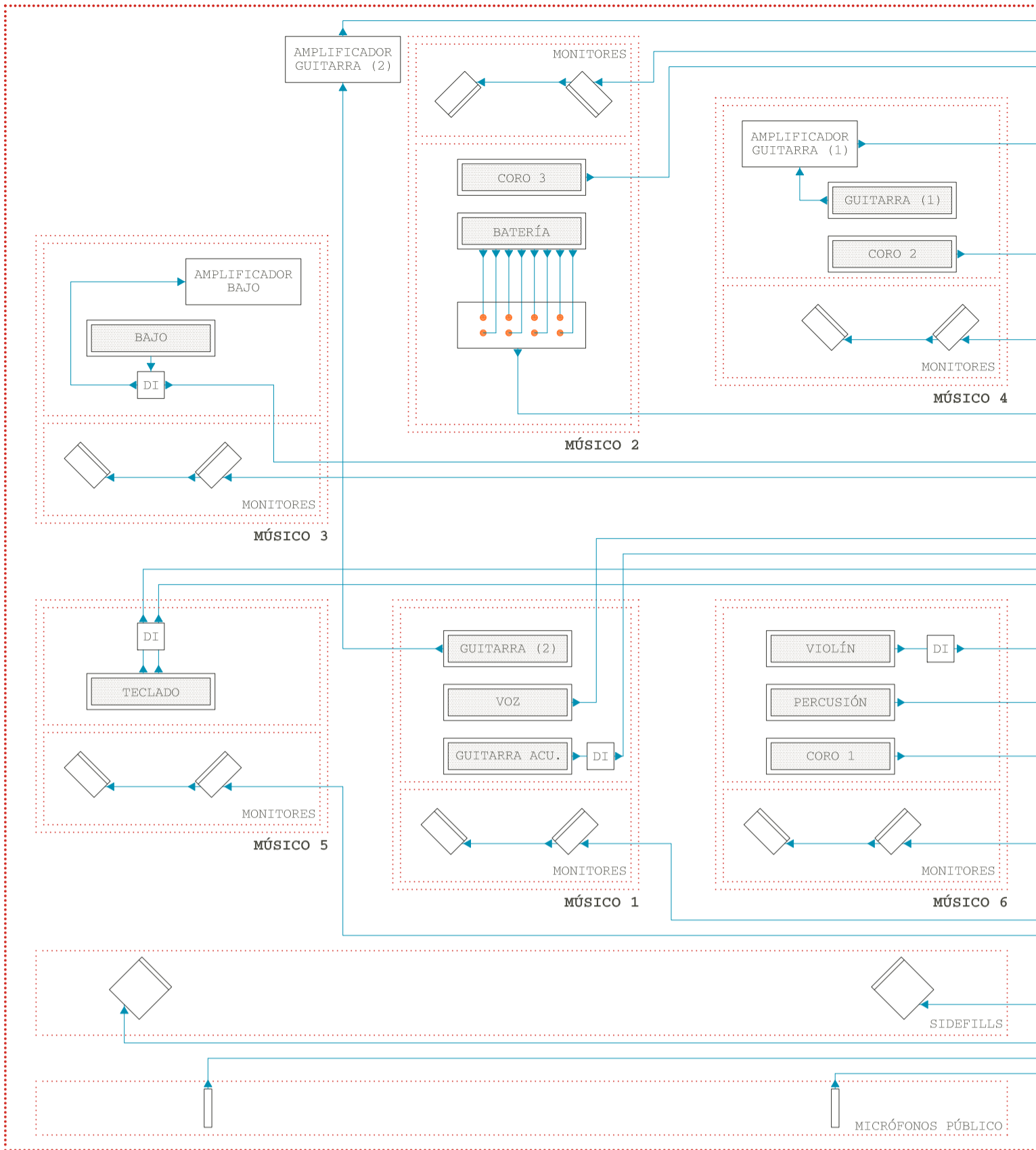
PLANIMETRIA

Para finalizar el segundo punto del presente trabajo, se adjunta a continuacion la planimetría del montaje de todo el sistema de audio, donde pueden observarse todas y cada una de las conexiones que se han ido detallando a lo largo de toda la fase técnica.

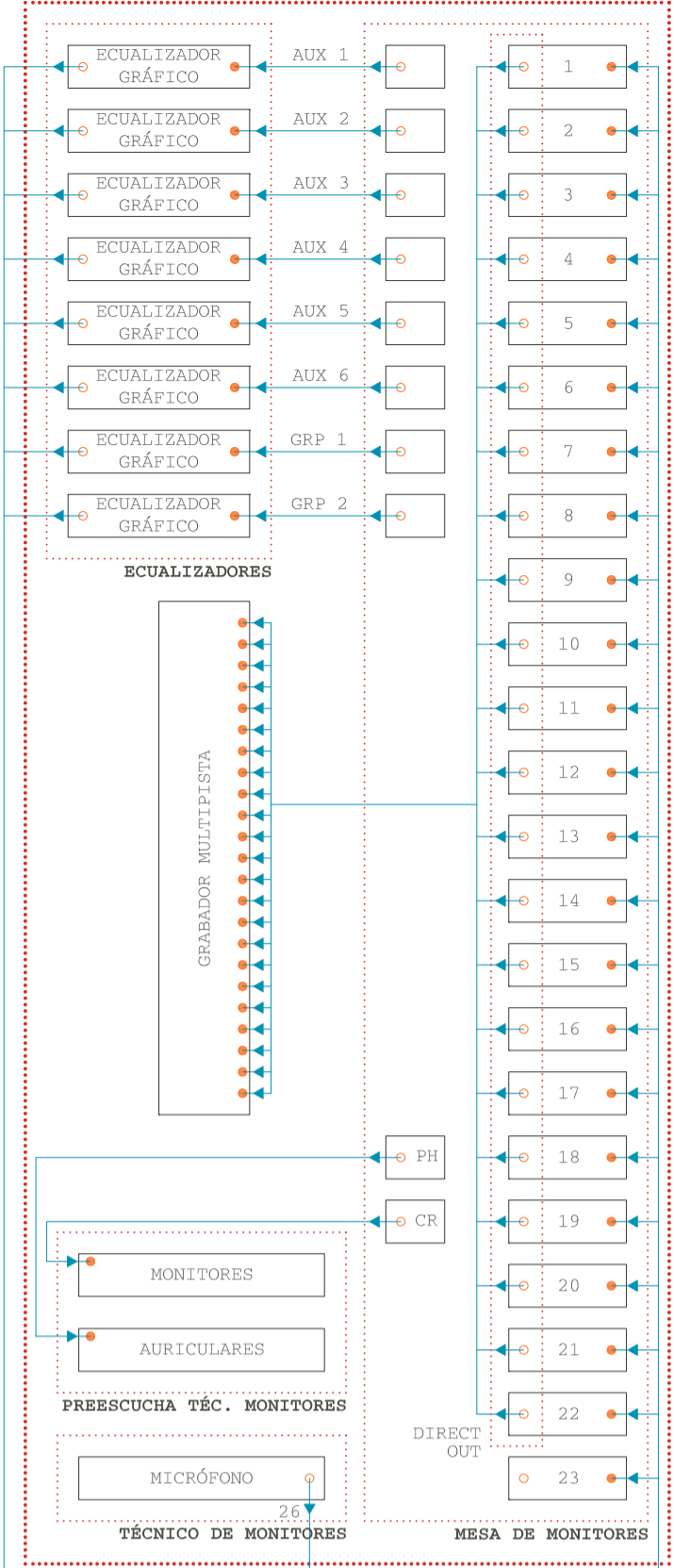
PLANIMETRÍA. LEYENDA

- OUTPUT
- INPUT
- SEÑALES DE NIVEL DE LÍNEA
- SEÑALES DE NIVEL DE CARGA

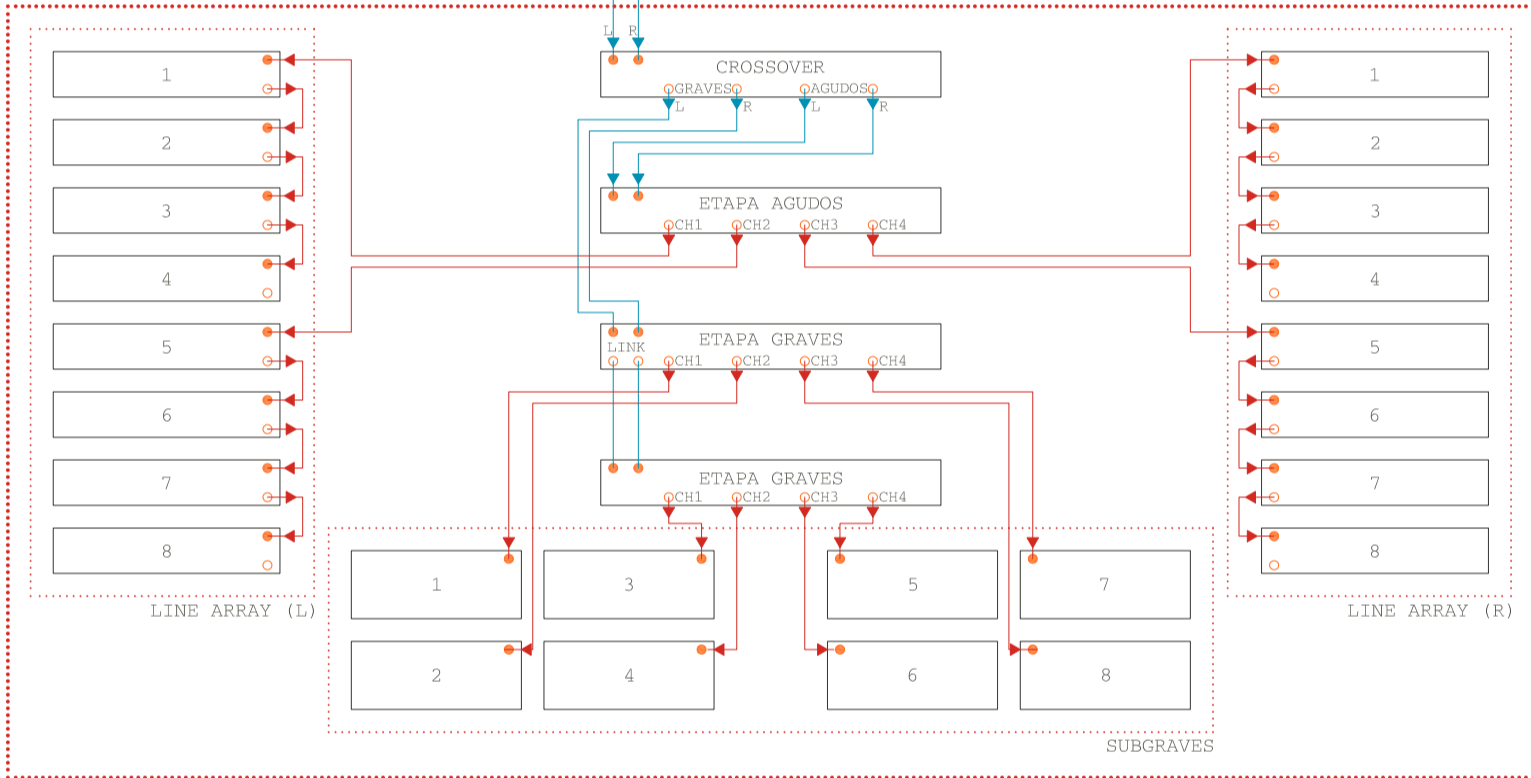
ESCENARIO



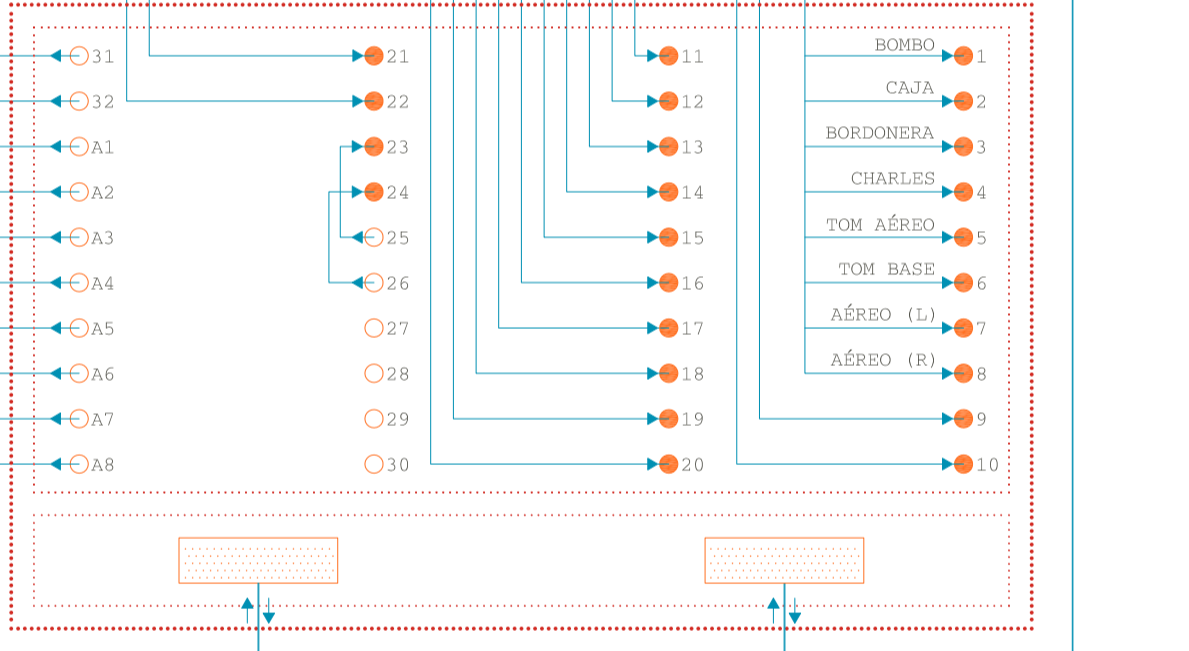
CONTROL DE MONITORES



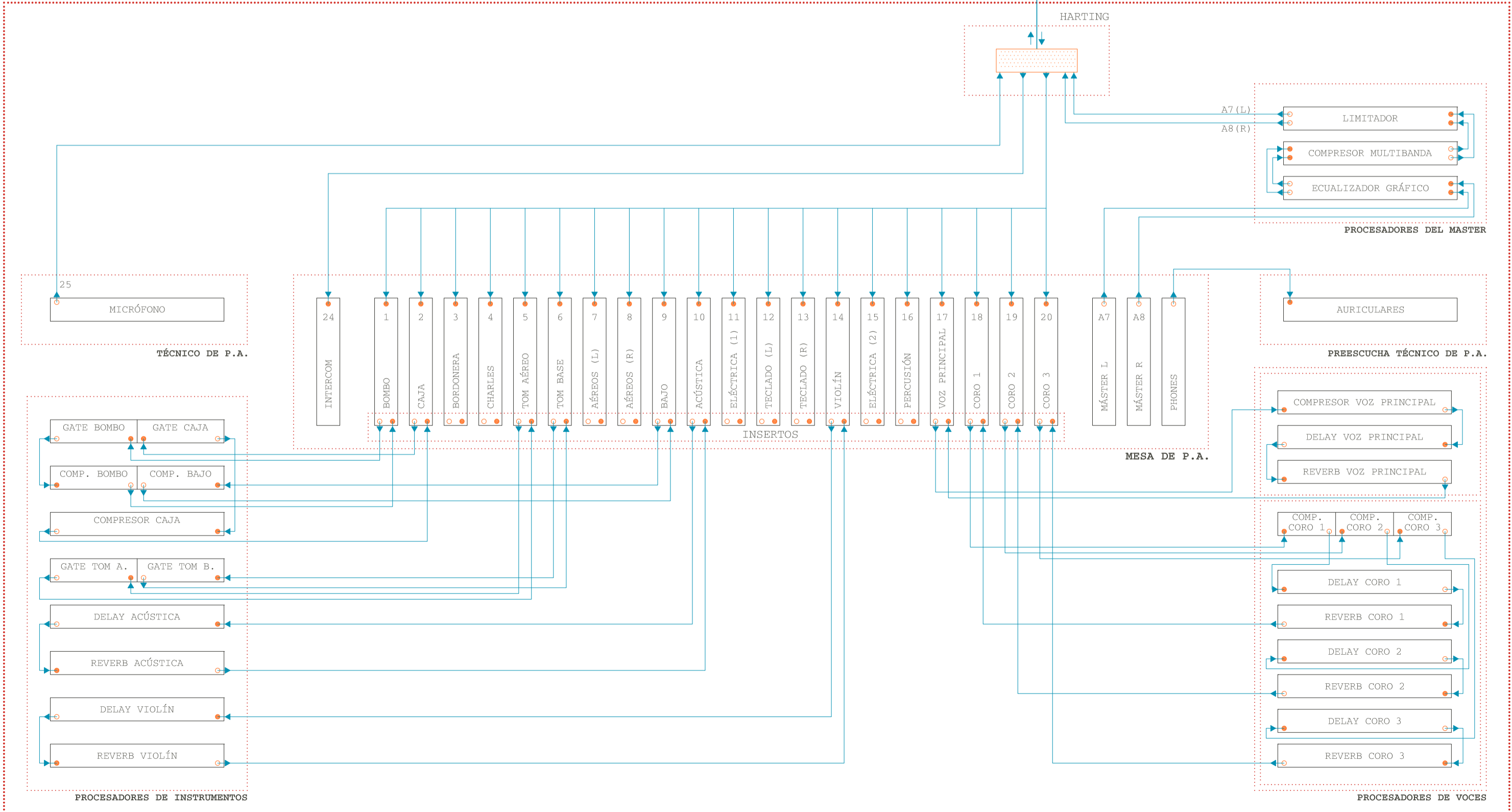
SISTEMA DE ALTAVOCES P.A.



STAGE BOX



CONTROL DE P.A.



FASE ARTISTICA

INTRODUCCION

La mezcla y los procesos sonoros a los que se sometan las senales de audio deben partir de la base artistica y musical, adaptando el estilo y la ejecucion instrumental al equipo tecnico. Es pues que antes de realizar una mezcla o aplicar ciertos efectos a una fuente sonora, el tecnico de sonido ha de haberse interesado por las caracteristicas y estilo del grupo, conocerlas e, in situ, trabajar para obtener el maximo rendimiento del equipo tecnico disponible.

En el caso de *LHDT*, y puesto que el estilo musical as lo requiere, la mezcla sonora debera cumplir los estandares actuales de mezcla en vivo para musica folk-rock: guitarra acustica y teclados bien presentes, voces que aparentan lejanas pero que no dejan de estar en primer plano, bajo redondo pero con presencia en medias frecuencias para no tapar el bombo, etc...

As pues, se va a dividir esta ultima fase en 2 apartados. Por una parte se tratara la mezcla sonora en s : los planos sonoros a los que se situa cada instrumento, y el panorama (factor estereo) que se le aplica a cada fuente.

Por otra parte se expondra el tratamiento sonoros al que se sometera cada senal tanto de entrada como de salida de las mesas de mezclas: dinamica, ecualizacion, etc...

Igualmente, tambien se van a exponer tanto las mezclas necesarias para los monitores de los propios musicos como las generales (sidiefills), justificando la regulacion de niveles para cada una de ellas

ZONA DE CONTROL DE P.A.

MEZCLA: VOLUMEN Y PANORAMA

Se parte de la base de que la regulacion de volumen y de panorama se va a realizar para un concierto en directo. Para el caso del volumen, se ha de tener en cuenta que lo mas importante es la inteligibilidad de la voz, por lo que el resto de fuentes sonoras deberan estar colocadas en planos sonoros secundarios. Para el caso del panorama se ha de tener en cuenta que si un sonido se lateraliza en exceso, el publico del costado opuesto puede que no escuche con claridad dicho sonido, puesto que los altavoces de los *line array* son, para este problema en concreto, demasiado direccionales.

Canal 1: BOMBO

El bombo es un instrumento cuya importancia reside en dos pilares: el aspecto frecuencial (junto al bajo es el unico instrumento que llena las frecuencias graves), y musicalmente el aspecto temporal (con el bombo se marcan las pulsaciones mas importantes del tema musical). Es por esto que el bombo ira ubicado en un termino medio entre el primer y el segundo plano sonoro.

Canales 2 y 3: CAJA Y BORDONERA

Con la caja pasa algo parecido al bombo. Es uno de los instrumentos mas importantes de la bater a, as que su presencia ha de ser importante. Al sonorizar la caja con dos microfones, se tendra que tener la precaucion de realizar una buena regulacion de cuanto nivel de senal se quiere de cada uno de ellos. Para el caso, el baterista prefiere un sonido mas bien seco, sin tono, as que la tanto el microfono que recoja el golpeo como la que recoja la bordonera se situaran en segundo plano sonoro, y su suma hara que la caja quede a igual nivel que el bombo, termino medio entre el primer y segundo plano sonoro.

Canal 4: CHARLES

El bombo cubre las frecuencias graves de la bater a, la caja las medias y el charles un buen rango de frecuencias altas. Es pues el tercer instrumento mas importante de la bater a. A su vez es un instrumento que, lejos de ser arreglista, suel marcar siempre el tempo del tema musical. De ah parte de su importancia. El plano sonoro que le pertenece es el mismo que el de la caja y el bombo.

Tanto el panorama del bombo, as como el de la caja y el del charles sera al centro de la mezcla sonora.

Canales 5 y 6: TOM AEREO Y TOM BASE

Son los unicos instrumentos de tono definido en la bater a. Normalmente no tienen una importancia r tmica elevada, puesto que estos si que son instrumentos de paso en la mayor a de las ocasiones. As pues iran colocados en un segundo plano sonoro, no muy lejano al bombo, la caja y el charles.

Pueden panoramizarse los toms hacia los lados en los que estan colocados, de tal manera que el tom aereo quede lateralizado hacia la derecha y el base a la izquierda. El panorama no podra ser muy brusco, puesto que en un concierto en directo el publico ha de poder escuchar todos los instrumentos. As pues, no se podran panoramizar mas del 20% de lo que permita la mezcla.

Canales 7 y 8: AEREOS IZQUIERDO Y DERECHO

Constituyen los agudos de la bater a. Suelen ser instrumentos r tmicos, pero con una importancia algo menor que el charles. Su nivel de presion sonora es alto, por lo que su sonido suele "colarse" por el resto de microfones de la bater a. Por ello, igual que los toms, iran colocados en un segundo plano sonoro.

Igual que el panorama de los toms, se panoramizaran los aereos de manera suave hacia izquierda y derecha.

Canal 9: BAJO

Junto con el bombo, es el unico instrumento que provee a la mezcla sonora de frecuencias graves. Su presencia armonica suele limitarse a crear la base musical, aunque en ocasiones tiene algo mas de protagonismo. El bajo se colocara pues en el mismo plano sonoro que el bombo.

Canal 10: GUITARRA ACUSTICA

La guitarra acustica es la base armonica de, practicamente, todos los temas de *LHDT*. En ningun momento tiene un protagonismo excesivo puesto que no es una guitarra solista, pero la falta de esta elimina todo el caracter *folk* que puedan tener las canciones del grupo musical que se trabaja. As pues ira colocada en un primer plano sonoro, aunque debiera tenerse la precaucion de mantenerla por debajo de la voz.

Tanto el bajo como la guitarra acustica iran colocados en el centro del espacio sonoro panoramizable.

Canal 11: GUITARRA ELECTRICA I

Se trata de uno de los instrumentos mas versatiles. Generalmente hace de colchon armonico, acompanando a la guitarra acustica y al teclado mediante punteados que siguen la secuencia armonica del tema musical. Por otra parte ha de tenerse en cuenta que es tambien un instrumento solista. As , se colocara en segundo plano sonoro, con la precaucion de subir el volumen hasta el primer plano sonoro en las ocasiones en las que el instrumento realice un solo.

Se puede panoramizar ligeramente hacia la derecha, aunque debiera estar en el centro cuando el musico realice solos.

Canales 12 y 13: TECLADO L Y R

El teclado es, igual que la guitarra, un instrumento versatil en su registro. El teclista adapta el sonido emitido (desde pianos hasta hammonds) dependiendo del estilo de cada tema musical. El plano sonoro en el que debiera ir el teclado sera el segundo, aunque en ciertos momentos se tendra que aumentar el volumen para poder apreciar mejor los solos o arreglos que realice.

Para darle mayor espaciado al sonido en las partes traseras de la zona del publico, el panorama del teclado puede llevarse hasta el extremo, poniendo el canal izquierdo totalmente a la izquierda e dem con el derecho. Este efecto no afecta a las zonas laterales delanteras de la zona del publico, puesto que las senales que se emiten son practicamente identicas.

Canal 14: VIOLIN

El viol n es un instrumento arreglista. No tiene una importancia excesiva en la mayor parte de su repertorio, aunque s tiene momentos en los que requiere un primer plano sonoro. As pues, su posicion sera por detras de los instrumentos principales, en un segundo plano sonoro, excepto cuando la importancia del instrumento sea mayor y deba colocarse en primer plano.

El panorama del viol n sera al centro en la totalidad de la duracion del evento musical.

Canal 15: GUITARRA ELECTRICA II

Se utiliza solamente en algunos temas musicales que, por su estilo, la requieren. No tiene un protagonismo excesivo, as que ira colocada en segundo plano sonoro, a la par que la guitarra electrica principal.

Su panorama sera central, puesto que el musico que la ejecuta es el cantante principal y este esta colocado al centro del escenario.

Canal 16: **PERCUSIONES LIGERAS**

Son varios instrumentos (shaker, pandereta) que apoyan a la bater a y al bajo en la parte r tmica de los temas musicales. Aportan timbres diferentes que dotan a las canciones de un plus de ritmo que la bater a y el bajo no pueden aportar. Iran colocados pues en segundo plano sonoro, intentando que su sonido sea algo mas presente que el de los toms y los platos de la bater a, pero sin comerse a la caja y al charles (puesto que comparten muchas de las frecuencias que estos emiten).

El panorama sera centrado.

Canal 17: **VOZ PRINCIPAL**

Protagonista indiscutible de todos los temas musicales. Se colocara en primer plano sonoro. Y puesto que voz principal solo hay una, esta se colocara al centro de la mezcla sonora.

Canales 18, 19 y 20: **COROS**

Los coros refuerzan a la voz armonicamente en ciertas partes de las canciones, pero la importancia sonora que requieren es menor. Se colocaran en segundo plano sonoro, a la par que el teclado.

Se puede jugar con el panorama segun la colocacion del musico dentro del escenario, pero teniendo cuidado de panoramizar ligeramente y no bruscamente.

TRATAMIENTO INDIVIDUAL DE LAS FUENTES SONORAS

Igual que se ha detallado la mezcla, se detallara a continuacion el proceso sonoro que se le va a aplicar a cada fuente sonora. En el punto 2 del presente trabajo, Fase Tecnica, se indican los procesadores de audio que trataran las senales. A continuacion, lo que se va a realizar es un estudio mas extenso y detallado de cada uno de estos procesos. Para facilitar la tarea, se incluyen a continuacion las mismas tablas que ya se han utilizado anteriormente. Puede observarse que en la tabla no aparece la ecualizacion, pero esto se debe basicamente a que no se tienen procesadores externos para la ecualizar las senales de entrada a la mesa de mezclas. Para ello se utilizara directamente el modulo que ofrece la misma mesa.

CANAL	FUENTE	INSERTOS			
		GATE	COMP.	DELAY	REVERB
1	Bombo	•	•		
2	Caja	•	•		
3	Bordonera				
4	Charles				
5	Tom A	•			
6	Tom B	•			
7	OHL				
8	OHR				
9	Bajo		•		
10	G. Acust		o	•	•
11	G. Elect. 1		o		
12	Teclado L		o		
13	Teclado R		o		
14	Viol n		o	•	•
15	G. Elect. 2		o		
16	Percusion		o		o
17	Voz ppal.		•	•	•
18	Coro 1		•	•	•
19	Coro 2		•	•	•
20	Coro 3		•	•	•

MIX	FUENTE	INSERTOS	
		COMPRESOR	REVERB.
1	Compresion BATERIA	o	
2	Reverberacion BATERIA		o
3	TECLADO	o	o

Tabla 12. Procesado y env os en la mesa de control de P.A.

Los datos que se exponen a continuacion son una aproximacion. Las frecuencias de ecualizacion, los parametros de los procesadores de dinamica y los tiempos en delays y reverbs son valores que deben variar (dentro de unos margenes) segun la localizacion del concierto, las condiciones acusticas y los conocimientos emp ricos del propio tecnico.

Canal 1: **BOMBO**

ECUALIZACION: Lo mas importante es que el bombo suene "redondo", al gusto del baterista. Para ello, se resaltara el cuerpo del bombo realzandose las frecuencias entre 60 y 80 Hz. La zona de los 200-250 Hz se atenuara para eliminar el sonido "acartonado" que produce el instrumento en estas frecuencias, y se realizara tambien el ancho de banda comprendido entre los 2500 y los 4000 Hz. para que la percepcion del ataque sea mayor.

PUERTA DE RUIDO: Se cuenta con que el bombo va a tener un rango de dinamica no muy extenso, por lo que el ajuste del umbral sera relativamente sencillo. Hay que tener en cuenta que el ataque del bombo es tambien importante que se oiga, as que el tiempo de ataque de la puerta de ruido debera ser corto.

RATIO: 1:25, TIEMPO DE ATAQUE: 1-5ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 200ms

COMPRESION: Se busca una compresion no muy notoria. Normalmente a los bombos se les suele aplicar bastante compresion, y este efecto puede llegar a ser molesto. As pues, y dado que el baterista percute de manera bastante homogenea el bombo, los parametros seran mas bien suaves.

RATIO: 4:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-20ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 200ms

Canal 2: CAJA

ECUALIZACION: La caja de la que se dispone no tiene tono aparente, aunque cuando se coloca un microfono apuntando hacia el parche superior, este tono aparece. As pues, y teniendo en cuenta que dicho tono tiene su frecuencia fundamental cerca de los 250 Hz, se atenuara levemente esta frecuencia para eliminarlo.

Por otra parte hay que tratar de manera consciente la bordonera, puesto que es un elemento que produce un rango de frecuencias muy extenso. As pues, se resaltara la zona de los 5000 Hz. para darle claridad, y la zona de los 13000 Hz. para aumentar el brillo.

PUERTA DE RUIDO: Se ha de tener mucho cuidado con la puerta de ruido de la caja puesto que es un instrumento que el musico ejecuta con un alto rango dinamico (gran cantidad de golpes con una amplia variacion de volumenes). Aun as la puerta de ruido se adivina necesaria puesto que el microfono esta situado en la zona central de la bater a y tiende a captar mucho sonido del resto de instrumentos. Utilizando la puerta de ruido se conseguira limpiar la senal cuando la caja no este sonando.

RATIO: 1:25, TIEMPO DE ATAQUE: 1-5ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 200ms

COMPRESION: Dado que la caja se ejecuta con un alto rango dinamico se hace indiscutible la presencia de un compresor para homogeneizar en cierta medida el sonido de la caja. Aun as , y dado que el estilo musical lo requiere, la compresion no debera ser muy elevada, dejando margen para que los temas musicales mas suaves tengan tambien su cabida dentro del espectaculo.

RATIO: 6:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-10ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 250ms

Canales 5 y 6: TOM AEREO Y TOM BASE

ECUALIZACION: Los toms son elementos con un tono bastante definido. Aumentar en demas a la frecuencia fundamental puede ser molesto. As pues, se resaltara ligeramente la zona entre 90 y 120 Hz. para el tom base, y entre 200 y 230 Hz. para el tom aereo, consiguiendo as que la presencia sea notable.

Para el ataque del tom base habra que trasladarse hasta los 5000 Hz, y hasta los 7500 para el del tom aereo, aunque igual que pasa con el bombo, el baterista prefiere un sonido redondo, por lo que el ataque se ecualizara con mucha precaucion.

PUERTA DE RUIDO: La microfon a de los toms suele recoger bastante sonido de los platos (dado que la cola de sonido que tienen es bastante larga). Por ello, una puerta de ruido es necesaria en los toms. Ahora bien, estos tienen una cola sonora mas larga que el bombo o la caja, por lo que el tiempo de decaimiento tendra que ser mayor.

RATIO: 1:25, TIEMPO DE ATAQUE: 1-5ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 700ms

MIX 1: COMPRESION DE LA BATERIA

Las compresiones generales de bater a suelen ser relativamente suaves, y provocan un sonido compacto y profundo. Con unos valores para nada extremos se consigue una mayor proyeccion y espaciado del sonido del instrumento.

RATIO: 3:1, TIEMPO DE ATAQUE: 10-25ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 400ms

MIX 2: REVERBERACION DE LA BATERIA

Suelen usarse tiempos cortos para la reverberacion de la bater a puesto que es un instrumento que, de por s , ya tiene tiempos de decaimiento altos (sobre todo por los platos). Aun as un poco de reverberacion, al igual que al resto de instrumentos, le suma un plus de naturalidad.

PREDELAY: 20ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 500ms

Canal 9: BAJO

ECUALIZACION: El bajo es un instrumento que contiene mucha presencia en frecuencias graves. Hay que saber como trabajar con estas para que bombo y bajo no se estorben. Normalmente se suelen enfatizar mas las frecuencias medias del bajo, dandole as definicion, aunque no se dejan de lado las graves. En concreto, podra realizarse la zona entre los 800 y los 1200 Hz. con lo que se conseguira hacer el bajo inteligible, sin que pierda la fuerza del grave.

COMPRESION: La manera en que el musico ejecuta el instrumento es muy importante a la hora de escoger los parametros que van a definir la compresion del bajo. En el caso de *LHDT* el bajista ejecuta con cierta suavidad el instrumento, hecho que proporciona un sonido muy elegante. La compresion se utilizara unicamente, pues, para corregir las carencias de rango dinamico que puedan ir surgiendo.

RATIO: 5:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-15ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 400-500ms

Canal 10: GUITARRA ACUSTICA

ECUALIZACION: La caja de resonancia de la guitarra acustica hace que la sonoridad caracter stica sea, de por s , grande. Debido a esto el problema esta en como rebote el sonido en el interior de la misma, puesto que suele enfatizar de manera natural las frecuencias graves. De esta manera se atenuara la zona grave de la guitarra (sobre los 80-100 Hz.) y el cuerpo de la misma (entre 200 y 300 Hz., dependiendo del modelo). Por otra parte, se podra aumentar la ganancia de las frecuencias mas bien altas para darle claridad (entre 2500 y 4500 Hz.). Si se desea, puede realizarse la zona de los 10.000 Hz. para marcar el rasgueo de la pua en las cuerdas.

COMPRESION: La compresion en guitarras acusticas suele tener tambien un valor artistico del que no se ha hablado hasta el momento. Si la compresion esta bien realizada, a parte de jugar un papel muy importante en la dinamica de la senal, proporciona tambien un sonido compacto, auditivamente agradable. Este efecto puede conseguirse con una proporcion de compresion mas bien baja y un tiempo de ataque corto.

RATIO: 3:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-12ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 500ms

DELAY: El retardo en la señal de la guitarra debería ser similar o igual al de la voz. En múltiples ocasiones las pulsaciones rítmicas de la guitarra y de la voz van a la par, y estandarizar los parámetros del retardo facilita la mezcla final.

TIEMPO DE RETARDO: 25ms

REVERBERACION: Reverberar mucho la guitarra puede producir un aumento de graves indeseado, por lo que el tiempo de decaimiento será moderado. Reverberar en defecto deja un sonido excesivamente seco, por lo que un término medio es el adecuado.

PREDELAY: 30ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 1s

Canales 11 y 15: **GUITARRAS ELECTRICAS**

ECUALIZACION: La guitarra eléctrica es un instrumento sin caja de resonancia, por lo que las frecuencias que emite dependen únicamente de la vibración de la cuerda y del proceso que recibe después de pasar por el amplificador. Así pues, y dado que las medias suelen ser las frecuencias más presentes, se podrán atenuar bajando la ganancia en el rango comprendido entre los 500 y los 700 Hz. Podrá aumentarse ganancia entre 2000 y 3000 Hz., zona de presencia. Finalmente, y para darle el brillo eléctrico característico, habrá que buscar entre las frecuencias agudas (a partir de los 10000 Hz.) aquellas que favorezcan la creación de un buen sonido.

COMPRESION: Aun tratándose también de una guitarra, el efecto que produce un compresor en una acústica y en una eléctrica no es el mismo. Para tratar una guitarra eléctrica se ha de tener en cuenta que el ataque es más rápido, por lo que el tiempo de ataque debería ser menor, y que los rangos de volumen varían más, por lo que el margen dinámico será mayor, y la ratio debería ser más grande.

RATIO: 6:1, TIEMPO DE ATAQUE: 2-7ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 500ms

MIX 3: TECLADO

ECUALIZACION: El teclado que se va a utilizar va a generar sonidos muy variados (desde pianos hasta *hammonds* pasando por *rodes*), por lo que la ecualización habrá que realizarla dependiendo del instrumento que este sonando en cada momento. Aun así, se realizará una ecualización más bien suave, dado que los sonidos que dispara el instrumento vienen ya ecualizados de fábrica.

COMPRESION: La variación de sonidos en el teclado va a suponer que una compresión extrema produzca un sonido raro, nada natural. Es por esto que la compresión del teclado debería ser suave.

RATIO: 3:1, TIEMPO DE ATAQUE: 10-25ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 400ms

REVERBERACION: Con una reverberación moderada se consigue darle espacio y profundidad a los sonidos tipo *rodes* que proporciona el teclado. Así pues, se utilizarán tiempos estándar para este tipo de instrumento.

PREDELAY: 40ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 1.5s

Canal 14: VIOLIN

ECUALIZACION: Puesto que se sonoriza el violín con pastilla, el técnico deberá tener muy en cuenta que este tipo de pastillas suelen reforzar de manera natural las frecuencias medias, por lo que seguramente se tendrá que atenuar la zona de 2000-3000 Hz. Para compensar esta atenuación, se podrán realzar los graves del instrumento para darle más cuerpo (frecuencias a partir de los 200 Hz.), y también los agudos (a partir de 9000 Hz.).

COMPRESION: El violín es un instrumento que facilita grandes cambios en el margen dinámico. Puede pensarse por ello que la ratio del compresor ha de ser alta, pero es este margen dinámico el que juega a favor del instrumento y de la interpretación. Al ser un instrumento cuyo protagonismo se da solamente en momentos puntuales, es el músico el que sabe cuando ha de enfatizar el sonido, por lo que la compresión no deberá ser muy fuerte.

RATIO: 3:1, TIEMPO DE ATAQUE: 10-25ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 350ms

DELAY: Al igual que en la guitarra acústica, este efecto ayuda a crear la atmósfera del estilo musical, trabajando en conjunto con el resto de delays.

TIEMPO DE RETARDO: 30ms

REVERBERACION: Dependiendo del tema musical se deberá ir subiendo o bajando el tiempo de decaimiento de la reverb del violín. Hay temas que requieren un tiempo mayor, dando un efecto orquestal, y otros en los que incluso podrá llegar a prescindirse de la reverberación, aunque esto podrá provocar un sonido poco natural. Así que se jugará entre tiempos cortos y largos.

PREDELAY: 30ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 500ms-2s

Canal 16: PERCUSIONES LIGERAS

COMPRESION: Aquí la compresión puede jugar en contra del sonido, puesto que el micrófono va a captar distintos instrumentos cuyo nivel de presión sonora emitido es muy diferente. Así pues, se apostará por una compresión elevada, intentando que sea cual sea el instrumento, esto no afecte al plano sonoro en el que deben estar.

RATIO: 10:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-12ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 100ms

REVERBERACION: Para el caso de las percusiones ligeras se puede utilizar un tiempo de reverberación relativamente largo, puesto que son instrumentos prácticamente sin cola. La reverberación ayudará a dar profundidad al sonido producido, a la vez que lo hará más presente.

PREDELAY: 30ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 1.5s

Canal 17: VOZ PRINCIPAL

ECUALIZACION: Para la ecualización de la voz se indican a continuación las frecuencias en las que se suele actuar. Al no disponerse de un registro de la voz del cantante, la ecualización final tendrá que realizarse en el directo.

El cuerpo de la voz suele estar entre los 100 y los 150 Hz para voces masculinas. Se debera tener especial cuidado con el rango de sonidos nasales y sibilantes (entre 500 y 1000 Hz. para el primer caso, y sobre los 8000 para el segundo). Se debera experimentar tambien con el recorte de graves, puesto que el efecto de proximidad es un factor a tener muy en cuenta a la hora de evitar ciertos acoples que no se hayan podido eliminar mediante el proceso normal.

COMPRESION: Es importante, y muy dif cil a su vez, que la voz se mantenga en el primer plano sonoro. Esto es debido a que es una fuente sonora nada facil de captar, dados los multiples movimientos que suelen hacer los cantantes. Por ello, la ratio de compresion debera ser alta, y el tiempo de ataque corto.

RATIO: 8:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-15ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 200ms

DELAY: Con un tiempo de delay para la voz principal de entre unos 20 y 30ms se consigue dar espacio al sonido. Es un parametro muy comun en conciertos del estilo musical del grupo.

TIEMPO DE RETARDO: 25ms

REVERBERACION: El oido humano esta acostumbrado a escuchar a otras personas con las reverberaciones naturales que provocan la multitud de espacios por los que las personas suelen interactuar. Al estar en un espacio abierto esta reverberacion se pierde, por lo que se hace necesario crearla. Para la voz suelen usarse tiempos relativamente largos en este estilo, pero sin que esto llegue a ser perceptible.

PREDELAY: 30ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 1s

Canales 18, 19 y 20: **COROS**

ECUALIZACION: Para la ecualizacion de los coros se seguira el mismo proceso que para el de la voz principal, aunque en el caso de los coros s es importante el corte frecuencial de bajos, puesto que ayuda en gran medida a la mezcla.

COMPRESION: Con parametros muy parecidos a los de la voz principal, aunque la ratio puede suavizarse. El nivel de presion sonora captado por el microfono suele ser mas homogeneo, as que no debera usarse una ratio tan elevada.

RATIO: 5:1, TIEMPO DE ATAQUE: 5-15ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 200ms

DELAY: En este caso los ajustes de delay s que deberan coincidir con los del cantante principal (entre los 20 y los 30ms).

REVERBERACION: De nuevo podran aplicarse los mismos ajustes que en la reverberacion de la voz principal

PREDELAY: 30ms, TIEMPO DE DECAIMIENTO: 1.5s

COMPRESION MULTIBANDA DE LA SENAL MASTER L Y R

La compresion multibanda que se aplique a la senal master sera muy suave. Practicamente no ha de notarse que se la senal se esta comprimiendo, pero la compresion ha de estar presente. Una buena compresion multibanda abre el espacio sonoro y hace que no se creen "bolas" de sonido, esto es, le da a cada instrumento su espacio, pudiendose identificar claramente entre los demas.

Se ha de cuidar mucho no excederse en la aplicacion del compresor multibanda, pues dicho exceso provocar a un sonido muy procesado, nada natural.

As mismo, las frecuencias de corte han de elegirse dependiendo de la mezcla que ya se tenga, por lo que no se indicaran aqu . Las ratios de compresion suelen estar entre los 1,5:1 y 2,5:1, no excediendo nunca de 3:1.

Por otra parte, y para compensar la compresion, el procesador permite regular la ganancia de cada banda frecuencial. Los ajustes se realizaran dependiendo de la razon de compresion que se haya usado, intentando que el nivel de salida sea homoganeo para cada una de las zonas frecuenciales tratadas.

ZONA DE CONTROL DE MONITORES

MEZCLAS INDIVIDUALES PARA LOS MUSICOS

Para finalizar con la fase art stica se detallan las mezclas de monitores que deber an realizarse para cada uno de los musicos. A la hora de la puesta en practica, dependiendo del lugar, es posible que los musicos pidan mas o menos volumen de ciertas fuentes sonoras, pero lo que se detalla a continuacion deber a servir como base para comenzar con las mezclas personales para cada uno de ellos.

	PRIMER PLANO SONORO	SEGUNDO PLANO SONORO	TERCER PLANO SONORO
ADRIAN (cantante ppal.)	Voz, Acustica, Electrica II	Bater a, Bajo, Teclado, Electrica I, Viol n	Coros
PAU (baterista)	Bater a, Coro Pau, Bajo, Voz ppal.	Acustica, Electrica I, Electrica II, Teclado	Viol n, resto de Coros
ALEJANDRO (bajista)	Bajo, Bater a, Voz ppal., Acustica	Electrica I, Electrica II, Teclado, Viol n	Coros
ARTURO (teclista)	Teclado, Voz ppal., Acustica	Bater a, Bajo, Electrica I, Electrica II,	Viol n, Coros
GUILLERMO (guitarrista)	Electrica I, Coro Guillermo, Voz ppal., Bater a	Acustica, Bajo, Teclado, Viol n	Resto de Coros
VICENT (violinista)	Viol n, Coro Vicent, Voz ppal., Acustica, Percusiones	Bater a, Bajo, Teclado, Electrica I, Electrica II,	Resto de Coros
SIDEFILLS L y R	Mezcla general, lo mas similar posible a P.A.		

Tabla 13: Mezclas individuales de monitoraje

MEZCLA PARA SIDEFILLS

Los músicos, en la ejecución de su instrumento, suelen salirse del rango de actuación de sus monitores. Es en este momento cuando los sidefills cobran sentido, aportando las referencias musicales necesarias para que el músico pueda proseguir tocando de manera natural.

Es importante que los sidefills reproduzcan fielmente aquello que está aconteciendo en el escenario. Para ello el técnico de monitores se ha de guiar, en primera instancia, por sus propios sistemas de preescucha para la realización de la mezcla. A su vez, esta mezcla deberá ser lo más parecida a la mezcla que se realice para la señal master de P.A. Esto aportará un plus de realismo a la ejecución del concierto y también un punto de similitud con el espacio de ensayo de todo grupo musical, donde todos los instrumentos son perfectamente audibles.

Con todo lo anterior expuesto se da por finalizado el desarrollo del trabajo.

CONCLUSIONES

Durante la totalidad del proceso creativo del presente trabajo se ha tenido como meta el principal objetivo del mismo: la creacion de un espacio real, en el que se expongan las necesidades tecnicas de un concierto en directo, y adaptacion del montaje y sonorizacion a las necesidades art sticas.

Ciertamente no se han estudiado todos los factores y cometidos que engloban un montaje y sonorizacion al completo, pero esta decision siempre ha sido deliberada. As pues, podr a haberse realizado un trabajo mas amplio donde hubiesen tenido cabida factores como la instalacion de las estructuras del escenario, la iluminacion del espectaculo, las necesidades del *back-stage*, y otros muchos factores que interfieren en un concierto, y que no se han trabajado. Pero los objetivos del trabajo eran concisos, y se ha preferido no salirse de los mismos.

Por otra parte, tal como se ha propuesto al inicio del trabajo, el primer objetivo ha sido llevado a cabo centrandose, detallando y extendiendose exclusivamente en el ambito tecnico, dejando a un lado otras cuestiones fuera de este terreno. El estudio del grupo musical trabajado y del material tecnico disponible actualmente en el mercado ha permitido crear una combinacion de elementos que cubren perfectamente dichas necesidades tecnicas. As pues, junto con la adaptacion del material tecnico a las necesidades instrumentales y personales de cada musico se cumple tambien el segundo objetivo del trabajo: hacer que los musicos se encuentren a gusto en el escenario, y que el material tecnico sirva de ayuda para el buen desarrollo del espectaculo.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Benlliure Fabregat, Paula (2008). *Grabaciones Musicales*. Valencia, Centro de formacion Juan Comenius.
- Lopez Feo, Daniel (2009). Ingenier a del Sonido. Sistemas de sonido en directo. Starbook.
- Paginas web oficiales, manuales y catalogos de los siguientes fabricantes:
 - AKG
 - Audio Technica
 - Chandler
 - Cordial
 - DBX
 - Drawmer
 - Empirical Labs
 - Fender
 - Fishman
 - Gibson
 - HK Audio
 - Hohner
 - Klark Teknik
 - Labb Gruppen
 - Lexicon
 - Line 6
 - Ludwig
 - Maga Engineering
 - Nord
 - Palmer
 - Radial
 - Rupert Neve
 - Sennheiser
 - Shure
 - Soundcraft
 - TC Electronic
 - TT45
 - Yamaha
- Otras paginas web de referencia
 - Musicotec
 - Thomann