

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE
VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA
ET TELECOMUNICACIÓ (SO I IMATGE)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Diseño de un Control de Sonido
para Unidades Móviles de
Televisión”**

TREBALL FINAL DE CARRERA

Autor/es:

Josep R. Balagué Ortiz

Director/a/s:

Antoni Josep Canós Marín

GANDIA, 2011

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Objeto y antecedentes**.....4
- 1.2. Estado inicial del proyecto.**

2. FUNDAMENTOS

2.1. Elementos que intervienen en una retransmisión televisiva.

- 2.1.1. Captación, procesado y difusión.
- 2.1.2. Contribución y distribución de señales.
- 2.1.3. Intercomunicación.

2.2. Descripción de las señales de audio.

- 2.2.1. Tomas de sonido.
- 2.2.2. Señales multilaterales y unilaterales.
- 2.2.3. Coordinación. Retorno de órdenes y N-1.

3. PLANIFICACIÓN TÉCNICA DE UNA RETRANSMISIÓN.

4. REQUISITOS DE PROCESADO

4.1 Sincronismo.

- 4.1.1. Recomendaciones AES.
- 4.1.2. Word Clock.
- 4.1.3. Sincronizadores.

4.2 Formatos.

- 4.2.1. AES-3.
- 4.2.2. MADI.
- 4.2.3. SDI.
- 4.2.4. RDSI.

4.3 Alineación, Rango Dinámico y Sonoridad.

- 4.3.1. Calibración. EBU R68 y SMPTE RP155.
- 4.3.2. Recomendación EBU R 128.

5. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

- 5.1 Mesa de sonido digital YAMAHA PM-5D.**
- 5.2 Matriz digital YAMAHA DME64N.**
- 5.3 Red de fibra óptica OPTOCORE DD32.**
- 5.4 Matriz de intercom ZEUS II de RTS.**
- 5.5 Medidor DK-AUDIO MSN 100.**
- 5.6 Conversor MADI.**
- 5.7 Codificador/Decodificador RDSI.**
- 5.8 Reproductor de sonido digital en disco duro 360SYSTEMS.**
- 5.9 Generador de señal DARS.**
- 5.10 Distribuidores de audio analógico.**

6. CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto y antecedentes.

El objeto del presente trabajo, que se propone para su valoración como Ejercicio Final de Carrera, es el diseño de un control de sonido para Unidad Móvil de Televisión, encargada de producir y distribuir la señal audiovisual de grandes eventos.

La necesidad de salir a la calle para buscar la noticia o transmitir un acontecimiento ha estado siempre ligada a la propia televisión. A raíz de la adquisición de derechos televisivos sobre eventos internacionales, organizados en la Comunidad Valenciana, surgió la necesidad de adaptar las unidades móviles de la televisión autonómica a los nuevos requerimientos de producción en acontecimientos deportivos o culturales de cierta complejidad. Estos requerimientos incluyen la capacidad de ofrecer servicios broadcast “a la carta” al resto de televisiones que comparten los derechos de difusión del evento, y producir señales de programa independientes y simultáneas para los distintos canales de la misma cadena.

Se trata, por tanto, de ampliar las prestaciones tecnológicas y funcionales del equipamiento de audio instalado en la UM 1 de Canal 9 Televisión Valenciana, afectando a la captación (tomas de sonido), el procesado (mezclas), y la difusión (distribución a las unidades de almacenamiento, transmisión por satélite, enlaces terrestres punto a punto, y fibra óptica).

El diseño completo del estudio, incluyendo el diseño acústico, desborda los objetivos de un solo Ejercicio Final de Carrera. En este proyecto, se desarrollan detalladamente los siguientes aspectos, estructurados en siete partes.

Objeto y antecedentes, se hace una introducción al Ejercicio Final de Carrera y se plantean los objetivos del mismo.

Fundamentos, se describen los elementos que intervienen en una retransmisión audiovisual en vivo.

Planificación Técnica de una retransmisión, se detallan los procedimientos y su planteamiento técnico.

Requisitos de procesado, se presentan las bases necesarias para hacer uso del tratamiento digital del audio en TV.

Descripción del equipamiento, en función de los dos puntos anteriores se describe y justifica la selección de todos los dispositivos a instalar

Conclusiones, se resumen los aspectos más significativos del proyecto.

Anexos, se detalla mediante el programa AUTOCAD, los diagramas de bloques de todo el sistema, así como los mapas de cableado para facilitar su instalación.

1.2 Estado inicial de la Unidad Móvil

En el momento que se abordó la reforma y renovación del equipamiento de audio, la unidad disponía de un control de sonido totalmente analógico:

- Mesa de sonido de 32 canales de entrada (24 monofónicos y 8 estéreos) y 16 buses de salida (4 grupos estéreos, salida máster LR y 6 auxiliares).
- Sistema de intercomunicación de 8 puestos.
- Sistema de órdenes de 6 canales (no simultáneos).
- 3 codecs RDSI.
- 3 procesadores de dinámica bi-canal.
- 3 monitores de escucha.
- Procesador de efectos de 2 canales.
- 10 distribuidores de audio (una entrada 10 salidas por distribuidor).
- Mezclador auxiliar de 6 canales ubicado en rack.
- Reproductor CD.
- Patch interior de interconexión de dispositivos.
- Patch exterior de conexión de multipares con la mesa de sonido.

En las grandes coberturas, era necesario instalar adicionalmente, una gran cantidad de dispositivos externos a la unidad móvil para poder ofrecer los servicios demandados por la producción, como por ejemplo la toma de sonido ambiente con 18 micrófonos exigida por Audiovisual Sport. El sistema de intercomunicación empezaba a ser insuficiente, al igual que los canales de entrada a la mesa de sonido.

Las producciones encargadas de gestionar los derechos audiovisuales del fútbol solicitaban numerosos puntos de captación (micrófonos) a grandes distancias. Como consecuencia la relación señal a ruido se veía afectada negativamente.

La contribución de señales a los sistemas de transporte (enlaces) y almacenamiento (vídeos) aumentó considerablemente.

Por todo ello, se propone sustituir toda la instalación de audio de la unidad móvil, adaptándola a las nuevas demandas de la producción audiovisual actual. Se estudiarán las prestaciones de sonido requeridas para producir eventos televisivos en el exterior del Centro de Producción de Programas.

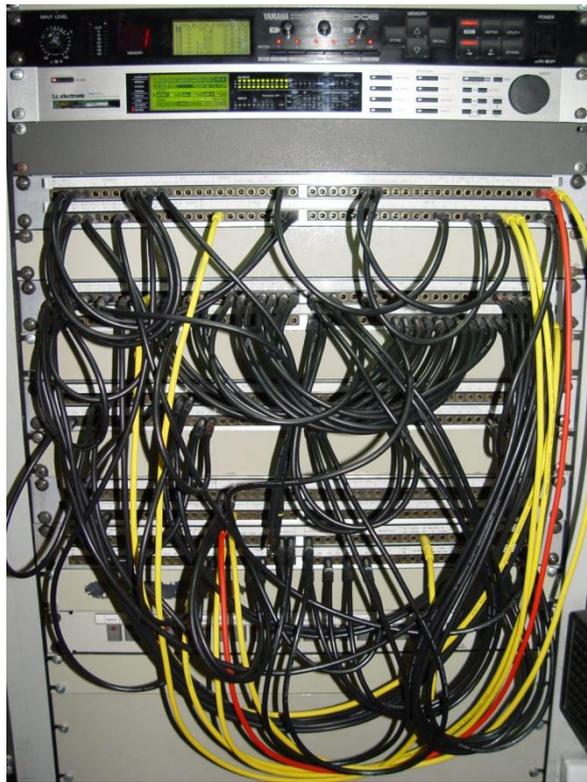
El factor limitante del proyecto será, sin duda, las reducidas dimensiones del habitáculo. Recordemos que se trata de una instalación emplazada sobre un vehículo.



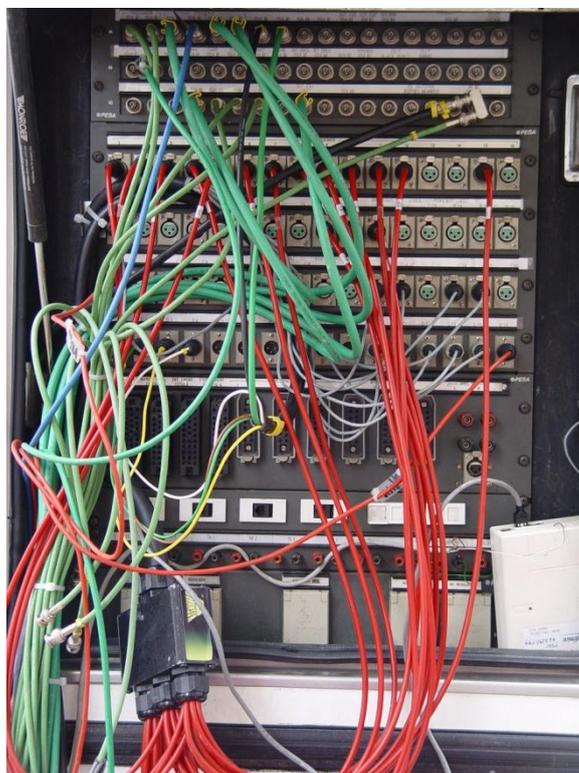
1.1 Mesa de sonido analógica



1.2 Rack de dispositivos



1.3 Panel conexionado interior



1.4 Panel conexionado exterior

2. FUNDAMENTOS

2.1 Elementos de una retransmisión en vivo.

En la mayoría de las producciones de estudio, las tareas del técnico de sonido consisten en mezclar y asegurar que las voces de presentadores e invitados tengan el nivel aceptable y libre de ruidos, además, que la reproducción de las fuentes sonoras acompañe a la imagen. Los recursos técnicos son instalaciones permanentes, y el destino de la señal de programa es una contribución única al Control Central Técnico. En las producciones exteriores es necesario configurar distintos sistemas de intercomunicación, diseñar la instalación del cableado, contribuir con varias señales a diferentes destinos, y por supuesto, encargarse del control y procesado del audio.

Este capítulo se centra en los factores básicos para llevar a cabo la producción en exteriores desde el punto de vista del responsable de sonido, puesto que proporciona una visión general de las necesidades y particularidades que diferencian, una producción en el Centro de Producción de Programas, de una retransmisión compleja de múltiples señales en directo.

La posibilidad de trabajar en el dominio digital ha propiciado la aparición de nuevos sistemas de almacenamiento y generadores de gráficos cuya existencia sería impensable en un entorno analógico, lo que ha originado un gran cambio en todos los procesos implicados en la producción audiovisual.



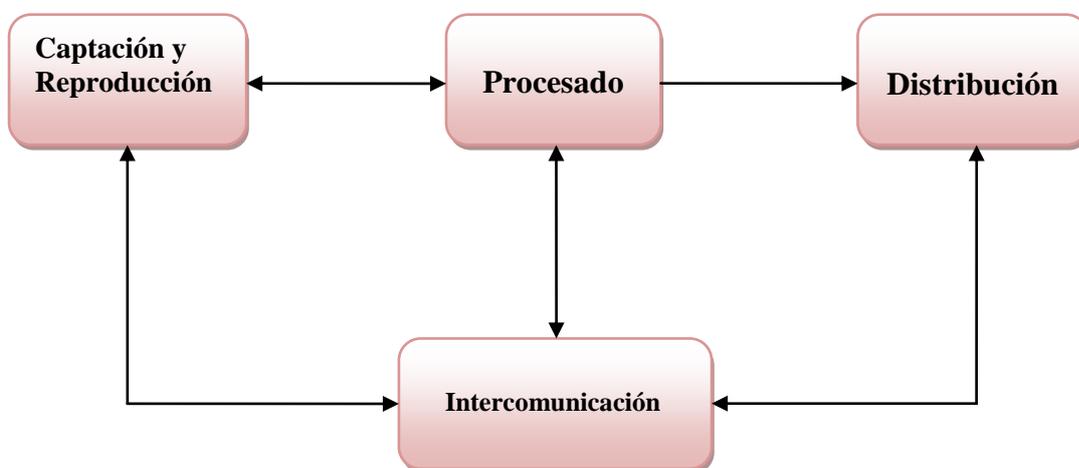
2.1 Unidad Móvil de Grafismo

Esta influencia se ha dejado notar especialmente en el ámbito de la **producción** de la señal televisiva in situ, su **transporte** y **difusión**. En las retransmisiones en directo, estos cambios han sido numerosos e importantes. El control de realización convencional, ubicado en una misma estancia, se convierte en muchas ocasiones,

en un conjunto distribuido de aplicaciones situadas en distintos recintos, incluso en diferentes ciudades.

Las comunicaciones entre los profesionales que desempeñan su función, es de vital importancia en televisión, y en particular cuando se trata de retransmisiones en directo. Lograr una correcta comunicación entre el personal técnico, realización, producción y redacción es imprescindible para la coordinación de las actuaciones de todo el equipo, y aumenta la capacidad de reacción frente a cualquier imprevisto. El técnico de sonido es el encargado de configurar el **sistema de intercomunicación**.

Desde un punto de vista de la producción de la señal televisiva, el diagrama básico de un sistema audiovisual genérico podría ser el siguiente:



2.2 Diagrama básico de una producción audiovisual en vivo

Los elementos de **captación** lo constituyen micrófonos, cámaras de distinta óptica y tipología, reproductores de vídeo y audio, de gráficos, señales auxiliares, y en general, cualquier señal origen habilitada para ser tratada en tiempo real. La mayoría de los dispositivos encargados de la captación en exteriores no difieren de los utilizados en estudio, aunque principalmente en deportes se requieran de tecnologías específicas. La diferencia se encuentra en la conexión de estos equipos con la Unidad Móvil.

La distancia de un micrófono a la mesa de sonido, en una retransmisión, puede llegar a ser de varios centenares de metros, dependiendo de las condiciones y ubicación del evento a cubrir. En un estudio esta distancia se reduce considerablemente, y su instalación es fija e integrada con el resto de la infraestructura del centro.

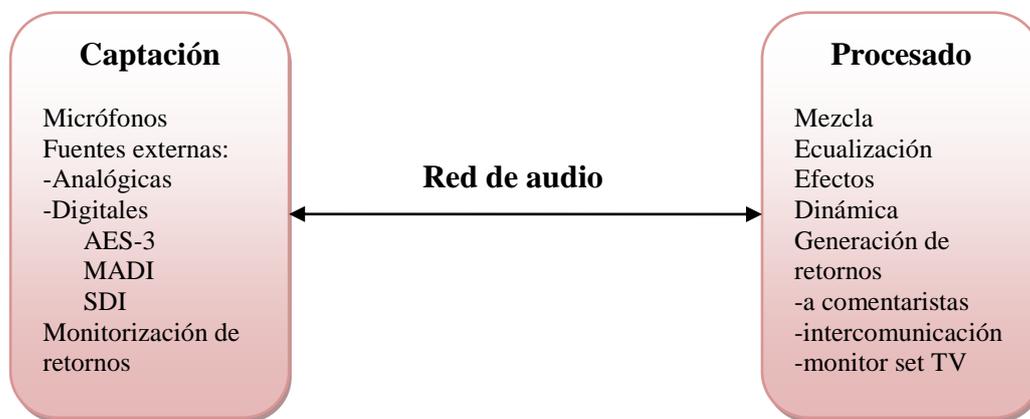
La mesa de mezclas recibe las señales para su **procesado**, esta posee las mismas características técnicas que los mezcladores utilizados en estudio, el factor limitante es el espacio. El objetivo es conseguir una buena relación entre prestaciones y dimensiones de la consola, para poder ser instalada en amplios

vehículos y permitir el desplazamiento a cualquier lugar. Una vez más, la tecnología digital nos facilita el trabajo, aprovechando el nivel de integración electrónica, las aplicaciones software y el emplazamiento de los recursos hardware en racks, sin la necesidad de estar todo implementado en el interior de la mesa de sonido como sucedía en el dominio analógico.

La señal de programa generada desde un estudio de TV es enviada al Control Central Técnico, y desde ahí, distribuida al Control de Continuidad (para su emisión), o a los distintos sistemas de almacenamiento del CPP (Centro de Producción de Programas), como servidores, VTR, discos duros, etc.

Cabe resaltar que cada estudio suministra una sola señal de programa. Mientras que fuera de los estudios habituales de televisión, es usual producir distintas señales hacia diferentes destinos. El caso más frecuente tiene lugar en retransmisiones deportivas, donde se producen, como mínimo dos señales de audio, el llamado audio de programa para emisión, y el denominado audio internacional o sonido ambiente para el resto de televisiones con derechos. El audio internacional es usado también para reportajes en informativos. De este modo, los recursos técnicos necesarios para la **distribución** de la señal desde la UM son muy diversos, y están condicionados por las exigencias y naturaleza del evento que se desea cubrir.

Si particularizamos, las posibles señales de audio que hay que gestionar entre los puntos de captación y el control de sonido de la UM, son las siguientes:



Dada la cantidad y variedad de señales a tratar, así como las largas distancias a cubrir, se hace necesaria una solución que nos permita transportar de manera bidireccional el máximo número de canales con las mínimas pérdidas por longitud. Las **redes digitales de audio** son la solución a los problemas que presentaban los multipares analógicos usados hasta el momento. Además nos va a permitir introducir señales de control para operar remotamente los previos de micrófono, conversores A/D y D/A, embebedores y desembebedores, amplificadores de auriculares. La finalidad es reducir el trayecto analógico de la señal más débil (el micrófono), y así mantener la relación señal a ruido.

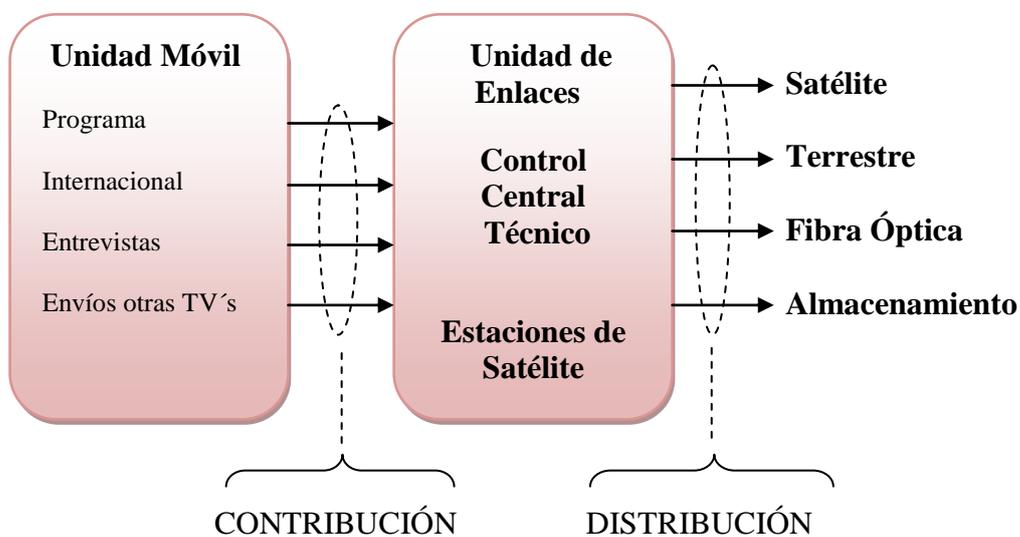
2.1.1 Dispositivos y señales en la captación sonora y retornos

- **Micrófonos**, es el elemento principal en la toma de sonido, sus características vendrán condicionadas por el suceso sonoro a tratar, y su ubicación. Voz, instrumentos musicales, sonidos específicos del evento a retransmitir (canasta de básquet, portería de fútbol, motor de F1, golpe de raqueta de tenis, ...), y sonido ambiente del público asistente serán los acontecimientos más habituales a sonorizar.
- **Señales externas**, son las señales captadas y/o procesadas por equipos ajenos a la producción de televisión. Incluyen las ruedas de prensa distribuidas por los propios clubs deportivos, las denominadas señales institucionales desde un salón de plenos o sala de conferencias, las suministradas por una instalación temporal de refuerzo electroacústico (megafonía PA), y toda señal que proceda de una instalación permanente en teatros, auditorios, instalaciones deportivas, instituciones, etc. También pertenecen las señales cuyo origen es otra UM de televisión encargada de producir una parte de la retransmisión.
- **Conversores**, necesarios para acceder a la red digital de audio, de modo que la conversión analógico-digital se efectúa inmediatamente después del previo microfónico. Las señales externas se pueden presentar en analógico y en distintos formatos digitales. Con AES-3 (AES/EBU) suele realizarse el tráfico de señales entre distintas unidades móviles pertenecientes al mismo grupo de TV. Si la señal de audio va asociada a un vídeo, el formato estándar es el SDI. Con el Palau de les Arts de Valencia se intercambian en MADI la gran cantidad de líneas necesarias para realizar conciertos de ópera en directo. En el apartado 4.2 se tratarán los formatos.
- **Retornos**, audio de referencia individualizado para cada uno de los comentaristas. Incluye una mezcla de señales de todos los comentaristas participantes en la retransmisión, incorpora también aquella parte del sonido internacional, cuyo contenido sea de interés para la narración del evento. Tras una cuidada y pormenorizada planificación, el retorno de comentarista llevará consigo las comunicaciones previamente acordadas con realización, producción y coordinación técnica.

2.1.2 Distribución y transporte

Se refiere a los diversos sistemas con los que se dispone cuando se debe transmitir las señales de vídeo y audio desde el lugar que se originan, hasta los dispositivos de almacenamiento o transmisores, así como de un punto origen a muchos otros puntos de recepción. El transporte se realiza mediante enlaces microondas, satélites de comunicación y sistemas por cable.

Desde el punto de vista del transporte, distinguiremos entre contribución y distribución de señales.



La contribución de la señal producida y su posterior entrega en el formato adecuado, constituye una singularidad respecto a los programas producidos en el CPP. Es importante recalcar la relevancia de este punto, por ser el puente de unión entre el origen del evento y **todos** los Centros de Producción de Programas, encargados de la difusión final del mismo.

Como se ha comentado anteriormente, en una retransmisión deportiva, por ejemplo una eliminatoria internacional, se pretende capturar con máximo detalle las acciones más espectaculares desarrolladas sobre el terreno de juego, y las reacciones de sus protagonistas. Cada televisión, con derechos de difusión, personaliza y complementa la realización general, con comentaristas propios, gráficos, entrevistas y seguimientos particulares de su interés. Todo ello obliga a disponer de una infraestructura capaz de suministrar **servicios a la carta**, esto es, narración en distintos idiomas, entrevistas en directo o grabadas, gráficos con ráfagas de audio, programas de informativos pre-partido y post-partido, intervenciones en sala de prensa, seguimiento de un personaje relevante, y por supuesto la realización multilateral o señal internacional.

Se distribuyen, por tanto, distintas señales simultáneamente y en diversos formatos, por lo que se precisa de matrices y conversores que puedan cubrir las necesidades del tráfico de señal generado en un gran acontecimiento deportivo o cultural.

2.1.3 Intercomunicación

Las grandes transmisiones del exterior, aquellas que requieren la participación de importantes recursos técnicos y humanos para la cobertura en directo del evento en cuestión, precisan de sistemas de comunicación altamente confiables que faciliten la coordinación entre equipo técnico, artístico, de producción y redacción. Este mecanismo es esencial para llevar a buen término la realización de cualquier espacio televisivo.

Hasta hace unos años las comunicaciones internas eran sencillos circuitos dúplex, que sumados, proporcionaban los servicios de una red en la que “todos se oían a todos”. Hoy el corazón del sistema es una matriz digital con suficientes puertos, donde los puntos de cruce entre origen y destino son parametrizables con posibilidad de establecer prioridades, dando lugar a una topología de red variada según convenga en cada situación.

Una parte imprescindible del sistema de intercomunicación son las líneas RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Estas líneas ofrecen la posibilidad de establecer comunicación bidireccional, con un ancho de banda notable para la voz (>> 4kHz), entre la Unidad Móvil y el Centro de Producción de Programas.

2.2 Descripción de las señales de audio en una Unidad Móvil de TV

La grabación de sonidos en vivo se efectúa por medio de una amplia variedad de micrófonos. La calidad de la toma de sonido dependerá de variables externas (colocación y entorno acústico) y también de las variables de diseño (características de diseño y calidad del previo microfónico asociado). Se debe tener en cuenta que el resultado de una captación sonora no mejorará el eslabón más débil del recorrido de la señal. Por eso es conveniente seleccionar con criterio el preamplificador, diseñar una instalación de cableado de mínimo recorrido analógico y protegido de interferencias.

Existe abundante bibliografía relativa a la elección y colocación de un micrófono, actualizada permanentemente por las guías que ofrecen los propios fabricantes de transductores. La clave está en elegir cuidadosamente el micrófono que se adecua a la aplicación concreta que se presenta.

En este punto se plantearán aquellos dispositivos de captación, de uso específico en transmisiones exteriores de televisión. Asimismo se definirá el contenido de las señales para distribución y retornos.

2.2.1 Herramientas de captación

Captación del sonido

Las retransmisiones deportivas precisan una dotación de micrófonos específica. Cada una de las distintas modalidades deportivas posee unos elementos sonoros particulares.

El componente sonoro de las retransmisiones deportivas lo forman, el sonido ambiente de la acción deportiva y las locuciones de los comentaristas. Los micrófonos asignados para captar sonido ambiente poseen un diagrama polar altamente direccional (supercardioides), son muy sensibles a la manipulación, y deben estar montados sobre un soporte antivibraciones. Deberán ir provistos también de fundas protección del viento y la lluvia. Las características del micrófono de **tubo de interferencia (o cañón) corto**:

- Cápsula de condensador
- Ancho de banda 50 Hz-20 kHz
- Sensibilidad 25mV/Pa
- Nivel máximo de presión sonora > 125 dB

Para tubo de interferencia o cañón largo:

- Cápsula de condensador
- Ancho de banda 60 Hz-20 kHz
- Sensibilidad 40mV/Pa
- Nivel máximo de presión sonora > 120 dB



2.3 *Micrófono de cañón con paraviento y antilluvia*

El tubo de interferencia es un conducto con ranuras, que provoca un desfase de la onda con incidencia lateral respecto a la incidencia frontal. Esta característica es utilizada para discriminar el ambiente procedente del público en relación al sonido que interviene en el juego. En realidad, es tan alto el nivel de presión sonora en las gradas de público, que únicamente es posible captar el sonido del terreno de juego con la direccionalidad de este tipo de micrófonos.

En baloncesto tiene interés el golpe del balón sobre la canasta, por ello se instalan pequeños micrófonos hipercardioides detrás del cuadro de tiro.

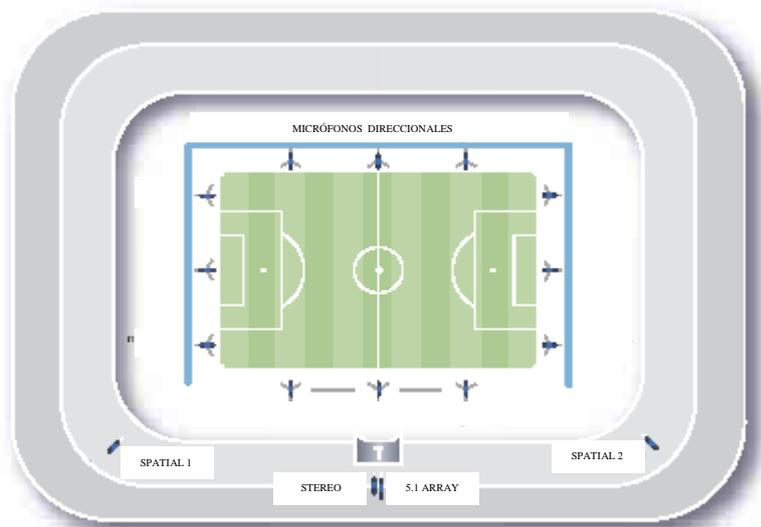


2.4 Micrófono de ambiente de canasta

El sonido de los golpes al balón de fútbol, el sonido de la pelota de tenis al golpear la raqueta, el sonido de las zapatillas de los jugadores sobre la cancha de baloncesto, las exclamaciones de los aficionados que asisten a la prueba deportiva, las quejas, los lamentos, los gritos de esfuerzo de los deportistas e incluso las decisiones de los árbitros y jueces que regulan la competición, complementan la información y enriquecen la expresividad de la retransmisión.

Tal como se ha comentado anteriormente, las empresas encargadas de gestionar los derechos audiovisuales de competiciones deportivas internacionales, fijan los criterios de producción, en los que se detalla, entre otros, de una forma pormenorizada la ubicación y cantidad de micrófonos.

La UEFA Champions League, en su manual de producción 2010/11, propone la siguiente configuración de micrófonos de ambiente para la fase final de la competición.



2.5 Configuración de micrófonos de ambiente en partidos de Champions League

Como puede apreciarse en la figura, el ambiente del terreno de juego se realiza con 12 micrófonos distribuidos por todo el perímetro. La sensación de espacialidad en un entorno surround (envolvente) se consigue con los spatial I y spatial II situados a ambos ángulos inferiores (percepción espacial posterior al eje de cámaras). Centrados y a una altura de grada intermedia se ubica un par estéreo y una matriz de micrófonos para toma de sonido 5.1. De manera que se pueda compatibilizar mezclas dedicadas en distintos formatos multicanal, evitando el **downmix** (conversión de 5.1 a estéreo por un algoritmo de sumas y filtrados). La UEFA fija también criterios de compresión por cada micrófono individualmente, con el fin de evitar los desagradables desbordamientos digitales, provocados por la dinámica tan impredecible en este tipo de acontecimientos, y conseguir además cierta uniformidad en la captación. Estos parámetros son:

- **Ratio 3:1**
- **Umbral – 18 dBFS** (sobre fondo de escala)
- **Tiempo de ataque 30 ms**
- **Tiempo de caída 200 ms**

Considerando que la unidad móvil se encuentra situada fuera del estadio, es fácil comprobar las grandes distancias que puede llegar a tener un micrófono hasta la mesa de sonido, más de 400 metros en muchas ocasiones. Se justifica así la conveniencia de interponer preamplificadores para no perjudicar la calidad de la señal.

Las locuciones de los comentaristas implicados en una retransmisión deportiva suministran datos esenciales para comprender el desarrollo de la competición. Los perfiles profesionales son:

- Comentarista narrador sobre el que cae el peso del relato del acontecimiento.
- Comentarista especialista que apoya al narrador con aclaraciones técnicas.
- Reportero “in situ” que recoge los testimonios de los implicados en la prueba.

El tipo de micrófono empleado por los comentaristas depende de las condiciones acústicas del recinto; pabellón cerrado, estadio abierto, cabina acondicionada, y la decisión del realizador de situar a los comentaristas en imagen o fuera de ella (en off).



2.6 Posición de comentaristas a pie de cancha

La situación de la imagen es la más severa (acústicamente hablando) de las que puedan darse, pabellón de baloncesto con tiempos de reverberación elevados, sistema de megafonía funcionando durante el partido, y la posición de los comentaristas ubicada cerca de la pista de juego. Las características de los micrófonos para estas situaciones son:

- Microauriculares (micrófono adaptado a la diadema del auricular)
- Tipo de transductor dinámico
- Ancho de banda 50 Hz-12 kHz
- Baja sensibilidad, superior a 1 mV/Pa

Si realización exige planos de imagen con el narrador del partido, se emplearán micrófonos tipo diadema (figuras 2.7). Diminutos transductores de condensador y baja sensibilidad.



2.7 Micrófonos tipo diadema. Con una colocación adecuada resultan discretos

Estos elementos permiten mayor libertad de movimiento al locutor, pues el micrófono se adapta a la diadema de los auriculares y se sitúa cerca de la boca, reduciendo así la captación de sonido ambiente. Por su parte el reportero “in situ”, deberá disponer de un micrófono de mano inalámbrico para poder desarrollar las entrevistas a los protagonistas de la competición.

En ocasiones las posiciones de comentaristas se encuentran en cabinas insonorizadas y acondicionadas. Situación propicia para hacer uso de microcascos de superior calidad:

- Cápsula de condensador
- Ancho de banda 30 Hz-18 kHz
- Sensibilidad superior a 6 mV/Pa



2.8 Cabina de comentarista en Mestalla (Valencia)

Para entornos excepcionalmente ruidosos, existen micrófonos con una sensibilidad inferior a 1 mV/Pa. Denominados “bigoterías”, se adaptan a todos aquellos ambientes donde la voz del comentarista corre el riesgo de ser parcialmente o completamente enmascarado por el ruido de fondo. Transductor de tipo cinta que permite hablar en posiciones extremadamente cercanas sin reproducir ruidos no deseados por respiraciones o pops. Es un micrófono de mano, y por tanto, limitará la libertad de movimientos del narrador.



2.9 Posición de comentarista con “bigoterías”

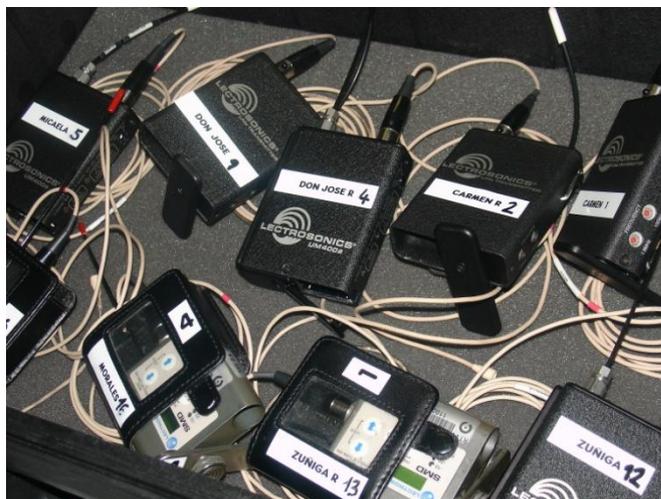
Las retransmisiones de ópera en directo conlleva la utilización de gran cantidad de micrófonos de calidad. La mayoría son de condensador, alta sensibilidad (para la orquesta), distintos tamaños de membranas, y variados también los patrones directivos. Estas representaciones se llevan a cabo en recintos acústicamente preparados, con bajos niveles de ruido de fondo, pero con unos rígidos procedimientos de trabajo artístico que dificultan o impiden, en la mayoría de los casos, la instalación de micrófonos sobre el escenario, de modo que el único recurso que garantiza una sonorización óptima de la voz es la colocación de micrófonos inalámbricos en los cantantes, disponiendo eso sí, de la imprescindible colaboración de los profesionales de caracterización. Los transductores utilizados para este propósito son omnidireccionales y de baja sensibilidad.



2.10 Micrófonos integrados en la caracterización de cantantes de ópera

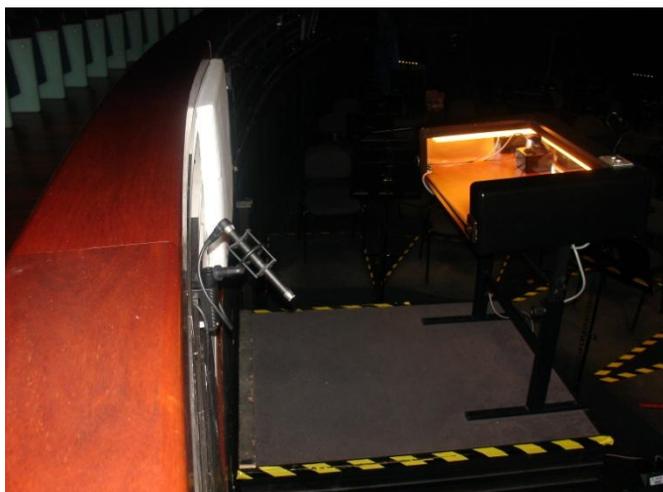
El hecho de trabajar con micrófonos inalámbricos siempre implica un riesgo, aunque la instalación de radiofrecuencia se encuentre debidamente ajustada, con facilidad pueden aparecer anomalías puntuales en la recepción. Por tratarse de un espectáculo en directo donde el audio es el gran protagonista, se aloja un segundo micrófono en posición contraria al primero, con su respectivo transmisor en el interior del vestuario. Esta situación, además de disponer de micrófono reserva para cada cantante, facilita la mezcla en directo, pues permite seleccionar uno u otro, cuando dos personajes cantan muy próximos y acechan

los problemas de coherencia de fase en la suma, provocando alteraciones en la respuesta en frecuencia de la señal resultante. Se mezclaran los dos micrófonos más alejados, con las cabezas de los cantantes como obstáculo.



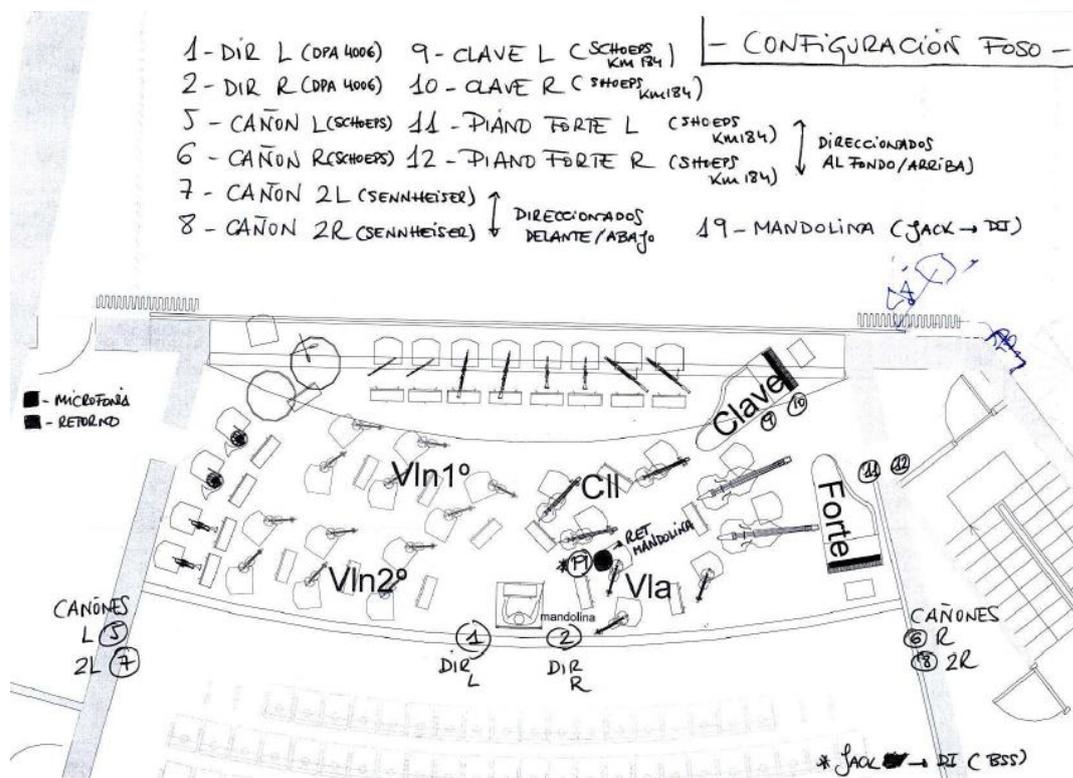
2.11 Ópera Carmen. Inalámbricos para los cantantes

La sonorización de la orquesta en el foso debe realizarse mediante captación cercana e individual a cada grupo de instrumentos. La reducida capacidad del habitáculo, y las restricciones estéticas de imagen (prohibición de hacer visibles los soportes de micro desde las butacas), obligan a situar los micrófonos allá donde permitan las circunstancias. Descartando así la posibilidad de hacer uso de técnicas estereofónicas de par coincidente, como X/Y, M/S, Decca Tree, etc.



2.12 Micrófono para captación en el foso de la orquesta

Los puntos de captación se complementan con micrófonos de cañón corto situados en el suelo de la parte frontal del escenario (candilejas), y en los laterales del escenario, con el objetivo de recoger las voces del coro que no lleven inalámbrico.



2.13 Configuración de pequeña orquesta en foso. Auditorio Martín y Soler

Listado de micrófonos de orquesta más habituales

Multipatrón: NeumannU87AI, AKG414B.

Omnidireccionales: DPA4006-tl, DPAstereo-kit 3506/4006tl (par coincidente), DPA4061-FH, ShoepsBLM-03, ShoepsMK2S .

Cardioides: DPA4011-tl, ShoepsCCM4, ShoepsMK4g, NeumannKM184, ShennheiserMD421, Shure SM58, ShureSM57.

Hipercardioides: ShoepsCCM41, Shure Beta58, Shure Beta87.

Supercardioides: ShennheiserMKH416 (cañón corto), ShennheiserE945, ShennheiserSKM535, ShennheiserSKM945, ShureRB184.

Preamplificadores de micrófono

Puesto que la señal entregada por un micrófono es muy baja, es preciso amplificar para subir la señal a niveles aceptables (30-60 dB). Las características técnicas de este dispositivo deben cumplir los requerimientos de las distintas producciones.

En los planes de producción de **Audiovisual Sport** (antiguo gestor de derechos televisivos de fútbol de 1ª división) fijaba unas prestaciones mínimas para las unidades encargadas de producir el audio/locuciones en grandes eventos con una producción de al menos 12/14 cámaras. Hoy son los manuales de estilo de la **UEFA** y la empresa **MEDIAPRO** (propietaria actual de los derechos del fútbol para TV) los que determinan el equipamiento técnico necesario. Para preamplificadores de micrófono se exige:

- Entradas y salidas balanceadas por transformador
- Impedancia de entrada superior a 2 kOhm
- Impedancia de salida inferior a 250 Ohm
- Nivel máximo de entrada superior a 20 dBu (referenciado a 0,775 Vrms)
- Rango dinámico superior a 100 dB.
- Ancho de banda 20 – 20 kHz +/- 0,5 dB

Aun siendo unos requerimientos muy exigentes, es conveniente considerar previos con impedancia adaptada tanto para micro como para línea, reduciendo así tamaño y peso de los equipos. Las tomas de sonido de cantantes de ópera, percusiones de gran tamaño, y espectáculos pirotécnicos precisan de rangos dinámicos generosos para evitar la distorsión por saturación.



2.14 Preamplificadores micro/línea con conversión Analógico-Digital

2.2.2 Señales multilaterales y unilaterales

La **cobertura multilateral** de un partido (u otro acontecimiento), llamada también **señal internacional**, señal institucional o pool, es la que produce la cadena de televisión principal y que pone a disposición de todas las compañías de TV con derecho exclusivo (**right holders**). Así cuando el acontecimiento es de gran envergadura, se emplean unidades auxiliares. Básicamente, estas unidades tienen las mismas características técnicas que la unidad móvil a la que sirven, y producen una señal independiente de la parte de la competición que se les asigna. La señal resultante (completamente realizada) se envía a la unidad móvil de producción principal que pasa a incluirla en la realización final como una única fuente de audio y vídeo más.

El contenido de la señal internacional, en cuanto al audio, incluye los ambientes, parlamentos institucionales, intervenciones (previamente pactadas) de protagonistas del evento, y ruedas de prensa.

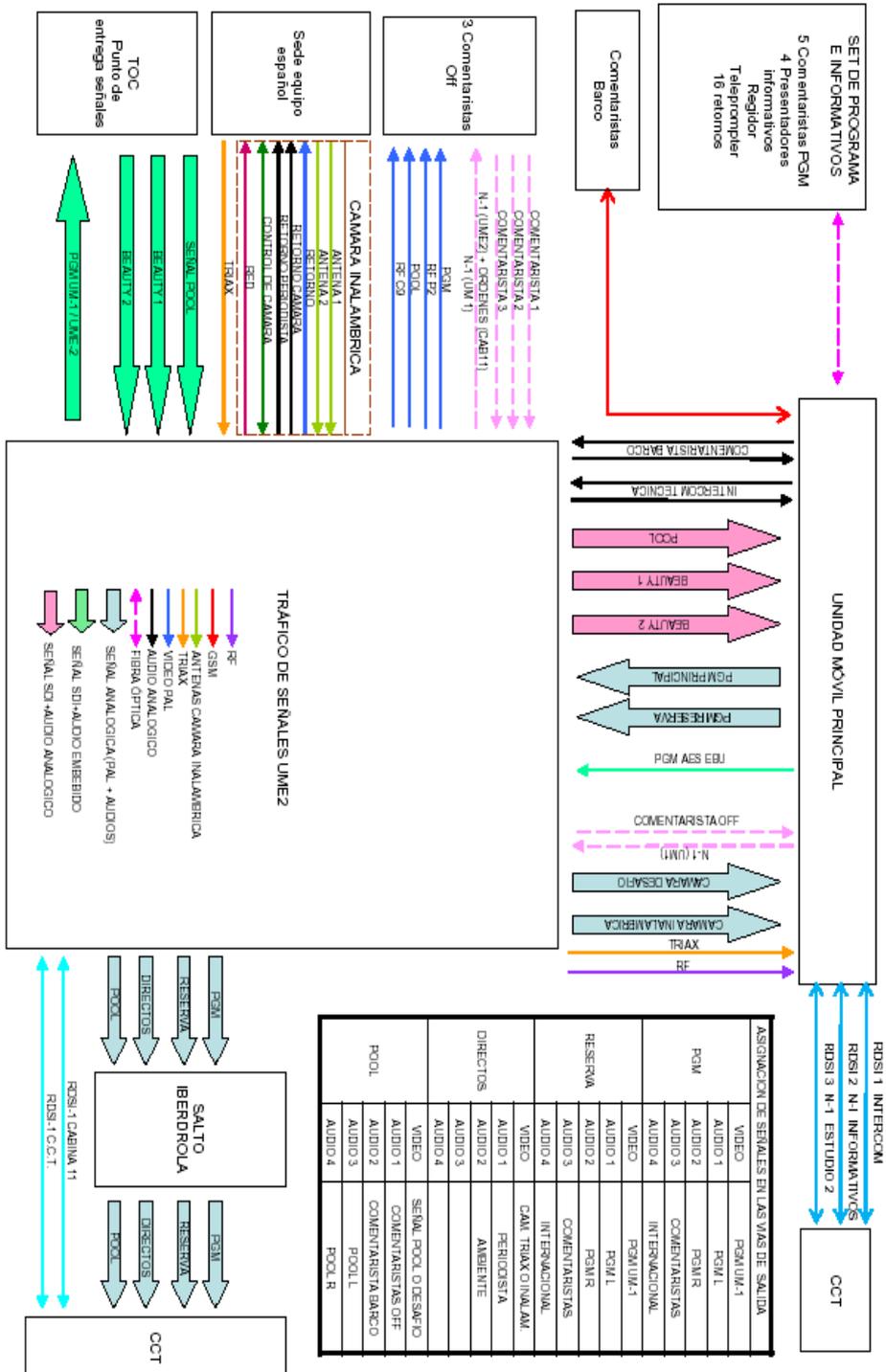
La **cobertura unilateral** o **señal personalizada** de un partido (u otro acontecimiento), es la que produce una cadena de TV individual para su propia finalidad, utilizando sus propios recursos, como complemento de la cobertura multilateral, para el interés específico de sus telespectadores. De este modo se podrán agregar las locuciones de los comentaristas particulares, entrevistas e insertar planos y gráficos para realizar su propia cobertura. Se trata de llevar a cabo una realización simultánea para combinarla con la señal internacional (o multilateral).

El contenido sonoro de la señal unilateral es el programa completo que va a ser difundido a la audiencia de la cadena. Incorpora los comentaristas, intervenciones específicas para esa cadena, cabeceras de programa, ráfagas asociadas a grafismos, músicas, y vídeos.

En la figura 2.15 podemos ver una planificación del tráfico de señales durante la retransmisión de una regata de vela. A la izquierda tenemos todas las señales de captación, con cuatro posiciones de comentarista: sede del equipo español, posición en off, una posición dentro del campo de regatas, y el set (plató de TV) en el interior del edificio habilitado por la organización.

El **TOC (Technical Operations Centre)** es el punto de entrega (patch) de señales por parte de la producción de la competición. En aquella ocasión se disponía de una señal **pool** (señal multilateral) con la realización de las cámaras (y micrófonos) inalámbricas a bordo de las embarcaciones de competición, y la opción de dos señales con panorámicas del puerto (beauty) realizadas por la TV que gestionaba el evento.

Excepto el plató (set de programa e informativos) y el audio del periodista del barco (GSM), todo el tráfico pasa por una unidad auxiliar de enlace, que suministra señales a la unidad principal, y entrega a los radioenlaces el programa, la señal internacional, y las intervenciones (directos) a distintos programas del CPP.



2.15 Tráfico de señal en la 32end America's Cup

Desde el set de televisión se realizan informativos en directo. El control de sonido de la UM principal proporciona retornos a todos los comentaristas y comunicaciones a regidor, teleprompter y personal técnico de la unidad auxiliar.

Cabe destacar la asignación de distintos audios a las vías de transporte, confirmando así la necesidad de disponer suficientes buses de salida en la mesa de sonido para soportar el tráfico hacia enlaces y almacenamiento (vtr's). Recordemos que esto era precisamente otra singularidad del trabajo en exteriores.

2.2.3 Retornos

El narrador de la transmisión debe conocer en todo momento el contenido del programa que está en difusión. Para ello se enviará una mezcla individual para cada comentarista con su voz, el ambiente total o parcial (según su interés), las órdenes procedentes de la unidad móvil y del CPP (según planificación previa).

Las órdenes procedentes del Centro de Producción de Programas, a través de la RDSI, a menudo vienen acompañadas de señal de programa. Es el caso de la entrada en directo para un informativo. El periodista "in situ" necesita oír el programa que está saliendo al "aire", especialmente cuando desde plató le están dando paso. Por tanto, recibirá todas las señales generadas en el estudio (el de informativos, por ejemplo), todas excepto una, su propia voz.

El recorrido de la señal desde el origen del directo, transporte, procesado en estudio, y vuelta otra vez al origen provoca un retardo. Toda persona que se escuche a sí misma con un retardo superior a 10 milisegundos (probado experimentalmente), siente cansancio y habla con dificultad.

La señal que contiene todas las fuentes de audio mezcladas, excepto la del comentarista que la está recibiendo, se denomina N-1. En adelante hablaremos de la N-1 para referirnos a esta situación.

El narrador debe disponer de un sistema que le permita avisar al técnico de sonido de cualquier problema que surgiese durante la retransmisión. El dispositivo se completará con un control del nivel de escucha (deberá ser capaz de entregar 50 V pico a pico con una carga de 2000 Ohm.) y sistema de corte para los micrófonos.

En resumen, se elaborará el retorno de comentarista mezclando su propia voz (localmente, con retardo inferior a 10 ms.), órdenes de realización, edición, N-1, y el resto de señales de interés. Tarea que se puede llevar a cabo de dos formas.

Mezclando comunicaciones con el resto del retorno en la mesa de sonido (figura 2.16b) o, realizar la suma en la matriz de intercom (figura 2.16a).

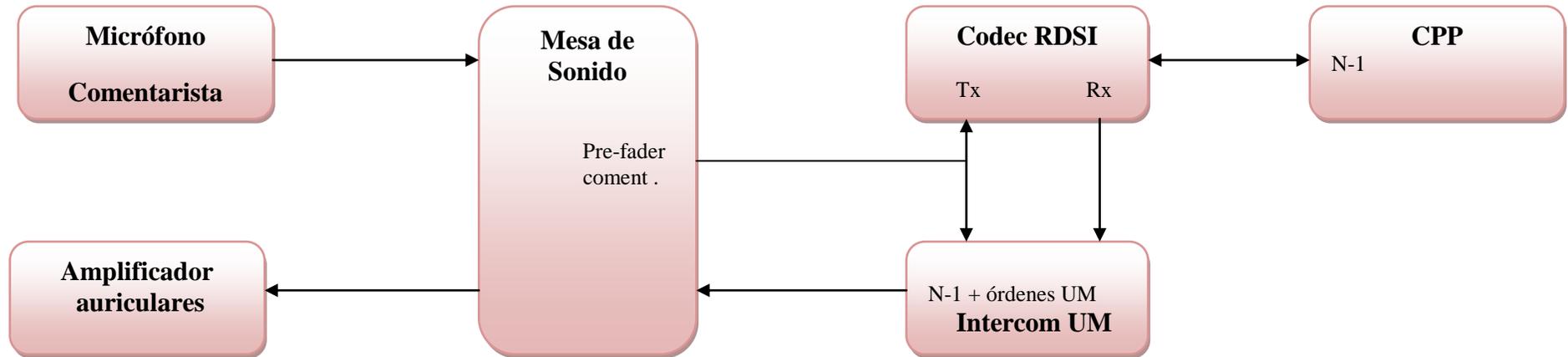


Figura 2.16a

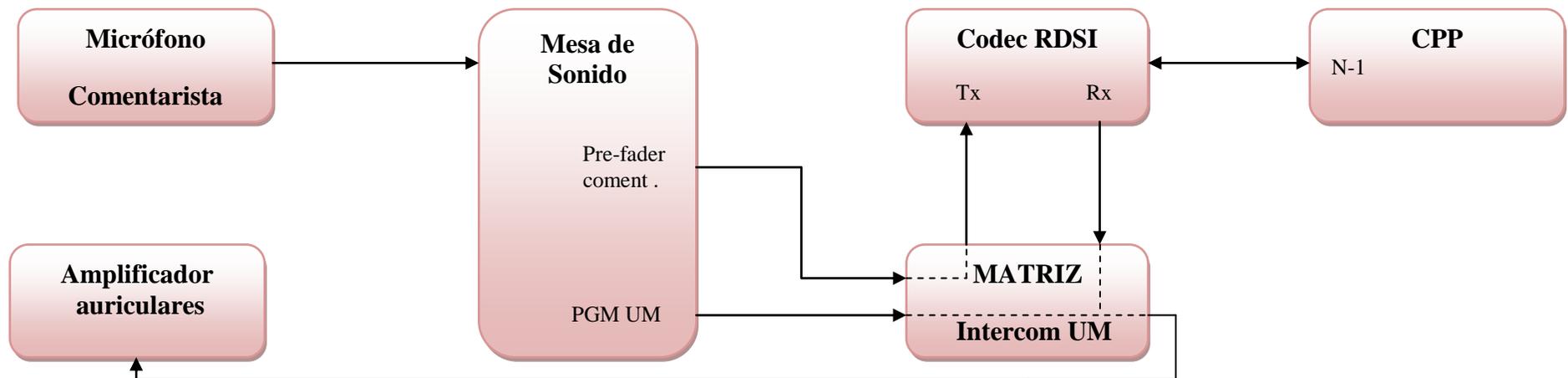
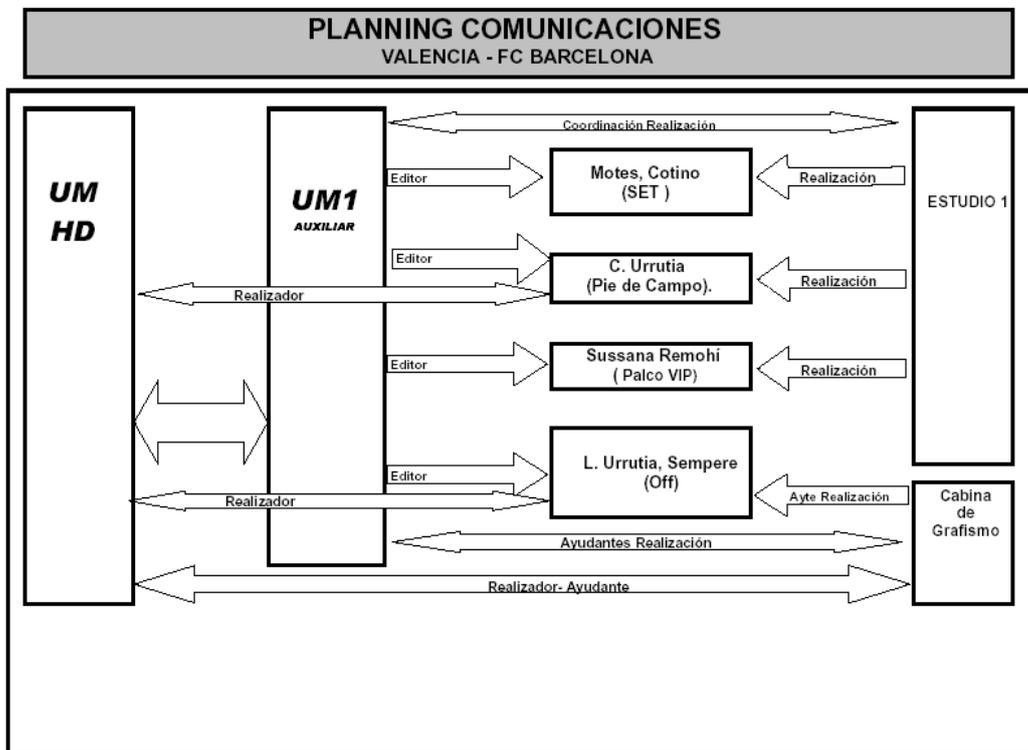


Figura 2.16b

A continuación se presenta una planificación de comunicaciones, con una configuración de unidad principal más una auxiliar, órdenes desde distintos estudios del CPP, (programa de deportes estudio 1 y cabina de grafismo), intercomunicación entre realizadores, ayudantes, comentaristas y edición de deportes.

Las vías de comunicación entre unidad móvil y el centro de producción son las RDSI. El estándar de codificación G722 permite establecer dos comunicaciones bidireccionales por línea contratada. Según el planning acordado, resultan siete vías de comunicación entre el CPP y el estadio, por tanto, será necesario contratar cuatro líneas RDSI. Si todas las posiciones de comentarista van asociadas a la unidad auxiliar (UM 1), se instalarán tres RDSI en UM 1, y una en UM HD.



Comprobamos, por ejemplo, que la posición de OFF puede llegar a recibir órdenes por tres caminos distintos, desde grafismo del CPP, editor de UM 1, y realización de UM HD. Para evitar la no deseada coincidencia, el sistema de intercomunicación debe permitir establecer prioridad en los puntos de cruce de la matriz. Prioridad que debe ser acordada en las reuniones de planificación de la retransmisión.

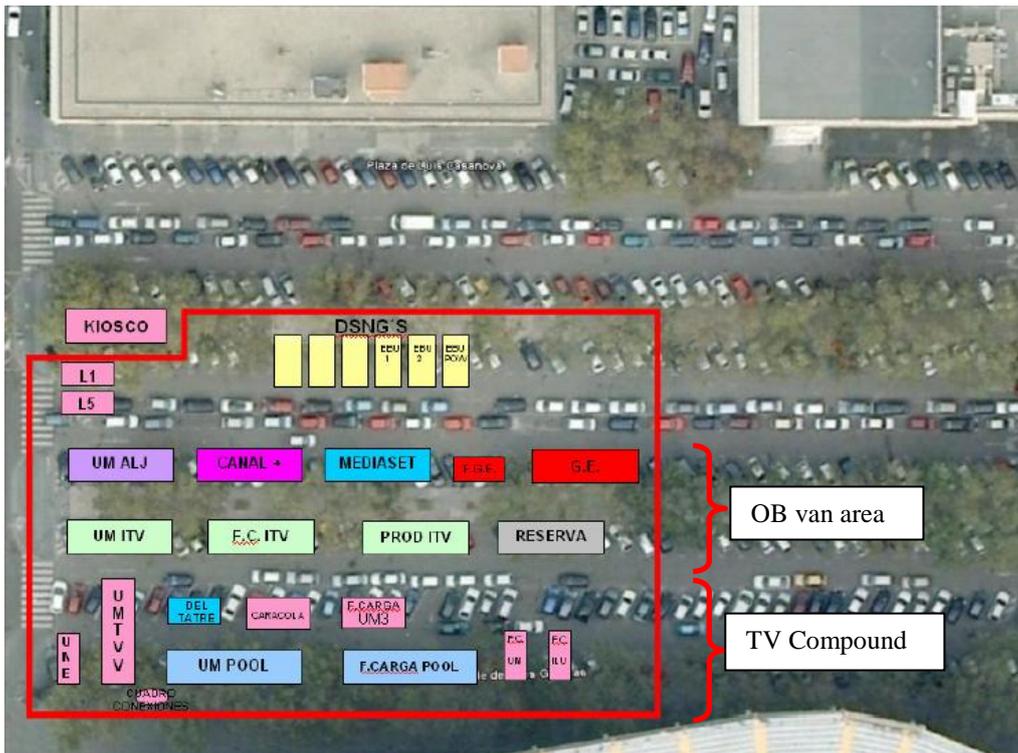
3. PLANIFICACIÓN TÉCNICA DE UNA RETRANSMISIÓN.

El despliegue de medios técnicos necesario para cubrir un evento, varía en función de su relevancia, pero el proceso de la planificación siempre es el mismo.

- **Apertura de expediente y reuniones previas**, primero se determinan los requisitos de producción, para que después el personal técnico pueda plantear los procedimientos de producción técnicamente posibles. Dependiendo de la complejidad de la transmisión, es frecuente que el personal de producción y técnico deban adoptar soluciones de compromiso. Asimismo se contactará con responsables de la institución, empresa o consorcio de TV organizador del evento con el objeto de conocer sus especificaciones particulares.

- **Localización “in situ”**, visita al lugar donde se realizará la transmisión para identificar los elementos significativos del montaje.

- Ubicación (**TV Compound**) de las Unidades Móviles y vehículos auxiliares, a ser posible dentro las instalaciones que rodeen el estadio, y destinado a la empresa o televisión encargada de producir y realizar el evento, con capacidad para albergar vehículos pesados (figura 3.1).
- Emplazamiento para la denominada “**OB van area**” (Out-side Broadcast area), para las cadenas de televisión que difunden el acontecimiento pero no producen directamente la señal (figura 3.1).
- Localización de un espacio diáfano, y situado en la parte exterior del estadio con una adecuada orientación geográfica para las Estaciones de Satélite. La ubicación geográfica de los sistemas de transmisión por satélite, debe ser cuidadosamente estudiada para facilitar el acceso al mayor número de satélites (figura 3.2).
- Ubicación de los sistemas de transmisión punto a punto. Desde este lugar se necesita tener visión directa con los principales centros emisores, situados en la sierra más cercana. Estas características tan especiales requieren que dichas ubicaciones se encuentren en los lugares más elevados.
- Posiciones de cámaras, necesidad de plataformas, orientación respecto al sol.
- Cableado para toma de imagen (triaxial o fibra óptica), desde los diferentes puntos de captación hasta el patch principal, ubicado en la zona habilitada para las UUMM (TV Compound). Posiciones Master, Teleobjetivo, Fuera de juego, Ángulo contrario, etc...
- Cableado para toma de sonido (par trenzado y/o fibra óptica), desde los diferentes puntos de captación hasta la zona de UUMM.
- Identificación de los diferentes espacios dedicados a medios audiovisuales. Cabinas de comentaristas, sala de conferencias de prensa, set de entrevistas, estudios de TV, zona de autoridades, etc...
- Valorar la necesidad de iluminación adicional.



3.1 Distribución de UUMM en Mestalla. Valencia



 Intelsat 905 e Hispasat

 Cualquier satélite con una elevación mínima 41°, ej: AB1, AB2, W2A, W3

3.2 Zona de cobertura DSNG (Estaciones de Satélite). Mestalla

- **Concretar Plan de Producción**, la planificación elaborada en base a la localización, tiene que definir los procesos básicos, la información y detalles necesarios para establecer una correcta coordinación a todos los implicados en la transmisión. En él se detallarán:

- Ubicación exacta de las unidades móviles y su tipología: unidad de alta definición, de personalización, de grafismo, de enlace, y unidad de grupo electrógeno.
- Situación de cámaras y plataformas.
- Ubicación de comentaristas, cabinas, set entrevistas, sala de conferencias de prensa. Definir puestos inalámbricos. Monitorado de la señal de vídeo.
- Tomas de sonido. Emplazamiento y tipología. Selección del audio en los monitores del control de realización.
- Plan de comunicaciones, quien debe oír a quien, y con qué orden de prioridad. Números de RDSI, y puntos de acceso. Contenido de los retornos a comentarista, N-1.
- Plan de distribución de señal que incluirá:
 - **contenido**: multilateral, unilateral, directos de informativos, etc....
 - **formato**: SDI, AES-3, analógico.
 - **destino**: número de vía y asignación de canales, número de vtr y asignación de canales, unidad auxiliar.
- Tendido de cables. Descripción de instalaciones permanentes, ubicación de patch-panels (paneles fijos de interconexión). Planos y fotografías que permitan determinar el recorrido del cableado.

ASIGNACION PREINSTALACION CABLEADO



ARMARIO EXTERIOR



CUARTO CABLEADO



PIE DE CAMPO

LINEAS DE AUDIO

Cabinas Comentaristas.
 12- líneas Cabinas-armario perso
 12- líneas Cabinas-armario
Libres
 8-líneas Cabina C-armario **Libres**
 10-líneas Tele Master-armario
Libres

Pie de campo.
 9-líneas Campo-armario perso
 15-líneas Campo-armario **Libres**

Cuarto cableado.
 34 líneas Cuarto-armario perso
 28 líneas Cuarto-armario **Libres**

LINEAS DE BNC

10-líneas Cuarto-armario perso
 4-líneas Cuarto-armario **Libres**
 1 línea Campo-armario Gol TV
 2 líneas Campo-armario perso
 1 líneas Campo-armario **Libres**
 3 líneas Cabinas-cuarto perso

LINEAS DE TRAXIAL

1-Cámara 1 multi
 2-Cámara 2 multi
 3-Cámara 7 multi
 4-Cámara 5 multi
 5-Cámara 6 multi
 6-Cámara 9 multi
 7-Cámara 10 multi
 8-Cámara 11 multi
 9-Cámara 14ay14b multi
 10-Cámara 8 multi
 11-Cámara 13 multi
 12-Cámara 15ay15b multi
 TELE-Cámara 3 multi
 MASTER-cámara 4 multi
 13-Cámara 7 perso
 14-Cámara 1 perso
 15-Cámara 2 perso
 16-Cámara 8 perso
 17-Cámara 3 perso
 18-Cámara 4 perso
 19-Cámara 5c perso
 20-Cámara 6 perso
 21-Cámara 5a perso

Nota:
 Las Cámaras
 1,2,6,9,13,14a,14b,15a,15b
 de la UM multi y C1,C2 UM
 perso.
**Deben cablear desde el
 cuarto de cableado.**
 La Cámara 12 de la UM multi
 se ha de cablear directa desde
 la UM.

3.3 Pre-instalación de cableado. Mestalla

- **Ejecución de la instalación “in situ”**, el plan de trabajo para la instalación empieza con la convocatoria y organización de horarios del personal al Centro de Producción de Programas, revisión de todo el material necesario, y desplazamiento al origen de la transmisión.

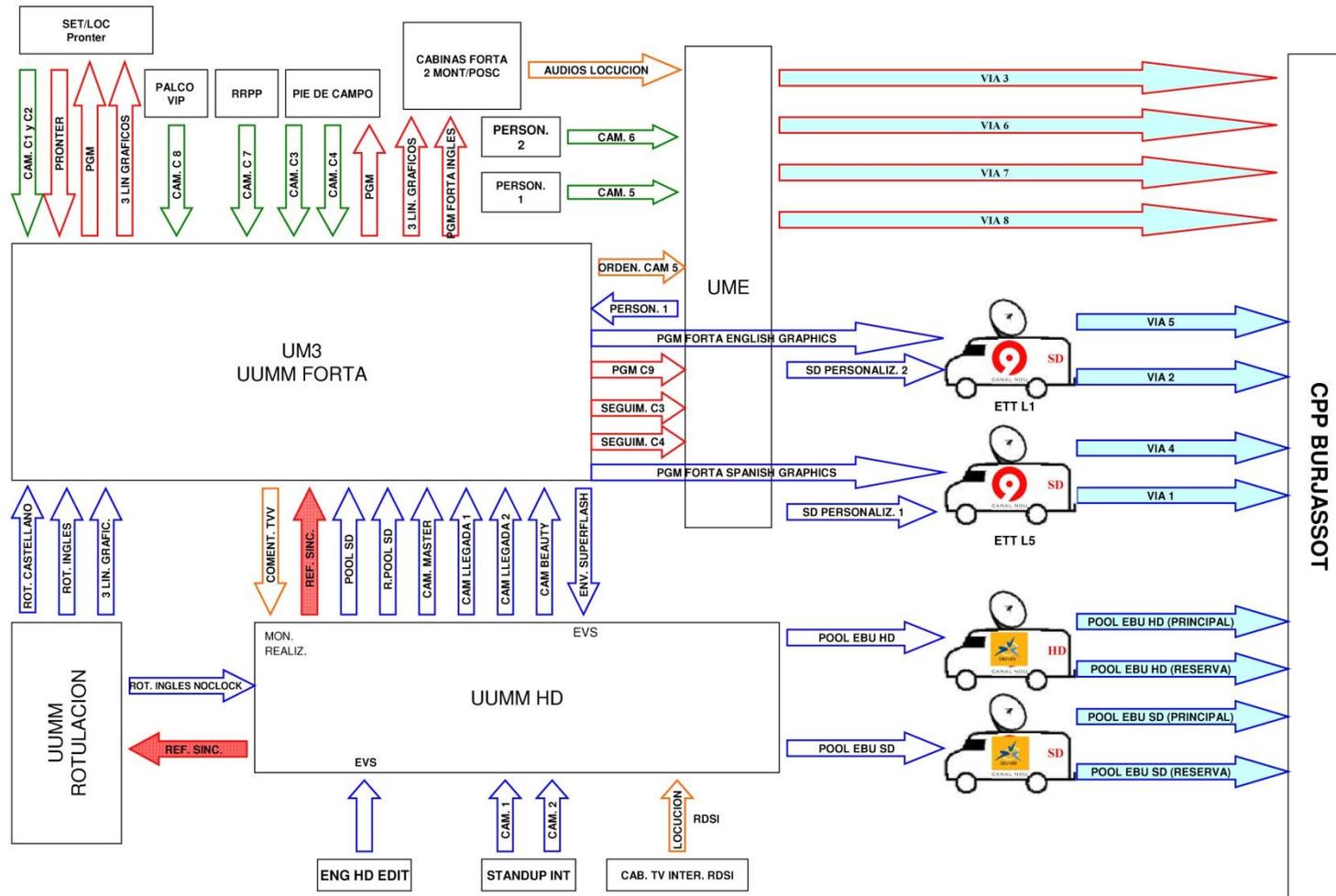
- Llegada a la zona habilitada para las unidades de televisión, y aparcamiento según la distribución planificada para cada vehículo. La conexión de red eléctrica entre la unidad móvil principal y el grupo electrógeno, centrarán los primeros trabajos a realizar. Seguidamente se procederá al encendido y comprobación de arranque correcto de todos los dispositivos de la unidad. Se repetirá la operación con el resto de unidades a medida que vayan llegando.
- El responsable del montaje realiza un recorrido técnico, necesario para indicar a los instaladores, la trayectoria del cable hacia los puntos de captación. Deberá avisar al equipo de los movimientos aproximados y los rangos de las cámaras autónomas, y poder así, prever cable suficiente.
- Se especificarán los requisitos de audio. Donde se ubicarán los comentaristas, los micrófonos de ambiente, la captación de instrumentos musicales, los receptores inalámbricos, la sala de conferencias. De tal forma que la trayectoria del cableado se efectúe correctamente.
- El equipo de montaje lleva a cabo la instalación del cableado desde la unidad móvil hasta cada uno de los puntos de captación. El tipo de cable de uso habitual es el triaxial, coaxial, par trenzado, fibra óptica, y red eléctrica.
- Montaje y conexionado de cámaras, con las plataformas ya colocadas. Colocación y conexionado de preamplificadores, micrófonos, receptores, distribuidor de auriculares, monitores de vídeo.
- Prueba de funcionamiento de todos los dispositivos instalados.

- **Protocolo de pruebas y ajustes de sonido**, este protocolo se efectúa, como mínimo, dos veces. Al finalizar el montaje y antes de iniciarse la transmisión. Afecta a todo el proceso de la producción técnica del audio. Captación, procesado, distribución y comunicaciones.

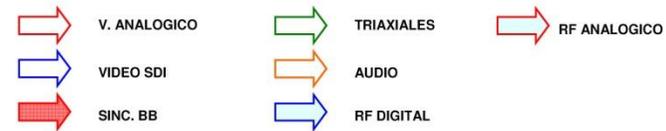
- En la Unidad Móvil se realiza la configuración y conexionado de la mesa de sonido, asignación de los canales de entrada (captación), buses de salida (según plan de distribución), sistema de intercomunicación (según plan de comunicaciones), y líneas RDSI. Este paso se supervisará antes de dar comienzo la transmisión.
- Se identifican una a una, todas las líneas procedentes de la captación (micrófonos y señales externas).
- Ajuste de ganancia de los preamplificadores de micrófono, con sonido de ambiente mínimo, para descartar la presencia de ruido perceptible en el conjunto transductor-cable-previo, asegurando así una óptima relación señal a ruido.

- Prueba de voz en las posiciones de comentarista, cantantes, instrumentos, sala de prensa y sonido ambiente. El ajuste definitivo se efectuará con las señales reales, cuando estén disponibles.
- Verificación de las comunicaciones desde todos los puntos implicados. Comprobación y ajuste de retornos de comentarista, coordinación entre Unidad Móvil y CPP, coordinación entre las distintas unidades desplazadas, órdenes y N-1 desde el CPP hacia el comentarista, ajuste de niveles en auriculares de comentaristas. Comprobación de funcionamiento correcto de los pupitres de intercom.
- Pruebas de “claqueta” o labial. En las etapas de captación y procesado, las señales de audio y vídeo siguen caminos diferentes. En función de la cantidad de procesado y del ancho de banda de la señal, esta sufrirá un retardo, provocando un desfase temporal entre la imagen y el audio asociado para su difusión. Un plano corto de imagen con golpes de claqueta y una vocalización ralentizada sirven para comprobar el sincronismo imagen-sonido. Puesto que el ancho de banda del audio es muy inferior al vídeo, la diferencia de latencia se igualará aplicando un retardo al audio (con delayers en las salidas) asociado a esa imagen y a la línea concreta que se produce el desfase. Dada la “tortuosidad” del tráfico de señal en este tipo de retransmisiones, es muy probable que una misma señal audio-vídeo esté sincronizada en una línea, y en otra no. En eventos donde concurren distintas televisiones con sus respectivas unidades móviles de personalización, se detallará en el plan de producción, horario y duración de la prueba.
- Señales test y alineamiento. El procedimiento para calibrar todos los dispositivos encargados de la distribución y transporte de señal viene recogido en normativas internacionales, que serán referenciadas en los planes de producción. Como norma general, la entrega y coordinación de las distintas señales de las Unidades Móviles se iniciará 45 minutos antes de la hora fijada como inicio del evento. A partir de ese momento no deben existir interrupciones de señal, pérdida de comunicación u otras irregularidades, que puedan ser interpretadas como problemas en la señal proveniente de la unidad móvil. En función del destino de la señal se aplican unos procedimientos u otros:
 - Señal de audio con destino Control de Central Técnico de Televisión Valenciana. Se exige tonos consecutivos de 1 kHz y 10 kHz a 4dBu con enlace analógico y 0dBu (-18 dBFS) con transporte digital. Seguidamente se interrumpe el envío de señal de audio para valorar el ruido del canal de transmisión. Con el visto bueno de la calidad y nivel de la señal, se identifica cada uno de los canales de audio, indicando el contenido de la señal. Se comprobará también la fase entre cada par de señales estéreo.

- Distribución a dispositivos de almacenamiento local. Se genera durante un minuto un tono de 1 kHz a -18 dBFS. Durante el minuto siguiente se genera un “mute” de audio (negro de vídeo). Se identifica el contenido de cada audio con destino al canal y dispositivo de grabación correspondiente.
- Para distribución internacional, la norma de calibración en Europa es la EBU R68, en América emplean la SMPTE RP155. En el siguiente capítulo se detalla y se expone la diferencia entre ambas.



PLAN DISTRIBUCIÓN DE SEÑALES
UEFA CHAMPIONS LEAGUE



La figura anterior muestra el tráfico de señales entre la UM principal (UUMM HD), una UM de personalización (UM 3), otra UM auxiliar (Rotulación), y la de enlaces (UME). Observamos que la contribución a las vías de enlace se realiza en varios formatos: alta definición (POOL EBU HD principal y reserva), definición estándar (POOL EBU SD principal y reserva, vías 1, 2, 4 y 5) y analógico (no pasan por lanzadera, vías 3, 6, 7 y 8).

Las vías analógicas (3, 6, 7 y 8) transportan 4 canales de audio por vía. En digital (interface SDI), pueden incorporar hasta 16 audios. La asignación (o encapsulamiento) de los audios con un vídeo está definido en los planes de distribución. La UEFA Champions League propone la siguiente asignación:

POOL EBU HD	
Audio 1	Sonido Internacional L
Audio 2	Sonido Internacional R
Audio 3	Internacional 5.1 codificado con Dolby E
Audio 4	

POOL EBU HD (otra opción)	
Audio 1	Sonido Internacional L
Audio 2	Sonido Internacional R
Audio 3	Internacional 5.1 codificado con Dolby E
Audio 4	
Audio 5	Comentaristas TV visitante
Audio 6	Comentaristas TV local

POOL EBU SD	
Audio 1	Sonido Internacional L
Audio 2	Sonido Internacional R
Audio 3	Comentaristas TV visitante
Audio 4	Comentaristas TV local

3.4 Encapsulado de canales de audio según la UEFA

La asignación de audios a las vías digitales 1, 2, 4 y 5, contienen las señales de personalización de las televisiones con derechos de transmisión del evento en España. Las vías analógicas terrestres (3, 6, 7 y 8) transportan las mismas señales que de las digitales 1, 2, 4 y 5.

VÍA 1 PERSONALIZACIÓN 1	
Vídeo	Cámara 5
Audio 1	Micrófono cámara 5
Audio 2	Micrófono cámara 5
Audio 3	
Audio 4	

VÍA 2 PERSONALIZACIÓN 2	
Vídeo	Cámara 6
Audio 1	Micrófono cámara 6
Audio 2	Micrófono cámara 6
Audio 3	
Audio 4	

VÍA 4 PGM FORTA SPANISH GRAPHICS	
Vídeo	PGM Forta Spanish Graphics
Audio 1	Sonido Internacional (mono)
Audio 2	Locución Canal Sur
Audio 3	Locución TVG
Audio 4	Locución Aragón TV

VÍA 5 PGM FORTA ENGLISH GRAPHICS	
Vídeo	PGM Forta English Graphics
Audio 1	Sonido Internacional (mono)
Audio 2	Locución TV3
Audio 3	PGM Canal 9 (L)
Audio 4	PGM Canal 9 (R)

Las personalizaciones 1 y 2 (cámaras 5 y 6) son posiciones a pie de campo, con acceso a través de slots temporales asignados para las televisiones que lo soliciten. En términos de producción audiovisual este servicio se le conoce como booking.

Queda patente la necesidad de disponer de medios técnicos adecuados para la distribución de la señal de audio en eventos de cierta envergadura.

En recepción, cada estación de Televisión extrae y asocia la imagen y el sonido, según su interés.

4. REQUISITOS PARA TRATAMIENTO DIGITAL DE AUDIO EN TV

4.1 Sincronismo.

Tal como se ha expuesto en el apartado anterior, se tienen que intercomunicar dispositivos de audio digital, combinándose de algún modo señales digitales entre distintas Unidades Móviles e instalaciones externas. Es entonces importante que estén sincronizadas con una referencia común, con objeto de que las frecuencias de muestreo de los dispositivos sean idénticas y que no exista desviación de fase entre ellas.

El efecto audible que se produce cuando una señal no sincronizada se desvía con respecto a una referencia de sincronismo, o a otra señal, es normalmente un sonido de golpe seco a la frecuencia diferencia de la señal y la de referencia, a unos 50 dB por debajo del nivel de la señal, debido a la repetición o desaparición de muestras.

Cuando se utiliza audio digital con vídeo analógico o digital, la frecuencia de muestreo del audio tiene que sincronizarse a la referencia del vídeo. En el entorno del Centro de Producción de Programas, el problema no es tan grave como en el caso de Unidades Móviles, donde nos encontraremos con dispositivos sincronizados a referencias diferentes. En estos casos, todas las señales externas deben sincronizarse al reloj local cuando llegan, o bien inyectar nuestra referencia al dispositivo ajeno, lo cual rara vez es posible. En los puntos 4.1.1 y 4.1.2 se describen las señales usadas para conseguirlo.

4.1.1 Recomendaciones AES

Las recomendaciones AES para la sincronización de las señales digitales de audio figuran en el documento AES-11. En este documento las señales se consideran síncronas cuando tienen frecuencias de reloj idénticas, pero se admiten errores de fase, con objeto de tener en cuenta efectos tales como retardos de propagación en el cable, errores del bucle enclavado en fase y otros efectos eléctricos. Los bordes de la trama de la señal de entrada tienen que estar dentro de $\pm 25\%$ del borde de la trama de la señal de referencia, y las señales de salida dentro de $\pm 5\%$.

La señal de referencia AES 11 puede o no contener programa. Si no contiene programa, puede ser silencio digital o simplemente el preámbulo de sincronización, con el resto de la trama inactiva. Se puede utilizar una señal AES-3 como señal de referencia estable, pero se recomienda emplear una señal de reloj independiente. Específicamente, la señal de referencia de audio digital AES-11 (DARS) es la que normalmente se utiliza como señal de reloj debido a su alta estabilidad.

4.1.2 Word Clock (WCK)

Otra forma de referencia de sincronización es el Word Clock, que es una onda cuadrada de nivel TTL de 0 a 5 voltios a la frecuencia de muestreo, y se emplea para mantener un bitrate ajustado y constante, evitando fluctuaciones en la frecuencia de los osciladores internos de cada dispositivo. No lleva información de dirección ni de código de tiempos. Está disponible normalmente en conector BNC mediante líneas de 75 Ω .

4.1.3 Distribución de las referencias de sincronización

Cuando se trata la cuestión de la distribución de sincronismos, conviene considerar el audio digital de modo similar al vídeo, especialmente en los grandes sistemas. En consecuencia es aconsejable utilizar un generador central de señal de sincronismo de alta calidad, cuya salida es accesible a todos los dispositivos, utilizando si fuese necesario, amplificadores de distribución para proporcionar diferentes salidas en una configuración estrella.

Utilizando la técnica de distribución central de señal de sincronización, todos los dispositivos pueden tratarse como esclavos del generador patrón, en vez de que cada uno se sincronice con el dispositivo anterior, procedimiento poco aconsejable, conocido como “loop”. En este caso no hay una máquina “maestra”, y se necesita que todas las máquinas del sistema funcionen. Si algún dispositivo fallase, el “loop” se interrumpiría a partir de esa máquina, con la consiguiente pérdida de referencia de sincronismo.

4.1.4 Sincronizadores (I)

Son imprescindibles cuando se trabaja con señales digitales en exteriores. Un ejemplo son las transmisiones desde el Palau de les Arts de Valencia, el cual dispone de su propia instalación de audio digital, con su correspondiente generador central de sincronismo. El control de sonido de la Unidad Móvil deberá estar enclavado al generador de pulsos de vídeo de la propia unidad.

En una transmisión de ópera en directo se hace uso de las instalaciones del Palau (anillo óptico en formato MADI), además se añaden más líneas por parte de la Televisión, que a su vez son entregadas al Palau para ser grabadas en un DAW (estación de trabajo digital) para una posterior post-producción y edición de CD y/o DVD. Tenemos, por tanto, la necesidad de unir dos grandes sistemas con referencia de sincronismo independiente. La solución pasa por referenciarse una instalación de la otra (opción poco probable, pues nadie quiere depender de un reloj ajeno), o hacer uso de sincronizadores.

Se utilizará un sincronizador para enclavar una señal externa a nuestra señal de referencia. Realizan también la función de “re-sincronizar” las señales distorsionadas para anular los errores de temporización (fluctuación).

Los sincronizadores de audio digital, identificados por los fabricantes como SRC (Sample Rate Converter), desempeñan tres funciones, son las siguientes:

- **Alineación de trama**, corrige los errores de temporización en señales síncronas con el reloj maestro, pero que han sido transmitidas a largas distancias. Estas señales habrán sufrido retardos y estarán fuera de fase con respecto a la referencia.
- **Proceso de memoria intermedia**, para tratar las señales de la misma frecuencia de muestreo, pero no están enclavadas a la misma referencia y por ello se desvían entre sí. Las muestras de audio se escriben secuencialmente en direcciones sucesivas de una memoria de estado sólido configurada en el modo FIFO (First In First Out). Estas muestras se leen de la memoria poco después, se sincronizan con la señal de referencia, y la memoria intermedia proporciona un almacén para acomodar la variación entre las velocidades de entrada y salida.
- **Conversión de la frecuencia de muestreo**, para señales cuyas frecuencias de muestreo difieren de una cantidad demasiado grande para un sincronizador de almacén de memoria, será necesario emplear conversión de frecuencia de muestreo. Implica el paso de una frecuencia fija a una nueva frecuencia fija relacionada por una fracción simple. Se realiza mediante interpolación matemática de muestras a la nueva frecuencia, basada en los valores de las muestras en la antigua frecuencia. La conversión de frecuencia de muestreo no es realmente un proceso transparente, por lo que no es aconsejable en entornos profesionales.

Este tipo de sincronizadores tienen la ventaja de que durante la mayor parte del tiempo, la señal de audio se copia bit a bit entre la entrada y la salida, con discontinuidades solamente presentes una vez cada cierto número de minutos, que depende del tamaño de la memoria y de la discrepancia entre las velocidades de muestreo a la entrada y a la salida. Cuanto mayor es la memoria intermedia más largos serán los espacios entre las reposiciones de la memoria, o mayor la discrepancia entre velocidades de muestreo que pueden acomodarse. El precio que hay que pagar por utilizar una mayor memoria, es tener un retardo más largo entre la entrada y la salida del sincronizador. Por ello hay que hacer una elección teniendo muy presente las necesidades de operación. Por un lado el envío de comentarista con su propia voz, con mínimo retardo (< 10 mseg.) para no dificultar la locución. Y por otro el desfase temporal imagen-sonido.

4.1.5 Sincronizadores (II)

Tal como se ha comentado anteriormente, las conexiones de referencia de sincronismo en “loop” no son nada aconsejables, por tanto, los equipos se conectan en estrella para evitar retardos, empleando distribuidores.

Cuando un sistema de audio digital está relacionado con el vídeo, es necesario sincronizar las muestras de audio con los frames del vídeo, para que cada frame de vídeo tenga el mismo número de muestras de audio asociadas y la edición y mezcla (con audio seguido) puedan llevarse a cabo sin afectar al audio.

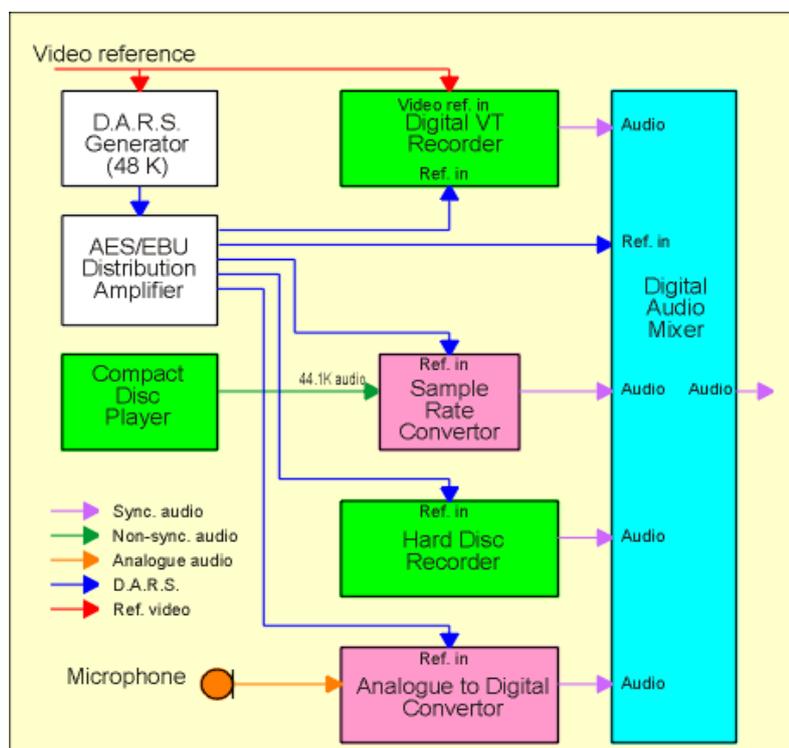


Figura 4.1

La figura 4.1 es un ejemplo de cómo debe distribuirse la señal de referencia cuando se trabaja con vídeo. Un distribuidor AES-3 reparte la referencia a partir de un generador DARS enclavado a la referencia de vídeo. Todo dispositivo de audio digital que no reciba el DARS distribuido, tendrá que pasar por un sincronizador (SRC).

4.2 Formatos de interfaces

Los interfaces de audio digital se dividen en dos tipos: los que se han normalizado internacionalmente y los que están asociados a un fabricante. Algunos interfaces de este último tipo han llegado a utilizarse con mucha frecuencia por otros fabricantes. Es importante distinguir las normas de facto, que han surgido de la predominancia comercial.

En el campo del audio, la Sociedad de Ingeniería de Audio (AES) ha liderado siempre las actividades de normalización de las interconexiones digitales.

Aunque la AES es una sociedad profesional, y no se puede decir que sea un organismo de normalización, sus recomendaciones han constituido la base de todos los documentos de normas internacionales relativos al interfaz de audio digital de dos canales.

4.2.1 AES-3

Es el principal formato de interconexión entre equipos profesionales de audio. Conocido popularmente como AES/EBU, debido a la aceptación de esta norma por parte de la Unión de Radiodifusores Europeos.

Transporta dos canales de datos de audio en modo multiplex en el mismo canal de comunicaciones, y los datos se combinan con una señal de reloj de forma tal, que pueda extraerse el reloj en el receptor y ser utilizado para sincronizar la recepción.

Tiene una codificación BMC (bifase-S), por lo que las transiciones se producen en la mitad del periodo de bit, y por consiguiente puede contener información de sincronización. El encapsulado en bloques, tramas y subtramas puede apreciarse en la figura 4.2.

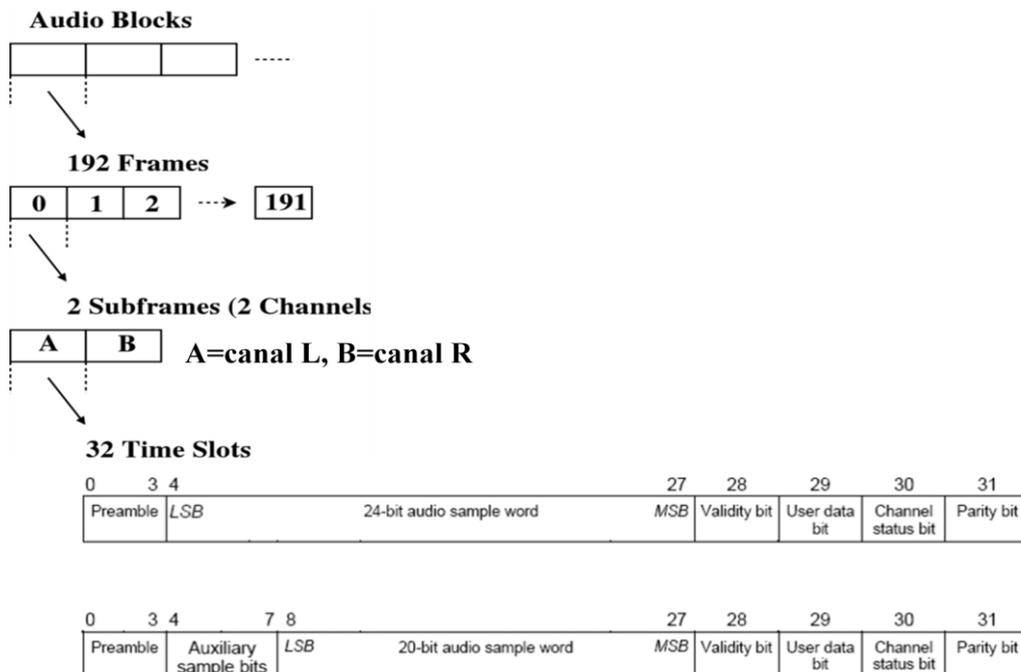


Figura 4.2

La máxima resolución de audio es de 24 bits, lo que resulta adecuado para las aplicaciones que nos ocupa. En centros de producción de televisión se trabaja con 20 bits de resolución cuando se comparte interface con la señal de vídeo (SDI), también funcionan con esta resolución algunos dispositivos de almacenamiento de vídeo.

La frecuencia de muestreo a la que está enclavada toda la cadena de dispositivos es de 48 kHz. Puesto que el interfaz transporta datos de audio en tiempo real, transfiriendo dos muestras de audio (canal 1 y canal 2) en el tiempo de un período de muestreo, la velocidad de datos del interfaz depende de la frecuencia de muestreo de audio. Es en realidad 64 veces la frecuencia de muestreo, ya que hay 64 bits en una trama. A 48 kHz de muestreo, la velocidad de datos es 64 veces 48.000, es decir, una tasa de bit (bit rate) de 3,072 Mbit/seg.

La especificación de la impedancia característica del cable es de 110 ohms en par trenzado o de 75 ohms en cable coaxial (AES3-ID). En las instalaciones “in situ” de las Unidades Móviles de Televisión, el cable destinado a transportar audio en este formato deberá identificarse con otro color o etiqueta para diferenciarlo del analógico.

El interfaz AES/EBU es utilizado en retransmisiones televisivas, para interconectar líneas individuales a embebedores, desembebedores, dispositivos de almacenamiento, distribución a vías de enlace, y para intercambio de señales entre distintas Unidades Móviles.

El control de sonido de la UM deberá disponer entradas y salidas AES-3 en el patch exterior, y en los puntos de captación de audio.

4.2.2 MADI

Propuesto originalmente por cuatro fabricantes de equipos de audio profesional (Sony, Neve, Mitsubishi y Solid State Logic), el llamado interfaz MADI es ahora una norma AES. Se diseñó para simplificar el cableado en las grandes instalaciones, y tiene mucho en común con el AES-3 de dos canales.

La norma pertinente es la AES-10. Este interfaz se diseñó intencionadamente para que fuese transparente a los datos de la norma de dos canales y, de este modo, las señales AES/EBU pueden incorporarse en un multiplex MADI de un modo relativamente sencillo. Los datos de carácter de canal, de usuario y los auxiliares quedan intactos en el formato multicanal.

Se transfieren hasta 64 canales de audio en serie y de forma asíncrona y, por consiguiente, la velocidad binaria es mucho más elevada. Aunque los datos se pueden transmitir a un cable coaxial (no más de 50 metros), la opción más recomendable es el enlace de fibra óptica, pues el protocolo está basado muy de cerca en el de FDDI (Interfaz Digital de Distribución por Fibra Óptica), y las necesidades descritas anteriormente precisan de instalaciones a grandes distancias.

El uso de este interfaz se hace imprescindible para determinadas transmisiones de TV, como el caso comentado del Palau de les Arts de Valencia, donde se hace uso de la instalación permanente del Palau, basada en una red de fibra óptica en formato MADI.

4.2.3 SDI

El interfaz digital en serie SDI fue concebido para permitir la comunicación en serie de vídeo digital compuesto o en componentes con muestras de 10 bits.

La norma HD/SDI permite transmitir TC y subtítulos.

Admite datos auxiliares incluyendo el transporte de hasta 16 canales de audio AES/EBU enviados en cuatro grupos. El contenido de los datos de la subtrama de audio digital AES/EBU consiste en bits de validez (V), de usuario (U) y de carácter (C), una muestra de 20 bits y cuatro bits auxiliares para producir una muestra de 24 bits.

El SDI tiene varios niveles de operación para la amplia gama de posibilidades de audio. El nivel mínimo, o por omisión, es el A, que funciona sólo con una frecuencia de muestreo de 48 kHz en sincronismo con el vídeo, y transmite únicamente V, U, C y la muestra de 20 bits.

Es necesario que a los dos lados del enlace SDI exista algún proceso de memoria intermedia FIFO, para permitir que las muestras de audio en tiempo real sean comprimidas en el tiempo hasta la velocidad binaria del vídeo a la entrada, y vuelvan a ser expandidas en el receptor.

El interfaz SDI es un estándar de uso masivo para la distribución de señal de televisión en eventos deportivos (u otros acontecimientos). La presencia de memorias intermedias provoca retardo en la señal. Retardo que tendrá que ser tenido en cuenta y corregido posteriormente.

4.2.4 RDSI

RDSI (en inglés ISDN), acrónimo de Red Digital de Servicios Integrados es una extensión de la red telefónica digital hasta el consumidor, con dos canales digitales de 64 Kbit/s que pueden conectarse a terminales RDSI en cualquier parte del mundo con sólo marcar un número. Pueden transferirse datos de cualquier clase, e incluye la transferencia de audio.

Puesto que la capacidad total de una conexión de RDSI es solamente 128 Kbits/s, no es posible transportar datos PCM lineales, pero sí se puede transportar audio digital de cierta calidad a esta velocidad binaria.

Es el sistema de intercomunicación por excelencia, en radio y televisión. El estándar de reducción de datos más habitual para comunicaciones entre UM y CPP es el G722. Se pueden conseguir velocidades más elevadas combinando más de un enlace RDSI para obtener tasas de 256 ó 384 Kbit/s.

Estos codificadores aceptan normalmente una entrada de audio digital en AES-3. Según los planes de intercomunicaciones estudiados, será preciso dotar como mínimo, de tres unidades de codificadores RDSI a la Unidad Móvil destinada a cubrir grandes eventos.

4.3 Alineación, Rango Dinámico y Sonoridad.

Las recomendaciones propuestas por organismos internacionales ofrecen orientaciones, sobre el nivel de las señales de audio digitales que acompañan a la señal de televisión en el intercambio internacional de programas.

Hasta hace relativamente poco tiempo, las señales de prueba y métodos de medida para los enlaces internacionales, especificaban las características de medición y los niveles de señal sobre programas analógicos. Hoy el intercambio internacional de programas se basa en la utilización de técnicas digitales, admitiendo una gama dinámica de niveles muy superior a la señal analógica.

Para evitar el desbordamiento de los medios digitales, es conveniente contar con un nivel de audio uniforme en el intercambio de señales de audio para televisión, utilizando para ello prácticas operativas uniformes. Estas prácticas operativas figuran en las Recomendaciones Técnicas EBU R68 y SMPTE 155.

4.3.1 EBU R68 Y SMPTE RP155

		EBU R68			SMPTE RP155			
		dBFS	dBu	Volts	dBFS	dBu	Volts	
Fondo de escala		0	18	6.16	0	24	12.28	
		-1	17	5.49	-1	23	10.95	
		-2	16	4.89	-2	22	9.76	
		-3	15	4.36	-3	21	8.70	
		-4	14	3.88	-4	20	7.75	
		-5	13	3.46	-5	19	6.91	
		-6	12	3.09	-6	18	6.16	
		-7	11	2.75	-7	17	5.49	
		-8	10	2.45	-8	16	4.89	
Max Peak Level		-9	9	2.18	-9	15	4.36	
		-10	8	1.95	-10	14	3.88	
		-11	7	1.74	-11	13	3.46	
		-12	6	1.55	-12	12	3.09	
		-13	5	1.38	-13	11	2.75	
		-14	4	1.23	-14	10	2.45	
		-15	3	1.09	-15	9	2.18	
		-16	2	0.976	-16	8	1.95	
		-17	1	0.870	-17	7	1.74	
Test		-18	0	0.775	-18	6	1.55	
		-19	-1	0.691	-19	5	1.38	
		-20	-2	0.616	-20	4	1.23	Test 0VU
		-21	-3	0.549	-21	3	1.09	
		-22	-4	0.489	-22	2	0.976	
		-23	-5	0.436	-23	1	0.870	
		-24	-6	0.388	-24	0	0.775	
		-25	-7	0.346	-25	-1	0.691	
		-26	-8	0.309	-26	-2	0.616	
		-27	-9	0.275	-27	-3	0.549	
		-28	-10	0.245	-28	-4	0.489	
		-29	-11	0.218	-29	-5	0.436	
		-30	-12	0.195	-30	-6	0.388	
		-31	-13	0.174	-31	-7	0.346	
		-32	-14	0.155	-32	-8	0.309	
		-33	-15	0.138	-33	-9	0.275	
		-34	-16	0.123	-34	-10	0.245	
		-35	-17	0.109	-35	-11	0.218	
		-36	-18	0.098	-36	-12	0.195	
		-37	-19	0.087	-37	-13	0.174	
		-38	-20	0.078	-38	-14	0.155	
		-39	-21	0.069	-39	-15	0.138	
		-40	-22	0.062	-40	-16	0.123	
		-41	-23	0.055	-41	-17	0.109	
	-42	-24	0.049	-42	-18	0.098		

La figura anterior muestra una representación numérica de la relación existente entre las dos normas.

Las prácticas operativas que figuran en la Recomendación Técnica de la Unión Europea de Radiodifusión (UER), R68, y en la norma RP 155 de la Sociedad de Ingenieros de Imágenes en Movimiento y Televisión (SMPTE) se basan en dos niveles de referencia de audio distintos; -18 dBFS y -20 dBFS respectivamente. Claramente se observa que la norma europea (UER) está pensada para un entorno totalmente digital. Mientras que la Recomendación americana (SMPTE) está pensada para compatibilizar con el dominio analógico, dado que el nivel de alineación o de referencia coincide con el 0 del vúmetro tradicional, y 4 dBu en línea.

0 dBFS es el máximo nivel de señal que un sistema de audio digital es capaz de representar. Por encima de este nivel, se producen recortes abruptos de la señal (clipping) con sus consiguientes distorsiones.

El valor, en dBu ó dBm, que se asigne al fondo de escala (0 dBFS), nos indicará en que norma nos encontramos, y es de vital importancia para ajustar correctamente las conversiones hacia o desde el dominio analógico. El valor 0 dBFS únicamente nos indica que todos los bits encargados de la cuantificación están ocupados. Por consiguiente, en los procesos de ajuste y medición de circuitos de audio, se debe asociar el valor en dBu al fondo de escala, o referenciar la norma correspondiente, de lo contrario no tiene sentido hablar de dBFS por sí sólo, pues no nos aportaría información acerca de la potencia de la señal.

Independientemente del nivel de referencia escogido y utilizado, los valores de cresta del programa de audio digital no deben rebasar el nivel de 9 dB por debajo del fondo de escala. Este nivel se denomina máximo nivel permitido (Máx. Peak Level). Esto es debido a las características de los medidores de “cuasicresta” del programa (QPPM) utilizados por los organismos de radiodifusión, donde los picos reales de programa suelen ser 3 dB mayores que los indicados.

Los medidores QPPM tienen un tiempo de integración de 10 ms., lo que implica que los transitorios de programa más cortos no puedan ser visualizados. Los vúmetros suelen indicar valores inferiores a los reales, puesto que tienen un mayor tiempo de integración. En consecuencia, se reduce el rango dinámico real de trabajo, por la necesidad de tener que tomar precauciones debido a los errores de lectura de los medidores.

Es necesario revisar las actuales Recomendaciones, cuando se disponga de métodos de medición prácticos capaces de medir e indicar objetivamente los niveles de cresta reales y la sonoridad percibida.

4.3.2 Recomendación R 128

Perspectiva histórica

En 1939 aparece un medidor estandarizado denominado Vúmetro. Su inercia de medición intentaba reflejar la sonoridad percibida de la señal de audio medida, promediando los picos.

El Vúmetro nace con el objetivo de intentar representar algo perceptivo y muy complejo como es la sonoridad, mediante una aproximación matemática del valor integrado de una señal de audio con una constante de 300 milisegundos.

Pero presenta dos problemas. Uno, que técnicamente no nos sirve para saber cuáles eran los picos verdaderos y así actuar en consecuencia y, en segundo lugar, que su medición incómoda y subjetiva (esconde mucha información) distaba mucho de lo fuerte o sonoro que perceptualmente contenía la señal medida.

En los 80 se presenta un nuevo medidor tecnológicamente más complejo; el medidor de pico a fondo de escala. Con él se podían ver los picos y así se daba paso a tener un control nunca antes visto del margen dinámico.

La torre de babel se estaba edificando. Por un lado los centros de producción abandonaron el Vúmetro por el picómetro, perdiendo de esta manera la ya débil referencia que se tenía de uniformizar el nivel medio de sonoridad. Por otro lado otros centros de producción no vieron hasta mucho más tarde un picómetro y quizás los menos, eran afortunados de tener ambos medidores.

Los centros de contribución como Control Central y Control de Continuidad de las emisoras de teledifusión, veían como cada producción procedente de los diferentes contribuidores internos (deportes, informativos, directos, postproducciones) o ajenos tenía una forma de “modular” el audio completamente distinta.

Por otro lado, la publicidad también entró en este juego. Con su misión legítima de penetrar en el consumidor, usó todas las herramientas que tenía a su alcance, y no eran otras que los elaborados compresores de dinámica, con algoritmos de procesado digital llamados maximizadores. Este tipo de compresión no era detectable ni por los Vúmetros ni por los picómetros.

El problema estaba servido. Los saltos de sonoridad por falta de uniformización por un lado y la “guerra de la sonoridad” por otro acabaron por irritar a la audiencia.

Las quejas no dejaron otra solución a los responsables de la continuidad de las cadenas teledifusoras que tomar medidas drásticas; el compresor a la salida de continuidad.

El problema estaba aparentemente solucionado pero en realidad solo lo paliaba y planteaba muchos inconvenientes;

La sonoridad se intenta uniformizar a base de restringir muchísimo el margen dinámico de los programas. Los que más sufren son los que contienen mayor expresión artística como dramáticos, musicales, deportes y culturales en general.

En Agosto de 2010 se publica el documento R-128 de la UER “Normalización de la sonoridad y nivel máximo permitido de los niveles de audio”. Este documento persigue alcanzar dos objetivos simultáneamente;

- Uniformizar la sonoridad media de todos los programas a un valor que certeramente indica lo sonoro que suenan los programas; por programas entendemos unidades de producción, desde un partido de fútbol hasta una promoción, desde un dramático hasta un anuncio publicitario.
- Trabajar con el margen dinámico que el responsable de la producción sonora desee sin comprometer la sonoridad media del programa.

Implementación de acuerdo con la Recomendación EBU R 128

En este punto se intenta describir de forma práctica uno de los cambios más fundamentales en la historia del audio en la radiodifusión: el cambio de filosofía de trabajo en los niveles de audio, pasando de la normalización de pico a la normalización de la sonoridad. La medición de la sonoridad y la normalización de la sonoridad suponen una revolución real en la gestión de los niveles de audio. Este cambio es de vital importancia debido al problema que se ha convertido en una importante fuente de irritación para las audiencias de televisión y radio de todo el mundo, el salto en los niveles de audio en las pausas de los programas, entre programas y entre canales.

El criterio de trabajo en términos de sonoridad afecta a todas las etapas de una señal utilizada para radiodifusión, desde la producción a la distribución y transporte. Por tanto, el objetivo final es armonizar los niveles de sonoridad del audio para conseguir un nivel de sonoridad universal para beneficio último de las audiencias.

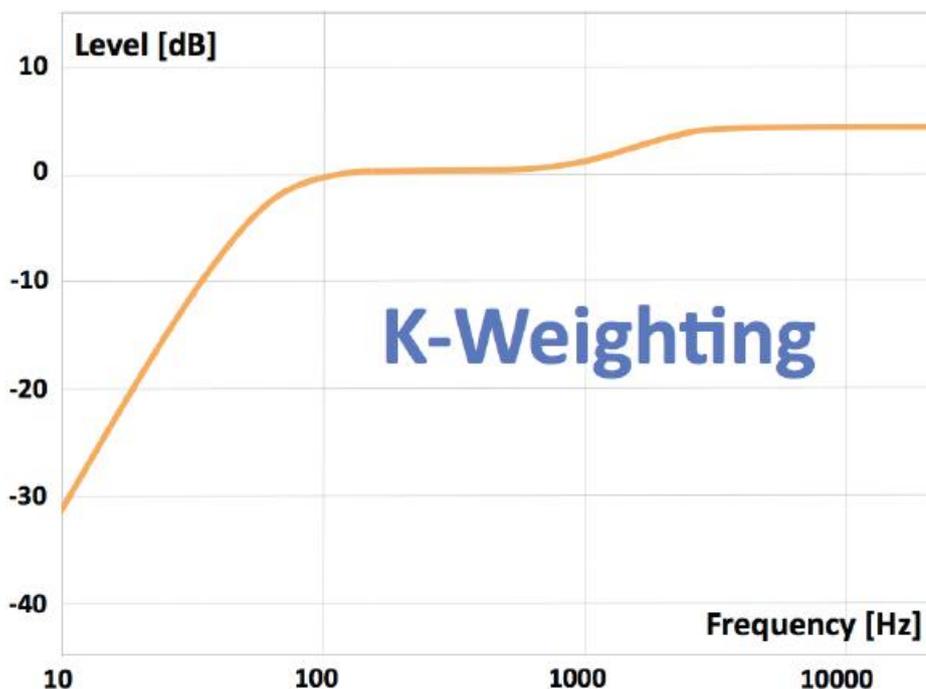
Debe hacerse énfasis en que lo expuesto no significa que el nivel de sonoridad deba ser consistente y uniforme en toda la duración de un programa, al contrario, la normalización de la sonoridad debe asegurar que el promedio de la sonoridad de un programa completo sea el mismo entre programas; durante la duración de dicho programa, el nivel de sonoridad puede variar, por supuesto, de acuerdo a necesidades artísticas o técnicas. Con un nuevo nivel de pico (real) y el menor nivel de sonoridad medio (para la mayoría de los casos),

el rango dinámico posible (o rango de sonoridad “loudness range”) es en realidad mayor que con la actual normalización por pico de señal y los métodos de mezcla en radiodifusión.

El concepto básico de sonoridad se encuentra en el documento EBU Technical Recommendation R 128 y en el documento Recommendation ITU-R BS.1770.

EBU R 128 establece un método predecible y bien definido para medir el nivel de sonoridad para programas de tipo deportivo, noticias, publicidad, drama, música, promociones, películas, etc... a lo largo de toda la cadena de radiodifusión y de tal manera ayuda a los profesionales a crear unas especificaciones robustas para la ingesta, producción, reproducción y distribución a multitud de plataformas. R 128 está basada en su totalidad en un estándar abierto que trata de armonizar la forma de producción y medición del audio internacionalmente.

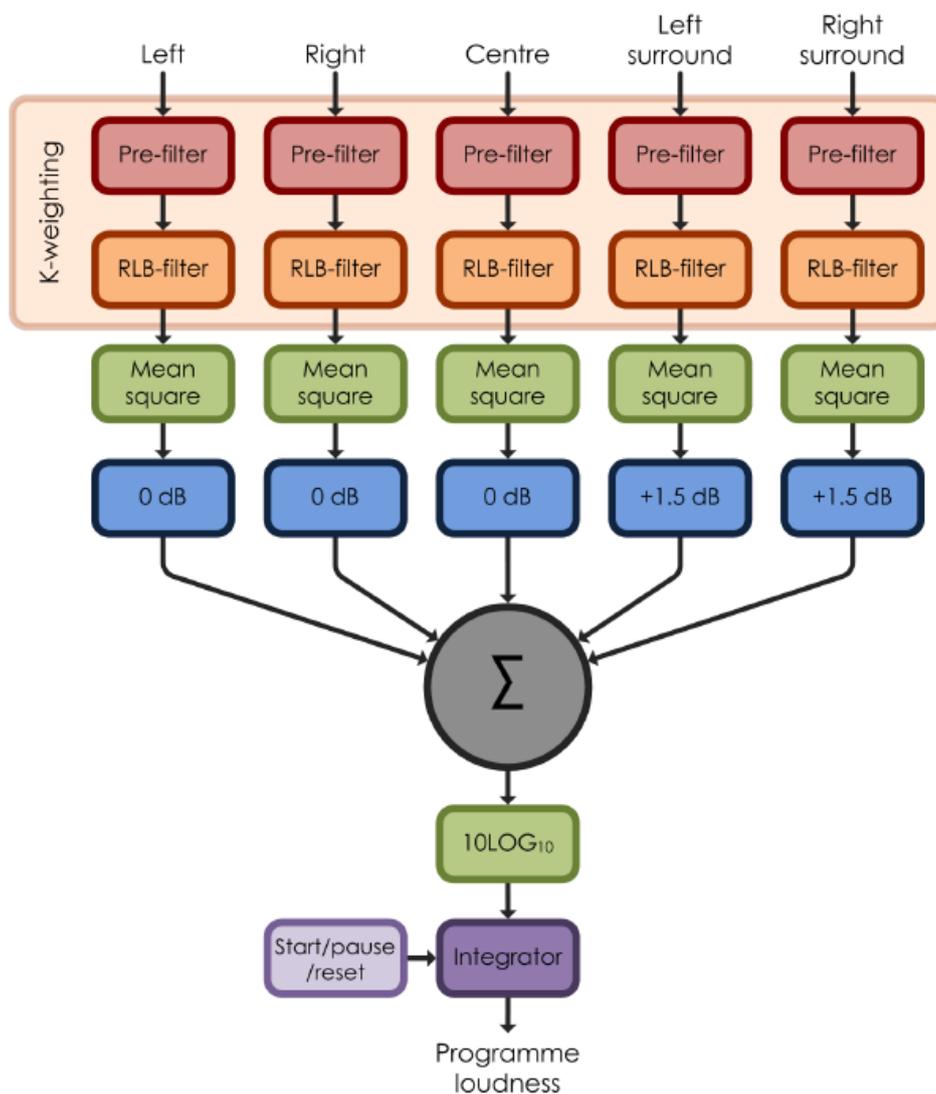
El concepto básico de la recomendación R 128 es la ITU-R BS.1770. Éste documento es el resultado del trabajo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El propósito de éste estándar es establecer un algoritmo unificado o acordado para medir la sonoridad y el nivel de pico real de los programas. Es un estándar robusto cuyo principal beneficio es la simplicidad de su implementación. En resumen, el documento define una curva de ponderación K ‘K-weighting curve’ (un filtro paso alto de segundo orden, modificado como muestra la figura) la cual hace coincidir una impresión subjetiva inherente con una medida objetiva.



4.3 Curva de “Ponderación-K” para la medida de la sonoridad

Esta curva de ponderación se aplica a todos los canales (excepto al canal de baja frecuencia del 5.1), se calcula la energía cuadrática media (con diferentes factores de ganancia para los canales frontal y traseros como muestra la figura), y el resultado se expresa como “LKFS” o Sonoridad ponderada K referenciada a fondo de escala digital (Loudness, K-Weighting, referenced to digital Full Scale). Para medidas relativas se utiliza la unidad LU (Loudness Unit – Unidad de sonoridad), siendo 1 LU equivalente a 1 dB.

La EBU recomienda utilizar “LUFS”, notación equivalente a “LKFS”.



4.4 Procesado y suma en ITU BS. 1770

El canal de efectos de baja frecuencia (el canal “.1” en “5.1”) de una señal de audio multicanal no se tiene en cuenta en el cálculo de la medida de la sonoridad de acuerdo con la ITU-R BS.1770. Esto puede llevar a abusar del canal LFE con innecesarios niveles altos de señal.

Las investigaciones en curso tratan de evaluar el efecto subjetivo que el canal LFE tiene en la percepción de la sonoridad, así como la forma adecuada para incluirla en la medición objetiva de la sonoridad.

Mientras que BS.1770 define el método de medida, R 128 lo extiende a la realidad definiendo un “Nivel objetivo” específico (Target level) para la normalización de la sonoridad así como un método de cierre (gating) para mejorar la coincidencia de sonoridad en programas que contengan largos períodos de silencio o expresiones aisladas. El desarrollo de la EBU era necesario para satisfacer las necesidades de los realizadores de programas, con especial atención a tener un medio para medir mezclas completas (en lugar de sólo uno de los componentes, tales como palabra o música), y el rango de sonoridad del programa. Para conseguir esto, la EBU especifica tres nuevos parámetros:

- **Sonoridad del programa (Programme Loudness)**
- **Margen de Sonoridad (Loudness Range)**
- **Nivel de Pico Real (True Peak Level)**

Sonoridad del Programa (Programme Loudness).

La sonoridad del programa describe la sonoridad integrada o total en un plazo largo de tiempo sobre la duración del programa. El parámetro consiste en un número (en LUFS, con un decimal) el cual indica “cuanto de sonoro es el programa en promedio”. Esta medida se obtiene con un medidor que cumpla la recomendación ITU-R BS.1770 con el añadido de una función de retención o “gating”. La retención sirve para detener momentáneamente la medida de la sonoridad cuando la señal cae por debajo de un cierto umbral. Sin esta función de retención, los programas con largos períodos de silencio o con sonidos de fondo de bajo nivel o ruido tendrán un nivel integrado de sonoridad demasiado bajo. Estos programas podrían quedar demasiado altos después de la normalización.

Realizando una serie de pruebas en la UER se llegó al acuerdo de establecer un umbral de retención de -8 LU (Loudness Units – Unidades de Sonoridad; 1 LU equivale a 1 dB) con relación a la medida LUFS no retenida con tiempo de adquisición de 400 ms. Este valor es, en este momento, la causa de una revisión del documento ITU-R BS.1770. Las pruebas confirmaron también, junto con otros hallazgos, la elección del nivel destino o Target Level al cual se normalizarán todas las señales de audio. Este valor es:

-23.0 LUFS

¿Por qué -23 LUFS?

Investigaciones y medidas del nivel de sonoridad de las emisiones actuales, indican un nivel ponderado de sonoridad de cerca de -20 LUFS (con una gran cantidad de valores anómalos).

Pruebas realizadas por miembros del grupo de trabajo PLOUD de la UER mostraron que la diferencia en la medida de la sonoridad con y sin la retención de -8 LU en programas con un margen de sonoridad pequeño a medio era de 0 – 1 LU. -23 LUFS con la retención es, por tanto, en la mayoría de los casos equivalente a -24 LUFS sin la función de retención. Como se consideró que -20 LUFS no proporciona suficiente margen de sobrecarga (headroom) para una buena dinámica, la decisión fue establecer el valor en -23 LUFS.

Una desviación de ± 1.0 LU se puede aceptar en programas donde la normalización a -23 LUFS es prácticamente irrealizable (como puede ser en el caso de programas en directo o programas con una duración excesivamente corta). En los casos en los que la señal individual de un programa es impredeciblemente larga o un programa que consista sólo de elementos de fondo (por ejemplo la música de fondo de un programa meteorológico), o programas que han sido mezclados muy bajo de forma deliberada, el valor de la sonoridad del programa puede caer fuera de esta tolerancia. Estos casos deberían ser cada vez más raros.

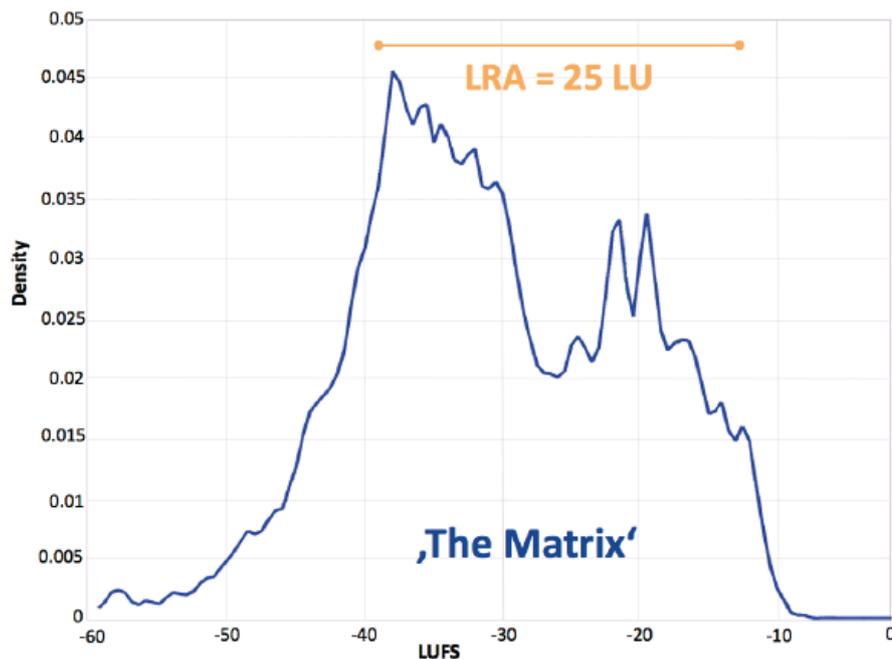
Margen de Sonoridad (Loudness Range).

Otra consideración importante fue el rango de intensidad que sería necesario para dar cabida a todos los programas (siempre que no excedan el rango de sonoridad tolerable para escucha doméstica). El parámetro ‘Loudness Range’ o Margen de Sonoridad (LRA) cuantifica (en LU) la variación de la medida de la sonoridad de un programa. Este descriptor está basado en la distribución estadística de la sonoridad en un programa, lo que excluye los extremos. Por tanto, por ejemplo, el sonido del disparo de una bala no es capaz de alterar por sí sólo el resultado del cálculo del LRA. La recomendación R 128 de la EBU no especifica un máximo permitido del LRA, ya que depende de factores tales como la ventana de tolerancia del oyente medio, la distribución de géneros de la emisora, etc. R128, sin embargo, recomienda encarecidamente el uso de LRA para determinar si se necesita el tratamiento dinámico de una señal y hacerla coincidir con los requerimientos de una plataforma o canal de transmisión particular. Por tanto, el margen de sonoridad es un parámetro genérico que ayuda a decidir si se necesita compresión dinámica.

Las primeras experiencias en las emisoras sugieren un valor máximo para LRA de aproximadamente 20 LU para material con gran carga dinámica tales como películas de acción o música clásica.

Para programas de muy corta duración (<30s) como anuncios publicitarios o trailers, establecer un límite para el máximo valor del nivel de sonoridad instantáneo (Momentary) o A Corto Plazo (short-term) puede proporcionar una mejor manera de controlar las propiedades dinámicas.

La figura muestra la distribución de la sonoridad y el LRA de la película “Matrix”.



4.5 Margen de Sonoridad (LRA) como resultado de la distribución estadística de los niveles de sonoridad

El Nivel Máximo de Sonoridad Instantánea (Maximum Momentary Loudness Level o Max ML) es el valor más alto (en LUFS) del Nivel de Sonoridad Instantánea de la señal de audio (tiempo de integración 400ms.). El Nivel Máximo de Sonoridad a Corto Plazo (Maximum Short-Term Loudness o Max SL) es el valor más alto (en LUFS) del Nivel de Sonoridad a Corto Plazo (tiempo de integración 3s.)

Nivel de Pico Verdadero (TPL), Máximo TPL Permitido (True Peak Level, Maximum Permitted TPL).

En Europa, el dispositivo más extendido es el medidor de Cuasi Pico de Programa (Quasi Peak Programme Meter – QPPM; con un tiempo de integración de 10 ms.). Con la transición al procesado digital de la señal, aparecieron los medidores de pico de muestra. Mientras que por su propio diseño un QPPM no puede mostrar picos cortos ($\ll 10$ ms.), una medida de pico de muestra no puede mostrar tampoco el nivel de pico real de una señal digital.

El procesamiento digital o codificación con pérdidas (lossy) puede causar picos entre muestras que excedan el nivel indicado. En radiodifusión es importante contar con un indicador del nivel fiable en todas las plataformas y a todas las frecuencias de muestreo. Este medidor debe indicar recorte (clipping), incluso cuando el pico se encuentra entre muestras, por lo que la distorsión que puede ocurrir en los convertidores de digital a analógico, convertidores de frecuencia de muestreo o en los códecs más comúnmente utilizados puedan ser previstos y evitados. Un medidor de pico de muestra no puede hacer esto por lo que es insuficiente para el uso en la radiodifusión actual.

El nivel de pico verdadero (true peak level) indica el máximo valor (positivo o negativo) de la forma de onda de la señal en el dominio continuo del tiempo; este valor puede ser mayor que el mayor de los niveles de muestra en el dominio de “tiempo muestreado” (después de la toma de muestras en el conversor A/D). Con un medidor de pico verdadero sobre-muestreado que cumpla los requisitos de la recomendación ITU-R BS.1770, esos picos verdaderos (el símbolo de esta unidad de acuerdo con dicha norma es: dBTP – decibelios referenciados a fondo de escala digital medidos con un medidor de Pico Real – True Peak) pueden detectarse ya. La exactitud depende de la frecuencia de sobre-muestreo. Sólo es necesario dejar un nivel de sobrecarga de 1 dB por debajo del fondo de escala (0dBFS) para dar cabida a una precisión de lectura de más o menos 0,5 dB (para un medidor de pico real con sobre-muestreo de 4x a la frecuencia de muestreo básica de 48 kHz).

El Máximo Nivel Permitido de Pico Verdadero (Maximum Permitted True Peak Level) recomendado en R 128 es consecuentemente:

-1 dBTP

Esto es aplicable al entorno de producción para señales de audio lineales genéricas. Hay que tener en cuenta que algunas partes de la cadena como pueden ser los redifusores analógicos y los usuarios de los comúnmente utilizados códecs de reducción de datos requieren un Nivel de Pico Verdadero menor.

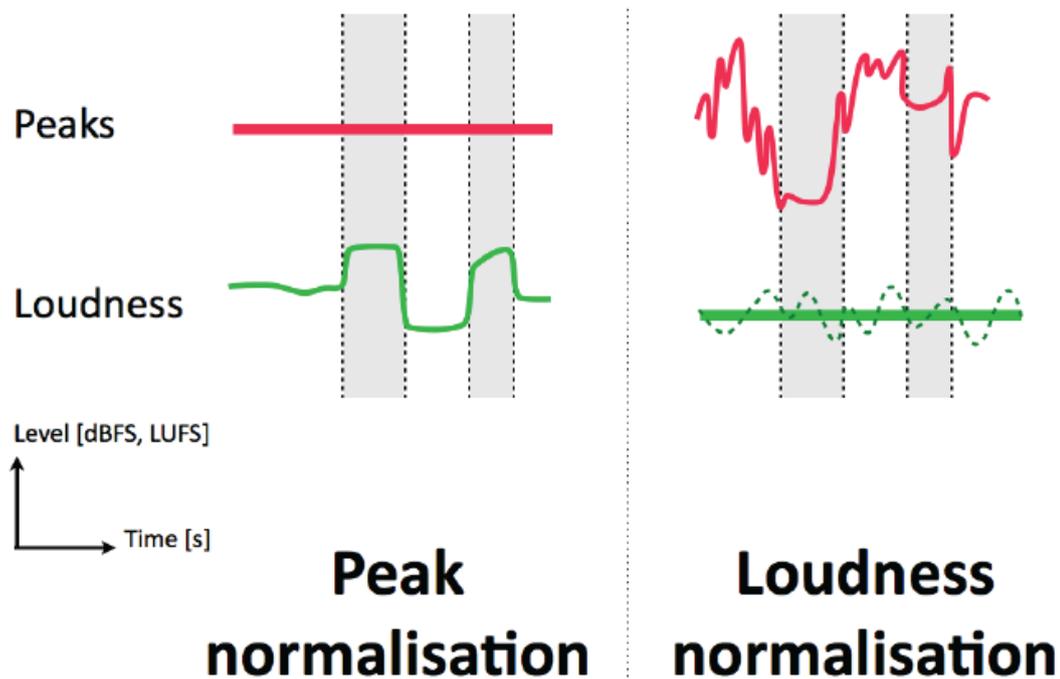
Resumen de EBU R 128

- Los parámetros “Sonoridad de Programa” (Programme Loudness), “Margen de Sonoridad” (Loudness Range) y “Nivel Máximo de Pico Verdadero” (Maximum True Peak Level) caracterizan una señal de audio.
- El Nivel de Sonoridad de Programa (Programme Loudness Level) se normaliza a -23.0 LUFS.
- La tolerancia es generalmente ± 1.0 LU para programas en los que no es posible en la práctica una normalización exacta.
- La medida debe ser realizada con un medidor que cumpla las recomendaciones dadas en el documento ITU-R BS.1770.
- Se debe utilizar el descriptor Margen de Sonoridad (Loudness Range) para decidir si es necesario aplicar una compresión dinámica (dependiendo del género, audiencia y plataforma de transmisión).
- El Máximo Nivel de Pico Real Permitido (Maximum Permitted True Peak Level) en producción es -1 dBTP.
- Los Metadatos de la sonoridad deben establecerse para indicar -23 LUFS (para los programas que se han normalizado a ese nivel, tal y como se recomienda); Los metadatos de la sonoridad deben indicar siempre el valor correcto de la sonoridad del programa, incluso si por cualquier razón, un programa no puede normalizarse a -23 LUFS.

Pico vs. Sonoridad

El concepto, todavía muy extendido, de la normalización de pico con referencia a un nivel máximo permitido (PML; por ejemplo, -9 dBFS), ha llevado a conseguir niveles de pico uniformes en los programas, pero una gran cantidad de variación en los niveles de sonoridad. La variación real depende del grado de compresión dinámica de la señal.

En contraste, la normalización de la sonoridad consigue una sonoridad promedio igual en los programas con los picos variando en dependencia del contenido así como de las necesidades técnicas y artísticas (ver figura). Siempre que el rango de sonoridad de un programa esté dentro de la tolerancia permitida, el oyente podrá disfrutar de un nivel medio de sonoridad uniforme en todos los programas, por lo tanto no tendrá que utilizar el mando a distancia tan frecuentemente para ajustar el volumen del receptor.



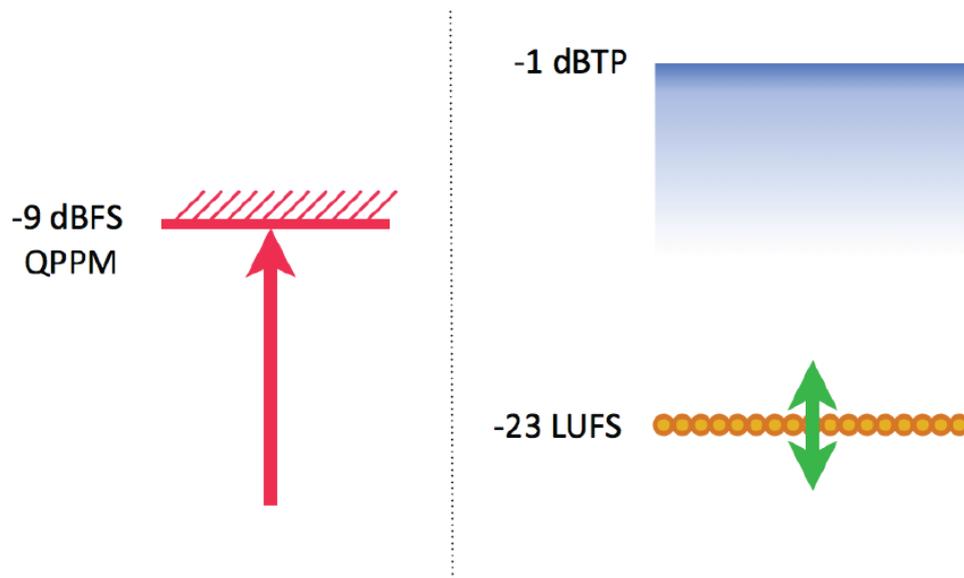
4.6 Normalización por nivel de pico vs. Normalización por nivel de sonoridad de una serie de programas.

De nuevo, esto NO significa que en un programa el nivel de sonoridad tenga que ser constante, más bien al contrario, la variación de la sonoridad es una herramienta artística, y el concepto de normalización de la sonoridad de acuerdo al documento R 128 anima a una mezcla mucho más dinámica. Es el nivel promedio del programa completo lo que es normalizado.

La normalización “castiga” a las señales sobre-comprimidas y por lo tanto anima al personal de producción sonora a pensar de otra manera, más dinámica y creativa para hacer que su programa adquiriera más impacto. En otras palabras, el cambio del nivel mediante normalización a -23 LUFS tiene consecuencias directas en la tarea artística. Así el proceso productivo queda, por tanto, apartado de la “guerra de niveles” que se estaba produciendo desafortunada y ampliamente extendida como resultado de la normalización del pico de señal.

El trabajo hacia un nivel de sonoridad común significa un concepto totalmente nuevo de la mezcla, toma de niveles, y de, en general todo el trabajo con audio.

Mientras que un limitador de picos configurado al nivel máximo permitido (normalmente -9 dBFS, medido con un QPPM) proporciona un cierto “techo de seguridad”, en el que no importa cuanto nivel se introduce, él (el limitador) asegurará siempre el nivel máximo “correcto”, el método de nivelación por sonoridad se asemeja (desde el punto de vista creativo) a estar “flotando en el espacio, con el cielo por encima”. (ver figura 4.7).



4.7 Normalización por pico de señal vs. Normalización de sonoridad

Con la medición y normalización de la sonoridad, el “techo de seguridad” desaparece. Esto puede llegar a ser “intimidante”, como lo fue desde el punto de vista “confortable” el no tener que preocuparse por el nivel ya que el limitador al final de la cadena aseguraba que el nivel siempre fuera el “correcto”. Pero el efecto secundario fue que los niveles de sonoridad subieron debido a que los procesadores, cada vez más sofisticados, producían menos defectos de compresión y limitación dinámica.

La nivelación de la Sonoridad, por el contrario, fomenta el uso del que es con mucho el mejor dispositivo de medición: el oído. Esto implica mezclar con más atención y coloca al mezclador fuera de un estado potencial de “pereza” en el que no es tan importante que las partes individuales de un programa coincidan con el nivel de referencia en lo que a la sonoridad se refiere. La experiencia de varios miembros de la EBU ha demostrado que trabajar con sonoridad es satisfactorio. La lucha por “¿Quién es el que suena más alto?” desaparecería, los niveles generales disminuyen un poco, y esto en combinación con un límite máximo permitido para el nivel de pico-real (-1 dBTP) da como resultado unas mezclas potencialmente más dinámicas con una mayor coherencia dentro de un programa. La compresión pasaría a ser de nuevo una herramienta artística y no una arma de sonoridad.

Para poder “mezclar solo con el oído” será preciso haber establecido previamente los niveles y contar con un nivel de escucha (nivel de presión sonora SPL) fijo.

Uso del descriptor “Margen de Sonoridad” (Loudness Range)

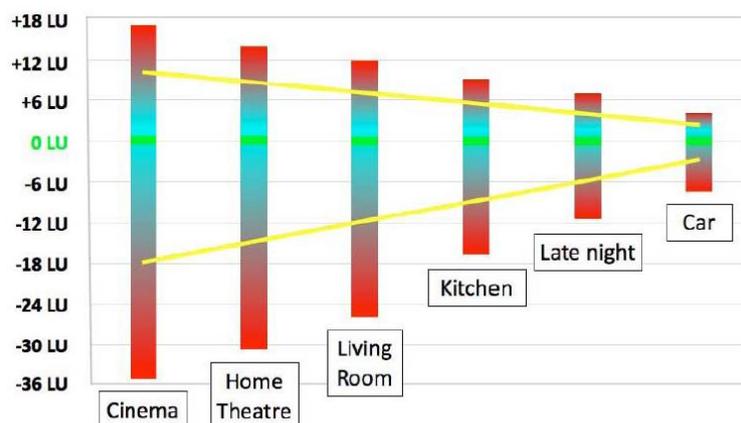
Ahora, por primera vez, es posible cuantificar la dinámica de un programa. En el pasado eran las “conjeturas” del personal especializado en audio los que decidían si un programa se ajustaba a la ventana de tolerancia de la sonoridad percibida por la audiencia. Con el descriptor “Margen de Sonoridad” (Loudness Range) – LRA – ; al final del período de medición (por lo general todo el programa), un número único permite que el mezclador/operador decida si es necesario más tratamiento en la dinámica de la señal o no.

Es importante entender que es imposible definir un valor máximo LRA para todas las emisoras y todos los programas. El valor máximo individual de LRA depende del género o géneros (los canales temáticos con contenidos muy uniformes, como por ejemplo las noticias, sin duda no tendrán un nivel máximo de LRA más alto que las cadenas públicas con una gran variedad de géneros de programas como, por ejemplo, un concierto de música clásica). Éste valor máximo de LRA es diferente también para diferentes plataformas de emisión como pueden ser la radiodifusión móvil o las emisiones a través de Internet. El entorno de escucha promedio, la edad del público objetivo, “la zona de confort de escucha” de los consumidores y otros parámetros influyen en la elección de los máximos valores de LRA en una emisora para una programación específica.

El método del Control del Margen de Sonoridad parte de un máximo genérico especificado del valor del Margen de Sonoridad de acuerdo a los principios descritos anteriormente y se adapta este valor de salida para cumplir con las necesidades técnicas de cada una de las plataformas individuales. Es responsabilidad del mezclador en la fase de producción del programa determinar el LRA; el mezclador no debe ignorar el paradigma y asumir que las partes posteriores de la cadena de producción corregirán de forma automática a través, por ejemplo, de algoritmos automáticos.

Consecuentemente, el documento EBU R-128 no incluye un valor máximo permitido de LRA, sino que recomienda el uso del descriptor de Margen de Sonoridad para evaluar la necesidad potencial de procesamiento de margen dinámico de acuerdo con los criterios mencionados anteriormente.

El Rango de Sonoridad es además un indicador útil de los potenciales procesos de reducción de dinámica en la cadena de la señal, realizada a propósito o accidentalmente. Si el valor del LRA de un programa después de que haya pasado por la cadena de procesado es, por ejemplo, menor de lo que era originalmente, dicha reducción se ha producido.



4.8 Diferentes ejemplos de Rango de Sonoridad en función del entorno de reproducción

Uso del Pico Verdadero

El tercer parámetro recomendado por R 128 se refiere al máximo nivel de pico verdadero de la señal de audio. Habiendo abandonado el método de normalización por pico, sigue siendo, por supuesto, vital medir y controlar los picos de un programa, y especialmente su máximo nivel de pico para evitar la sobrecarga y la distorsión.

Un medidor de sonoridad compatible con el modo “Modo EBU”, debe contar con la medición y visualización de los niveles máximos de pico verdadero de un programa. Los limitadores de seguridad deben ser capaces de trabajar en modo pico verdadero para evitar la sobre-modulación y deben poseer la capacidad de adaptarse al Máximo Nivel de Pico Verdadero permitido tanto en producción como en la salida de control “master”, en la cabecera de distribución y en la emisión.

Ventana temporal en la Medida de la Sonoridad

Un medidor de sonoridad que cuente con el “Modo EBU”, debe ofrecer tres escalas de tiempo distintas:

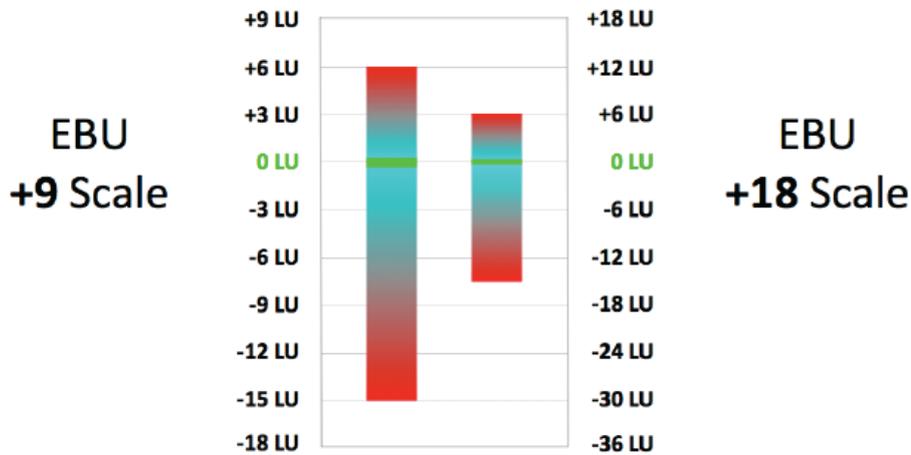
- Sonoridad Momentánea (abreviado ‘M’), ventana temporal: **400ms**.
- Sonoridad Short-term (abreviado ‘S’), ventana temporal: **3 seg**.
- Sonoridad Integral (abreviado ‘I’), desde el ‘inicio’ hasta el ‘final’.

Las ventanas temporales M y S están diseñadas para ser utilizadas en mezcla y toma de niveles inmediata de las señales de audio. Con la medición Momentánea se puede establecer mejor el ajuste del nivel inicial, ajustando el nivel de los elementos de anclaje (tales como voz, música o efectos de sonido), de forma que su nivel se encuentre alrededor del Nivel Destino de 23 LUFS.

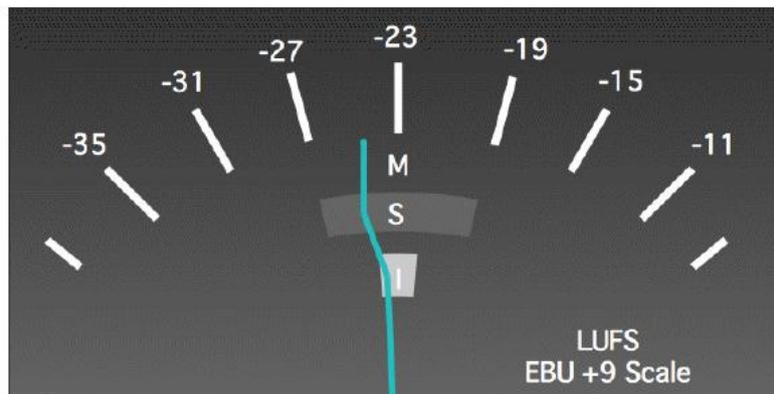
Por supuesto, el técnico mezclador tiene que conocer en cada momento cuanto de sonora es la señal, y este es el principal propósito de las mediciones Momentánea y Short-term.

El modo Integral es para uso en post-producción, y trabajos basados en ficheros.

Se han definido dos escalas: “Escala EBU +9” que debería de ser adecuada para la mayoría de los programas y “Escala EBU +18” que podría ser útil para programas con un amplio rango de sonoridad (LRA). Ambas escalas pueden mostrar el Nivel de Sonoridad relativa en LU o en los valores absolutos LUFS. ‘0 LU’ en ‘Modo EBU’ significa que nos encontramos en el nivel deseado de 23 LUFS.



4.9 Representación esquemática de las dos escalas de Sonoridad



4.10 Representación esquemática de un medidor de Sonoridad

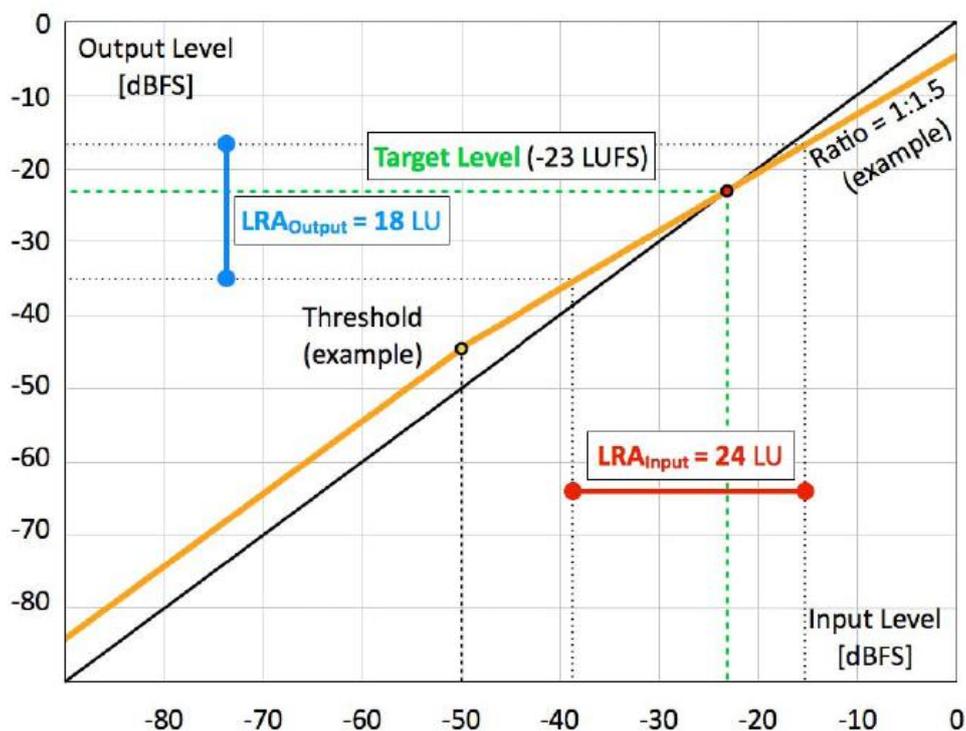
Mezcla atendiendo a la Sonoridad

Los elementos más importantes de una mezcla de cara a formarse una impresión subjetiva de la sonoridad son los que se denominan sonidos de ‘primer plano’, voces, música o efectos de sonido principales. Los elementos sonoros individuales tienen una amplia variación en la diferencia entre su nivel de sonoridad y su nivel de pico. Por ejemplo, el “clink” del choque de dos vasos tiene un alto nivel de pico, pero muy bajo nivel de sonoridad. Por otra parte, un “riff” de guitarra eléctrica de rock duro, muy comprimido, tiene un nivel de sonoridad casi igual que su nivel de pico. Si las dos señales se alinean de acuerdo con su nivel de pico, el “riff” de guitarra parecerá mucho más sonoro que el “clink” de los dos vasos. La intención de este ejemplo es ilustrar el concepto, ¡lo cual NO significa que estas dos señales deban mezclarse con la misma sonoridad!. El nivel de los elementos individuales y sus componentes (como pre-mezclas, sólo música o locución) en la mezcla es, por supuesto, una decisión artística, pero la medición de la sonoridad puede ayudar al técnico mezclador con una información visual que realmente muestra lo que él o ella escuchan.

Rango de Sonoridad en Producción

Trabajar con sonoridad normalizada también implica controlar el Rango de Sonoridad (LRA) ya que las posibilidades dinámicas aumentan. Esto es importante para asegurar una señal apropiada para la audiencia a la que va destinada y para la cadena de distribución.

Con el parámetro Rango de Sonoridad es posible por sistema, determinar la medida apropiada de la posible compresión dinámica para que un programa se ajuste a la ventana de tolerancia de la audiencia o de la plataforma de distribución. En la práctica, la compresión global de bajo nivel conducirá a resultados satisfactorios: Un umbral bajo (< 40 dBFS) y una moderada relación de compresión (1:1,2 – 1:1,5), junto con un tiempo de caída (release) ($> 0,5$ s), aseguran una compresión uniforme en todo el rango de la señal.



4.11 Ejemplo de procesamiento del Rango de Sonoridad con un compresor

Calibración y Niveles con Sonoridad Normalizada

Una Señal de Calibración en radiodifusión consiste en una señal sinusoidal de 1 kHz de frecuencia que se utiliza para alinear técnicamente una conexión de sonido. En los sistemas digitales el nivel de dicha Señal de Calibración es 18 dB (ó 20 dB) por debajo del máximo nivel de codificación, con independencia del número total de bits disponible. El cambio a normalización por sonoridad NO modifica este enfoque ya que la calibración no implica una relación obligatoria con la medida o medición de la sonoridad.

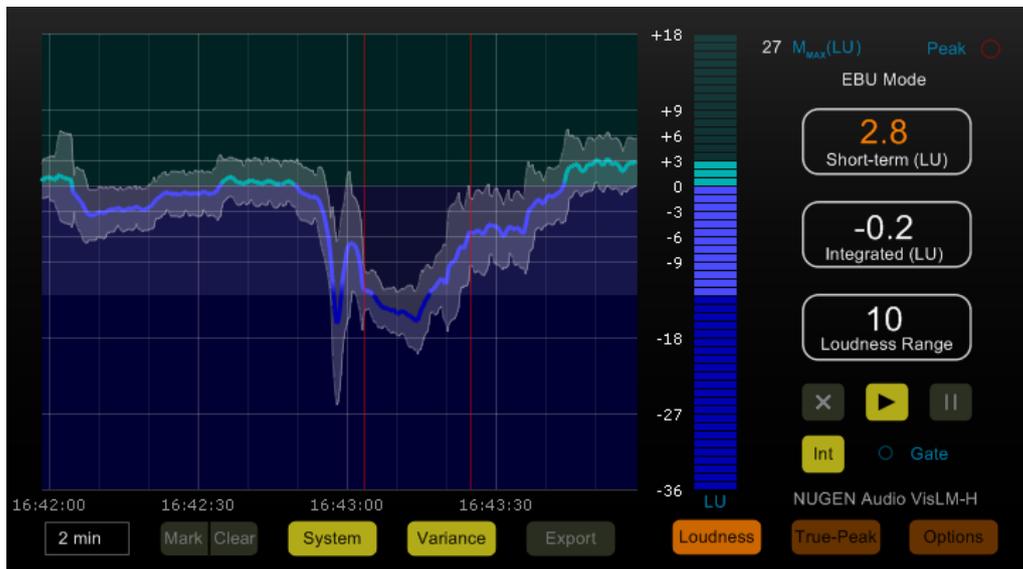
Por tanto, la calibración para intercambio de señales puede realizarse como siempre, con una señal sinusoidal de 1 kHz a 18 dBFS (ó a -20 dBFS) de nivel.

El nivel de calibración de 18 dBFS (tono de 1 kHz) se leerá como 18 LUFS en un medidor de sonoridad con escala absoluta (o +5 LU en la escala relativa en Modo EBU), siempre que el tono de 1 kHz esté presente (en fase) tanto en el canal derecho como en el izquierdo de una señal estéreo o envolvente. Si el tono de 1 kHz se utiliza solo en un único canal frontal, el medidor de sonoridad deberá leer 21 LUFS (o +2 LU en la escala relativa).

Nivel de Escucha

La EBU recomienda que las condiciones de escucha para la evolución del material sonoro de un programa sean las siguientes:

- Para 2 canales estéreo: **Lref = 85 dBA SPL** por altavoz (utilizando ruido de 20 Hz – 20 kHz con igual energía por octava a -18 dBFS).
- Para 5.1 : **Lref = 78 dBC SPL** por altavoz (utilizando ruido de 500 Hz – 2 kHz con igual energía por octava a -18 dBFS).



4.12 Medidor de Loudness

Algunos fabricantes que colaboran con el grupo de trabajo de la EBU han empezado a desarrollar los primeros prototipos en forma de plug-in.

5. Descripción del equipamiento.

El equipamiento ha sido seleccionado considerando las prestaciones exigidas por la producción para transmisiones de cobertura internacional atendiendo también a los detalles tecnológicos descritos en esta memoria.

El sistema está sustentado por tres matrices que gestionan todo el tráfico de señal:

1. Red de fibra óptica OPTOCORE DD32 entre los puntos de **captación** y la unidad móvil.
2. Matriz YAMAHA DME-64N, encargada de la **distribución** del audio a los sistemas de almacenamiento, vías de enlace, comunicaciones y la gestión de la señal en el interior de la UM.
3. Matriz de **intercomunicación** RTS, que concentrará las comunicaciones entre todos los profesionales implicados en la transmisión.

En cuanto al **procesado** y mezcla de la señal de audio, la mesa de sonido escogida es el modelo PM5D-RH de la marca YAMAHA.

La instalación la complementan los siguientes dispositivos:

- Codificadores/decodificadores RDSI.
- Reproductor de audio desde disco duro.
- Conversores A/D y D/A.
- Medidor de señal de audio.
- Generador de sincronismo.
- Monitores de escucha.
- Convertidor MADI.
- Paneles de conexión (patch)

Todos los dispositivos trabajan con una resolución de 24 bits y una frecuencia de muestreo de 48 kHz.

5.1 Mesa de sonido digital YAMAHA PM5D-RH



5.a PM5D-RH



5.b Panel posterior

Es una mesa que integra consola de control, DSP, previos, convertidores y puertos de entrada y salida (tanto de señales de audio como de control) dentro del chasis (figura 5a y 5b), pero tiene la opción de ampliar el número de entradas y salidas a través de las cuatro ranuras del panel posterior (figura 5.2), pudiéndose instalar tarjetas A/D, D/A y E/S digitales en distintos formatos. La configuración, así como sus características principales son:

Canales (o buses) de entrada

- 48 monofónicos con conversión A/D.
- 4 estéreos con conversión A/D.
- 2 exteriores (2TR) estéreos con conversión A/D.
- 64 AES/EBU con las tarjetas de ampliación (slots 1, 2, 3 y 4).
- 32 AES/EBU a través del bus denominado CASCADA.
- 3 estéreos AES/EBU.

Capacidad total de tráfico de señales (puertos) de entrada, **162 señales.**

Capacidad total de señales (internas) a mezcla, 56 canales (48 mono + 4 estéreos).

Canales (o buses) de salida

- 8 denominadas MATRIX con conversión D/A.
- 24 denominadas MIX con conversión D/A.
- 5 monitores de escucha con conversión D/A.
- 2 estéreos (máster A y B) con conversión D/A.
- 64 AES/EBU con las tarjetas de ampliación (slots 1, 2, 3 y 4).
- 32 AES/EBU a través del bus denominado CASCADA.
- 3 estéreos AES/EBU.

Capacidad total de tráfico de señales (puertos) de salida, 143 señales de salida.

Capacidad total de buses (internos) de mezcla, 34 buses (8 MATRIX + 24 MIX+ 2 STEREO MASTER).

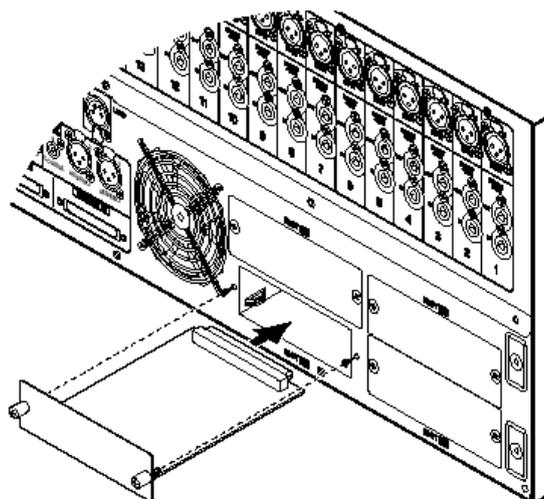
Yamaha denomina a los buses internos que trabajan en la DSP (matrix, mix, estéreo A y B) con el mismo nombre que los puertos de salida que llevan conversión D/A. Por ejemplo una mezcla presente en el bus interno MIX 1, se puede encaminar al D/A MIX 1 y a cualquier otra línea de salida digital y/o analógica (mix, matrix, máster, slots, cascada, estéreos). Dicho de otra manera, los conversores D/A (puertos de salida) que incluye la mesa llevan el mismo nombre que los buses internos (DSP) de mezcla. Pero son trayectos diferentes.

Las tarjetas para expandir los puertos de entrada/salida son de 16 canales AES/EBU por slot, total 16 canales x 4 slots = 64 canales.



4.1 Tarjeta de expansión de 16 E/S AES/EBU

Las tarjetas de los slots 1, 2, y 3 (48 señales AES/EBU bidireccionales, figura 4.1) se conectan con los puertos de la red de fibra OPTOCORE DD32 ubicados en el control. Estas tarjetas no son SRC (Sample Rate Converter), es decir, las señales que accedan a estos buses deben estar sincronizadas al mismo reloj de la unidad móvil. (Ver anexo 1 para diagrama general, anexo 2 para detalle de cableado y anexo 4 para ubicación en rack).



4.2 Slots de expansión

La tarjeta del slot 4 (16 señales AES/EBU, figura 4.3) se comunica con el panel exterior de la UM, con el fin de realizar el intercambio de señales digitales externas en las cercanías de la unidad móvil. Por este motivo la tarjeta deberá llevar implementado sincronizadores (SRC).



4.3 Tarjeta de expansión con SRC

Todas las entradas analógicas poseen impedancia adaptada a micro y línea, están balanceadas y aisladas electrónicamente (amplificadores operacionales), con niveles que van desde -62 dBu a +30 dBu. Por lo que se cumple con las prestaciones exigidas a los previos de micrófono en cuanto a rango dinámico. Se dispone de alimentación “phantom” (48 V.) para micrófonos de condensador y otros dispositivos que la precisen.

De las 48 entradas A/D monofónicas, 32 de ellas se tendrá acceso desde el panel exterior de la UM para puntos de captación cercanos, y las 16 restantes desde el panel interior (control de sonido) normalizado y enfrentado (salvo inserción de latiguillo, conectado permanentemente) a los 16 previos de micrófono de las 8 cámaras, situados en la CCU (electrónica de la cámara situada en el control técnico de la unidad móvil).

Las entradas estéreo analógicas están dispuestas en el interior del control para posibles fuentes analógicas. Las entradas llamadas externas 2TR son utilizadas para monitorizar señales que no van a mezcla. Por ejemplo la recepción de la TDT, satélite o cualquier señal que se quiera tener como referencia.

Las salidas analógicas MATRIX y MIX se encuentran en el panel interior y exterior de la UM para distribución de audio analógico. Las de monitor se

enfrentan con los monitores de escucha y pre-escucha (cue) del control de sonido. El patch interior es de conector bantam normalizado (anexo 2).

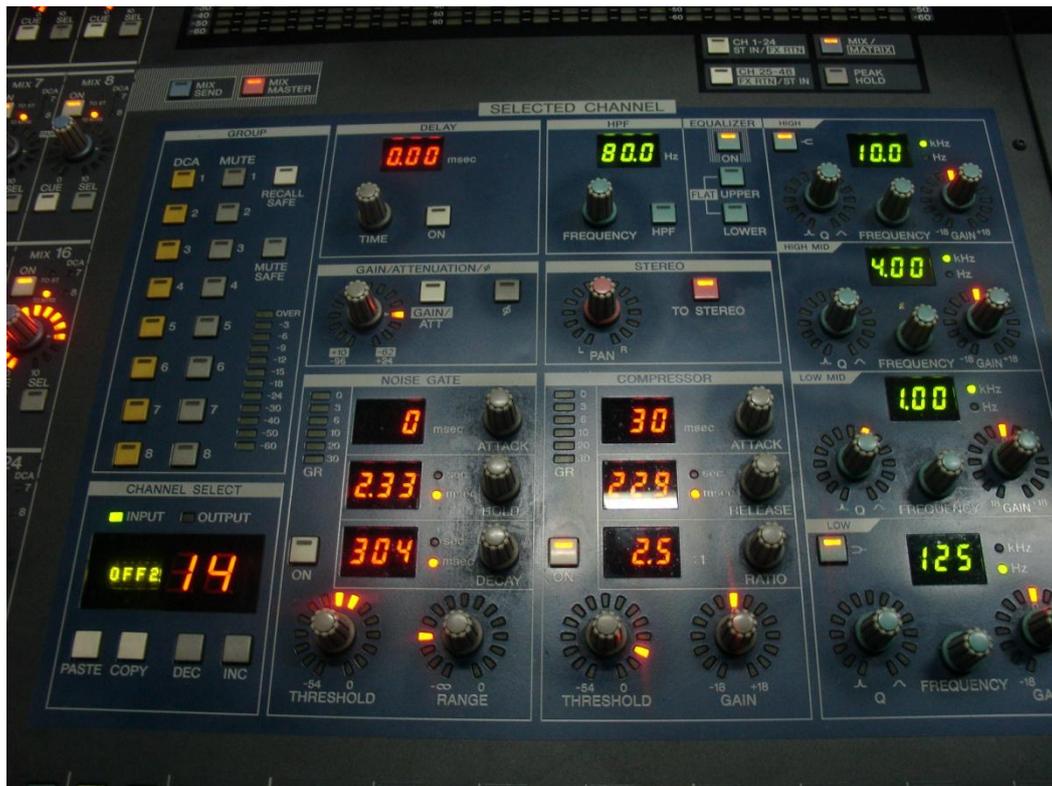
Las salidas digitales 2TR llevan la señal al medidor de audio y al reproductor/grabador en disco duro. La tercera queda libre.

Los conectores CASCADA IN, CASCADE OUT permiten compartir buses entre distintos equipos YAMAHA. Están concebidos, principalmente, para trabajar conjuntamente con la matriz de la misma marca modelo DME. Desde el punto de vista funcional es un bus que transporta 32 audios (en ambos sentidos) conectados a la matriz. La matriz DME, como veremos, se encargará de gestionar las señales del interior de la unidad, almacenamiento, monitores de escucha, comunicaciones y vías de transporte.

En resumen, las entradas/salidas analógicas son para un uso local o cercano a la UM. Los slots 1, 2 y 3 de expansión AES/EBU se comunican con la red de fibra óptica para la captación y distribución situada a grandes distancias. El slot 4 proporciona entradas/salidas AES-3 en las cercanías de la UM. El bus CASCADE transporta la señal desde y hacia la matriz de distribución interna de la UM, y comunicaciones (anexos 1 y 2).

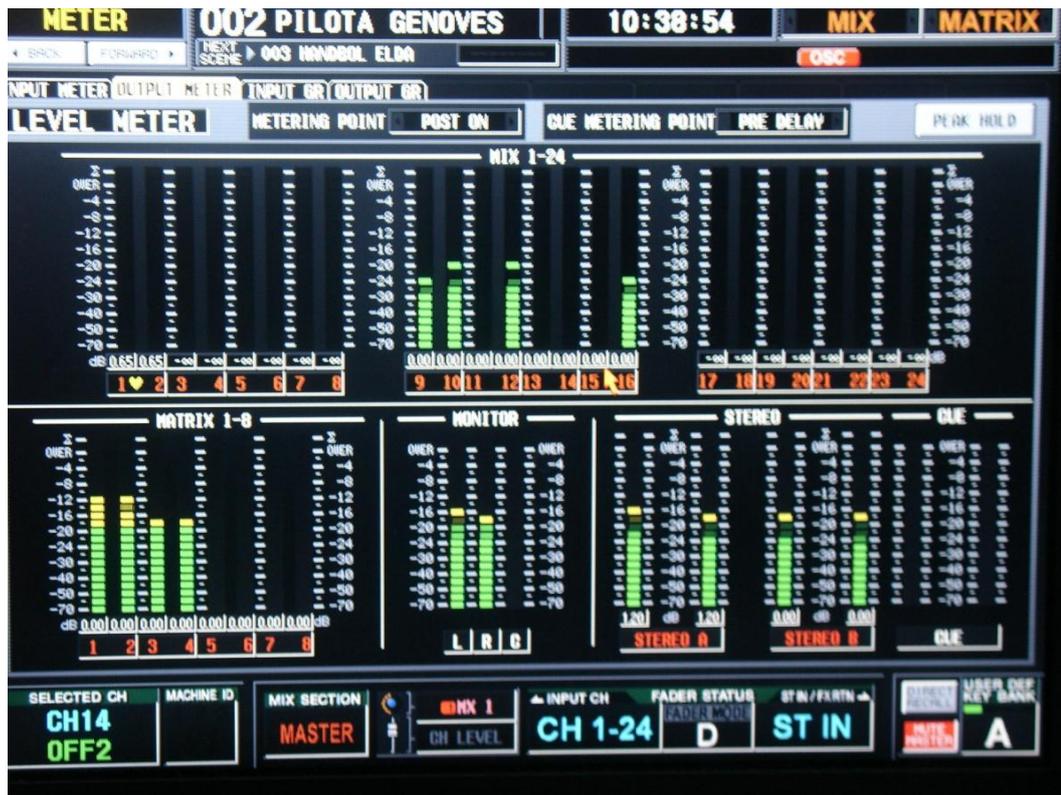
Características funcionales significativas.

- En todos los puertos de salida es posible ajustar el nivel de la señal independientemente. Eso nos permitirá estar trabajando con diferentes referencias de alineamiento (o calibración).
- Todos los buses internos (situados en la DSP) de salida (matrix, mix, máster A y B) poseen la función de retardo. El “delay” es un parámetro habitual en los canales de entrada como herramienta creativa en sonorización musical, pero no es tan frecuente implementarlo en buses de salida. Cubre la necesidad de ajustar en distribución, cuando sea necesario, la diferencia de latencia (retardo) entre sonido e imagen de una señal en particular a un destino concreto.
- Memorias y bibliotecas donde se puede guardar parámetros de mezcla en forma de 500 escenas de recuperación inmediata con automatización de mezclas (faders motorizados). Los efectos, la asignación de puertos de entrada/salida, ajustes de canal interno de entrada/salida, ajustes pre-amplificadores. Permite guardar, por ejemplo, las distintas configuraciones del programa pre-match, partido y programa post-match de una retransmisión deportiva.
- Conjunto completo de filtros, ecualización paramétrica de 4 bandas, procesado de dinámica, tanto en los canales de entrada como de salida.

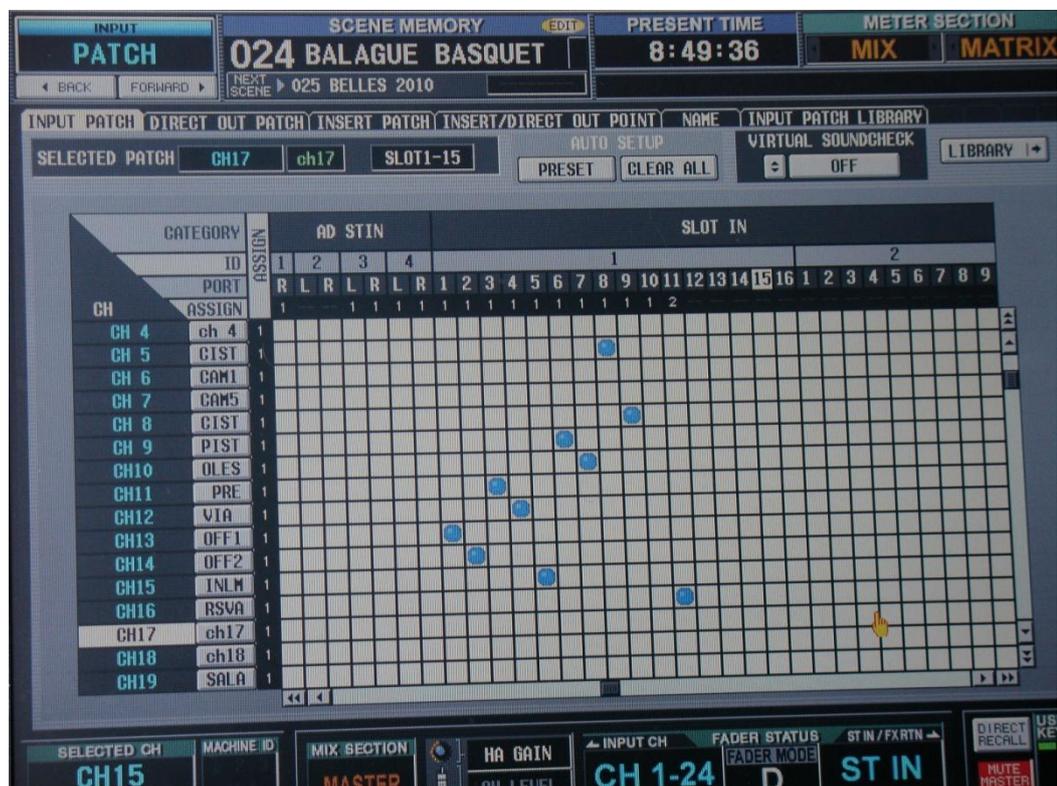


5.4 Parámetros de la sección *SELECTED CHANNEL* de entrada/salida

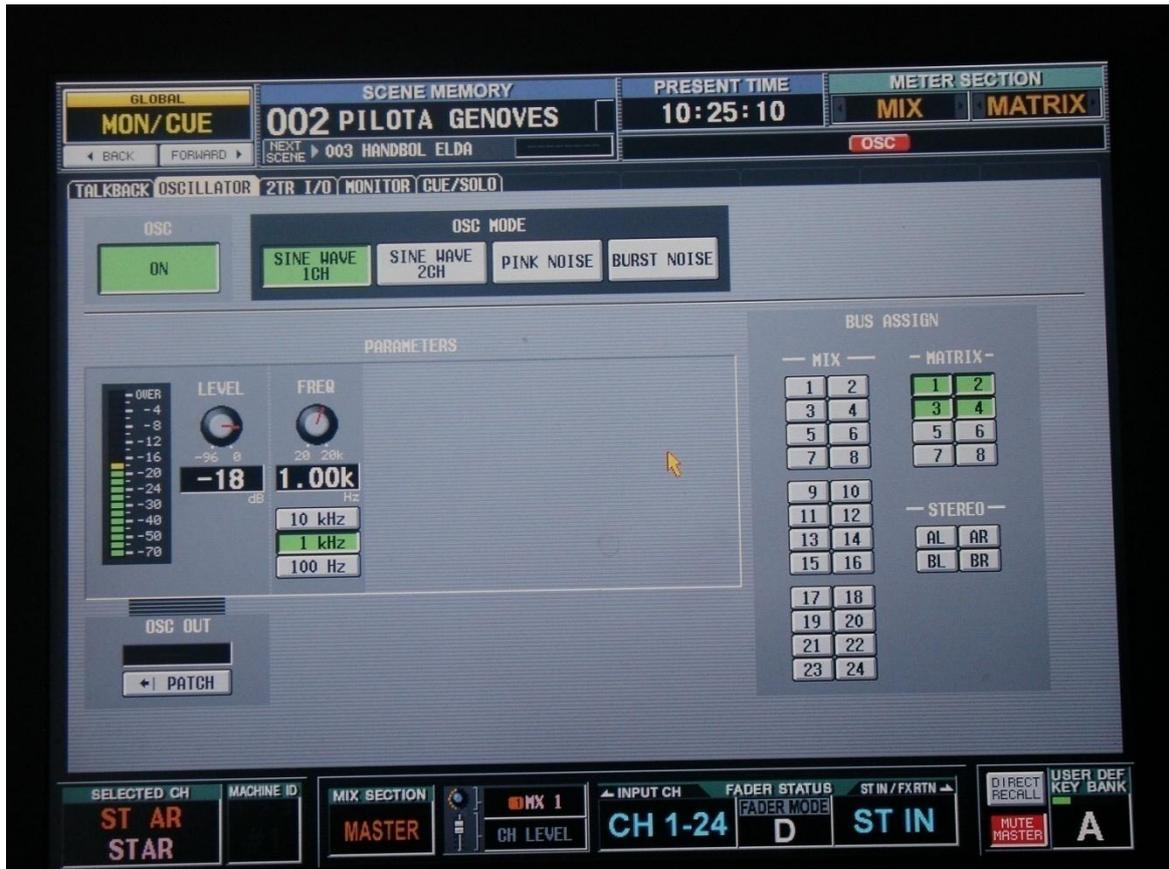
- Visualización del nivel de la señal sobre fondo de escala en entradas, salidas, pre y post ecualización, pre y post procesado dinámico, prácticamente en cualquier punto de la mesa antes o después de actuar sobre la señal. El nivel puede visualizarse conjuntamente, todas las entradas o todas las salidas, y de manera individual, por canal (figura 5.5).
- Contiene 8 módulos de efectos internos. En cada módulo, se puede elegir uno de los 48 tipos de efectos que incluye la mesa en su librería.
- El patch de entrada/salida permite asignar puertos de entrada/salida a los canales de la mesa, mediante matrices de conmutación cuyo control está integrado en el interfaz de usuario de la mesa (figura 5.6).
- Generador de tonos puros y ruido de banda ancha hacia todos los buses de salida (figura 5.7).



5.5 Visualización de señales de salida



5.6 Matriz de conmutación de entradas



5.7 Generando 1 kHz a -18 dBFS hacia los buses de salida MATRIX 1, 2, 3 y 4.

5.2 Matriz digital YAMAHA DME64N



5.8a Panel frontal



5.8b Panel posterior

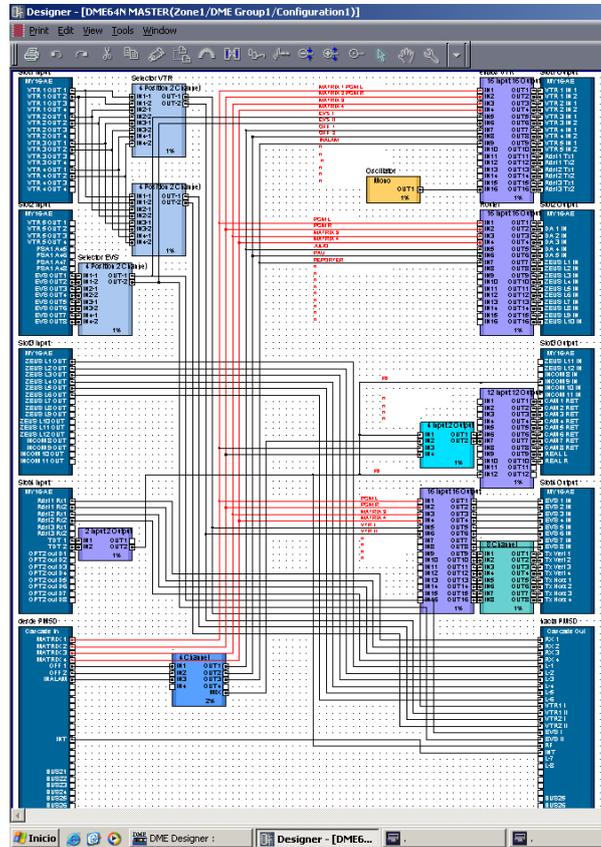
La DME64N es un sistema de enrutamiento y procesamiento de señales de audio. Incluye una gama completa de procesamiento que es controlado mediante una aplicación software.

Se conectará a la mesa a través de los buses CASCADE IN y CASCADE OUT (32 líneas bidireccionales), y al patch-panel interior (control de sonido UM) por medio de las tarjetas insertadas en los slots 1, 2, 3, 4 (anexos 1 y 2). Estas transportarán 16 canales AES-3 in/out cada una. Por consiguiente, la capacidad total de la matriz es de 96 x 96.

A través del bus CASCADE circularán 32 señales desde/hacia la mesa de sonido. Las 64 señales restantes estarán disponibles a través de patch bantam normalizado situado en el interior del control de sonido de la UM. Su función, en cuanto al direccionamiento, será el de interconectar los dispositivos de almacenamiento, reproducción, RDSI, monitorado acústico en control de realización, sistema de intercomunicación, algunas líneas (16) de la red de fibra óptica, distribución a vías de transporte. En resumen, sustituirá la “maraña” de latiguillos (figura 1.3) del patch analógico.

Pero la DME64N es también un sistema de procesamiento que permite introducir componentes (mezcladores, matrices de conmutación y sumadoras, ecualización, medidores de señal, generadores de tonos...) entre origen y destino (figura 5.9). Los puntos origen (salida de dispositivo externo) se

encuentran en la parte izquierda, y el destino (entrada a dispositivo externo) al lado opuesto. En la figura 4.8 se aprecian 5 módulos de entrada (columna izquierda) y 5 de salida (columna derecha). Corresponden a los 4 slots y el inferior de 32 líneas pertenece al bus CASCADE.



5.9 Interfaz gráfica de la matriz DME64N

Entre las columnas de entrada y salida de señal se insertan los componentes. Los parámetros de los componentes son controlados “on-line”, permitiendo ampliar la funcionalidad y ahorrar recursos de la mesa de sonido y del resto de la instalación.

Funcionalidades significativas

- Selector de fuentes, por ejemplo de vídeo. Este componente reduce canales en la mesa, pues se selecciona la fuente de vídeo requerida en cada momento.
- Pequeños mezcladores que ayudan a confeccionar retornos de comentarista y el monitorado de realización.
- Amplificadores/atenuadores de señal. Permite un ajuste fino de nivel en cada una de las señales en distribución, sin afectar el nivel de los buses de la mesa. Es importante esta función por que facilita el alineamiento de niveles con diferente norma.
- “Delayers”, son otra opción a los que incorpora la mesa, cuya función será la de ajustar el sincronismo sonido-imagen.

- Medidores de señal sobre fondo de escala. Posibilita la visualización del nivel de la señal durante todo su recorrido por la matriz.
- “Routers”, son matrices de conmutación. El tradicional punto de cruce entre origen y destino. Es el más utilizado.
- Generador de señal sinusoidal, que permite realizar pruebas con dispositivos y vías de transporte sin afectar al trabajo que esté realizando la mesa en ese momento.
- GPI (interfaz de uso general). Se puede transferir una variedad de señales de control a (o desde) paneles de control opcionales de la marca YAMAHA. En el caso que nos ocupa, se instalará un panel CP4SF en el control de realización para seleccionar la escucha del control (figura 5.10).

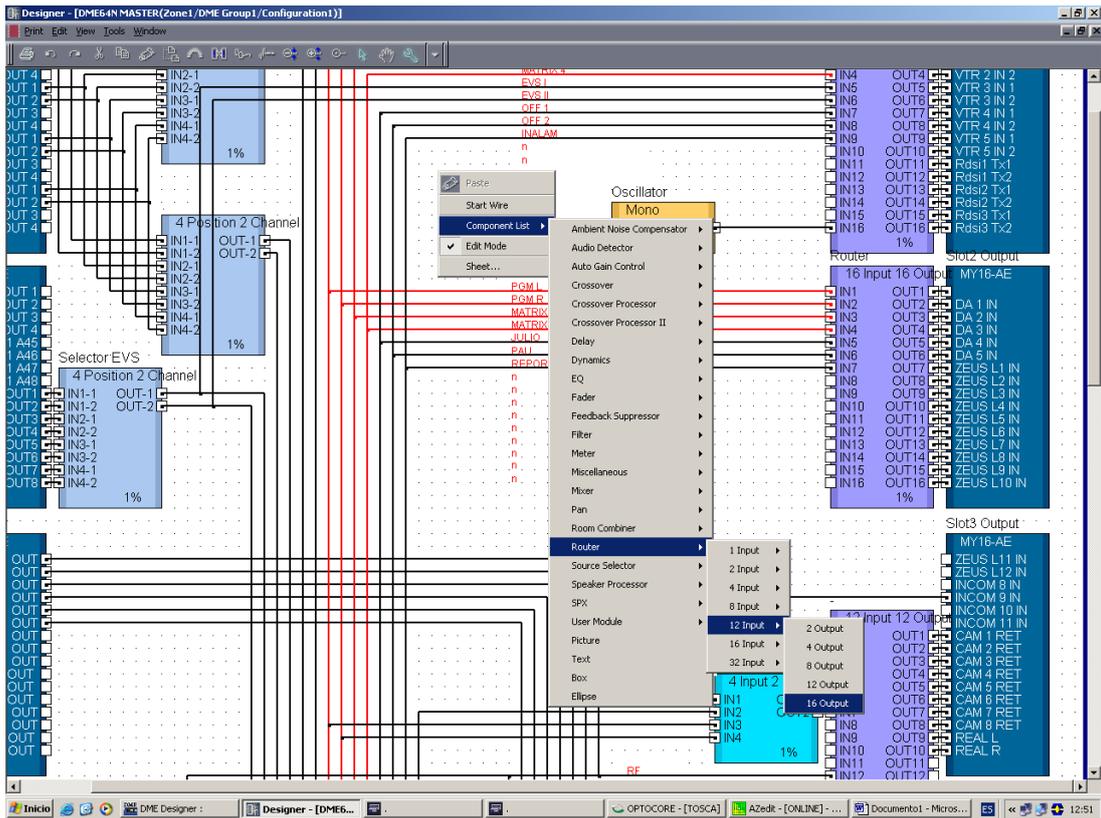


5.10 Panel controlado por GPI

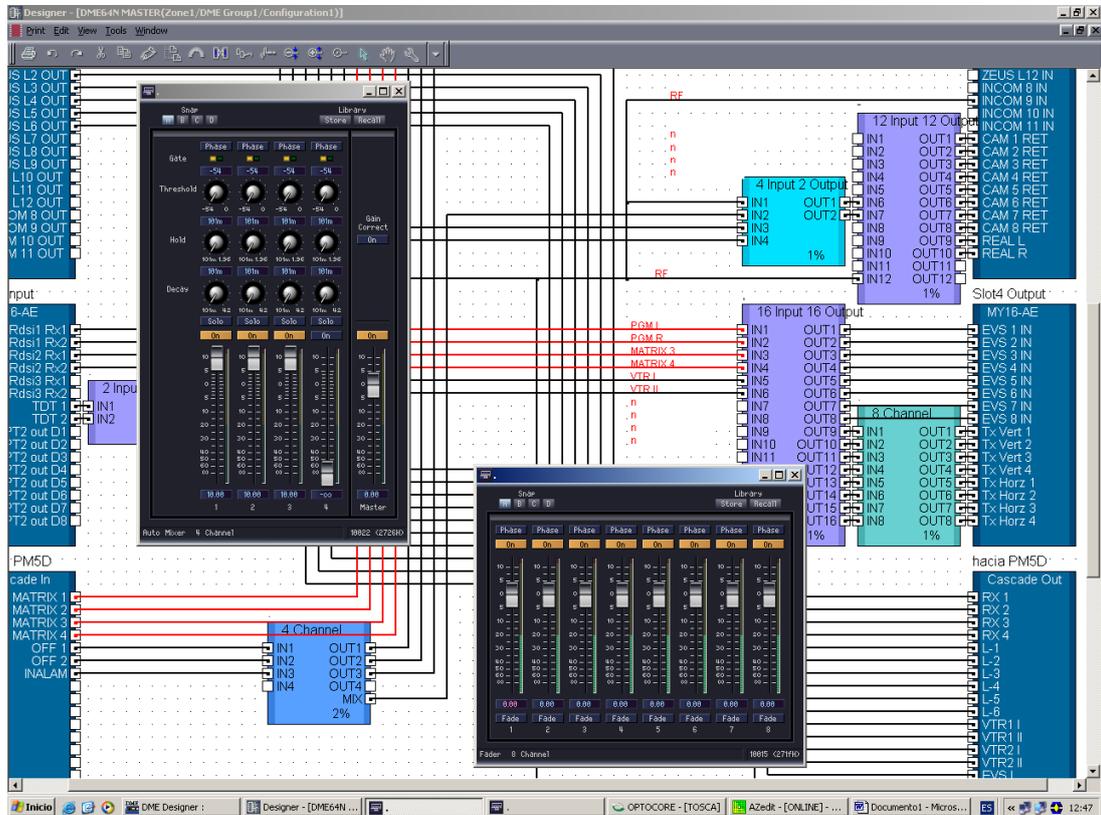
En los puestos de comentaristas también se hará uso de este panel. Se tratará cuando se describan los dispositivos de la red de fibra óptica.

En el momento de redactar este proyecto, la unidad móvil disponía de dispositivos de vídeo analógicos, por lo que se insertarán convertidores A/D y D/A entre la matriz DME64N y el patch. A medida que se incorporen equipos digitales, se irán retirando los convertidores.

Las configuraciones se pueden almacenar en escenas, y ser recuperadas de inmediato. El bus CASCADE también transporta información de control entre mesa de sonido y matriz DME. Esto posibilita recuperar escenas simultáneamente, es decir, desde la mesa se hace una llamada a memoria (recall), y recupera una escena de la mesa y de la matriz.



5.11 Introducción de componentes



5.12 Control de parámetros de los componentes

5.3 Red de fibra óptica OPTOCORE DD32



5.13a Frontal



5.13b Panel posterior

Se ha seleccionado la red de fibra óptica OPTOCORE DD32 para sustituir los multipares analógicos en retransmisiones con grandes distancias entre los puntos de captación y la unidad móvil.

La red estará formada por 5 dispositivos DD32 identificados como ID1, ID2, ID 3, ID 4 y ID5. Configurados de la siguiente manera:

- ID1, ID2 se instalarán en el control de sonido. Cada dispositivo gestiona 32 líneas (bidireccionales) de audio a través de los puertos (16 in ó 16 out por puerto) A, B, C y D del panel posterior. Conectados a los slots 1, 2, y 3 de la mesa (48 líneas), y al patch-panel (16 líneas). Por tanto el acceso a la red se puede realizar desde la mesa, la matriz DME, el patch interior y exterior, dando versatilidad al sistema (anexos 1 y 2).
- ID3, ID4 y ID 5 serán instalados en las denominadas unidades exteriores. Cada unidad estará formada por un DD32, 2 unidades de 8 previos micro/línea YAMAHA AD 8HR y una matriz YAMAHA DME 64N (anexo 3).



5.14 Unidad de 8 previos micro/línea y conversión A/D YAMAHA AD 8HR

Configuración y prestaciones de las unidades exteriores

El propósito de la unidad exterior es la captación y reproducción de señales de audio en distintos formatos desde/hacia la UM. Para ello se ha elegido los previos AD 8HR para la conversión analógica-digital por dos razones. Posee exactamente las mismas características (es el mismo previo) que los previos de la mesa, por tanto, no habrá diferencia entre la toma de sonido desde la mesa y a través de la red de fibra. El segundo argumento es la posibilidad que ofrece optocore y la mesa PM5D de llevar el control remoto de los previos externos desde la mesa.

Optocore DD32 permite transportar señales de control mediante el puerto RS 485 y YAMAHA PM5D, a través del conector HA REMOTE, puede realizar el control remoto de sus previos externos con la misma interfaz que los previos integrados en la mesa. Los dos fabricantes llegaron a un acuerdo para hacer compatibles sus protocolos de control.

La matriz DME 64N de las unidades exteriores cumple funciones distintas a la instalada en el control de sonido. Se provecha la versatilidad de las distintas tarjetas de entradas/salidas que tiene YAMAHA. En este caso se instalarán 2 tarjetas AES-3 con SRC (32 líneas in/out en slots 1 y 2), y dos tarjetas de conversión digital-analógica (16 líneas de salida en slot 3 y 4). Es decir se encargará de extraer en analógico los retornos procedentes de la UM, y de introducir señales AES-3 externas, y sincronizarlas (anexo 3).

La capacidad de tráfico de cada unidad exterior es de 16 líneas analógicas mic/línea de entrada. De salida otras 16 líneas analógicas. Y el mismo número de entradas y salidas en AES-3. Queda la opción de extraer otras 16 AES-3 directamente del optocore (anexo 3).

Se dispone de toda la capacidad de direccionamiento y procesado de la matriz DME para distribuir señales, realizar pre-mezclas, ajustar niveles con independencia de la UM, y se hará uso de los GPI (interfaz de propósito general) para conectar el panel de control CP4SF con el fin de poder seleccionar y justar la señal de retorno de comentaristas, monitores de escucha



5.15 Conexión de la fibra óptica a la UM

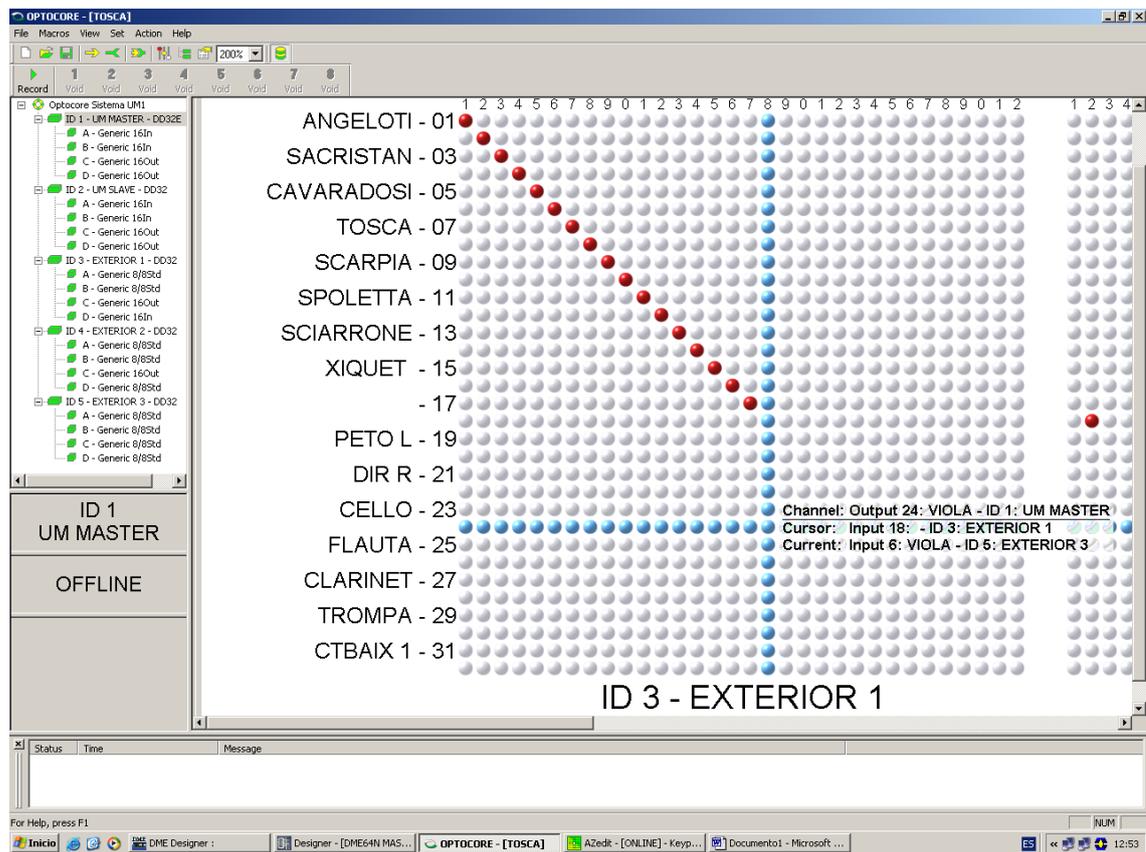


5.16 Unidad exterior

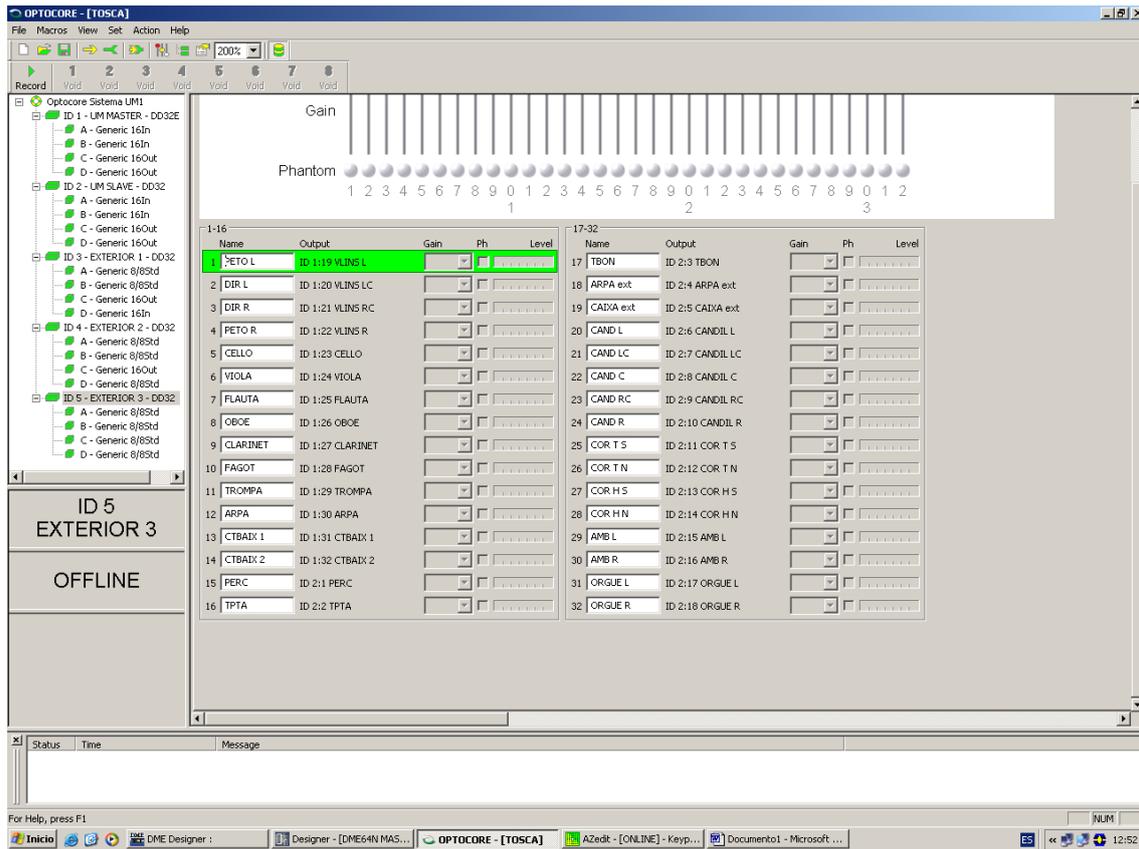
Características de la red OPTOCORE

- Latencia (retardo) máximo de 42 μ s. punto a punto, independientemente de la distancia, pudiendo cubrir distancias de hasta 700 m. con fibra multimodo. Se han descartado otros sistemas de red por no cumplir el requisito de latencia total \ll 10 ms. Por ejemplo el retardo que introduce un solo switch en redes ethernet es de 5 ms. mínimo.
- Doble fuente de alimentación por dispositivo, con conmutación automática entre ellas. Imprescindible incorporar redundancia cuando se trata de retransmisiones en directo.
- Lógica interna actualizable.
- Puertos auxiliares RS485 con una tasa de transmisión de 10 Mbps.
- Puertos de entradas/salidas AES-3 configurables. Las opciones son: 16 inputs, 16 outputs ó 8 in/8 out por puerto.
- Acceso remoto a todos los parámetros de los dispositivos a través de los puertos RS232/USB. Mediante un sencillo software de control se direccionan las señales por toda la red. El interfaz gráfico contiene matrices de conmutación, solo hay que seleccionar el dispositivo y realizar el cruce (figura 4.15).
- Doble módulo óptico de 1 Gbps para redes redundantes.

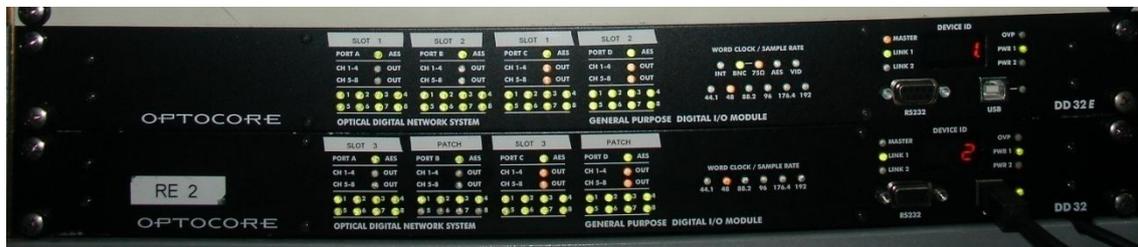
- Entrada y salida de vídeo compuesto por dispositivo, con resolución de 10 bits y un ancho de banda de 10 MHz a 27 MHz de frecuencia de muestreo. Útil para mandar señal de vídeo a las posiciones de comentaristas. La red transportará, por tanto, audio, señales de control, sincronismo y unas pocas (en este caso 5) señales de vídeo.



5.17 Enrutamiento de señales de audio en OPTOCORE. Ópera TOSCA



4.18 Introducción de datos en la red OPTOCORE. Ópera TOSCA.

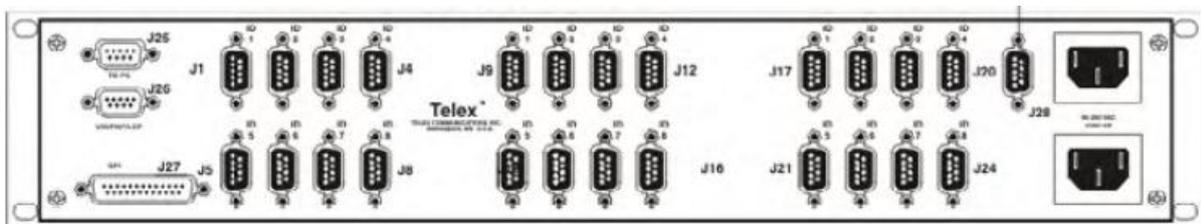


5.19 Dispositivos ID1 y ID2 instalados en el control de sonido.

5.4 Matriz de Intercomunicación ZEUS de RTS



5.20a Frontal



5.20b Posterior

Matriz de comunicaciones internas y órdenes a comentaristas. Dispone de 24 puertos en conectores D-sub 9 pines (figura 5.20b), por los que circula audio y datos de control en ambos sentidos.

Las comunicaciones se establecen por medio de consolas, llamadas KEYPANEL. Los modelos instalados en la UM son: KP-32 y KP-12. El número corresponde a la cantidad de destinos a los puede acceder.



5.21 KEYPANEL de 32 destinos

Cada keypanel ocupa un puerto en la matriz, los pulsadores activan el micrófono y/o el altavoz y transmiten los datos de control a la matriz para realizar la conmutación correspondiente. La suma de señales en la Zeus se realiza, previa conversión A/D, por multiplexado de slots temporales (TDM). El audio presente en los puertos es analógico.

Los puertos pueden usarse prescindiendo de los datos de control. Esta situación se presenta cuando hay que llevar (o recoger) la señal a la mesa de sonido para confeccionar el retorno de comentarista, o a las líneas RDSI, o simplemente para establecer una comunicación dúplex con un sistema de comunicación ajeno.

Asignación de puertos

Los 5 primeros corresponden a keypanels de la unidad móvil:

- 1- Control de sonido KP-32.
- 2- Control de vtr's KP- 12.
- 3- Ayudante de realización KP- 12.
- 4- Realización.
- 5- Control de cámaras.

Los puertos 6, 7, 8 y 9 van al patch de datos (RJ 45), para ampliaciones ocasionales de keypanels.

Los puertos 10 y 11 acceden al **trunking**. El sistema permite conectarse con la matriz central de intercomunicaciones del CPP, usando para ello una RDSI completa (dos canales de audio bidireccionales, más datos). Una vez establecida la conexión, los dos sistemas se reconocerán como propios, es decir, se podrá acceder a todos los destinos (habilitados para ello) del CPP desde la UM, y viceversa.

El puerto 12 es la comunicación con los operadores de cámara. Para ahorrar recursos, y puesto que la topología de red, para esta aplicación, está perfectamente definida (estrella), se incorpora el dispositivo MDA 100 (figura 5.22), que no es otra cosa que un distribuidor del puerto 4 hacia las CCU y un sumador de los micros de comunicación de cámara procedentes de las CCU. En resumen, se trata de evitar que por cada cámara se ocupe un puerto. De esta manera el realizador se comunica con todos los operadores de cámara a través de un solo puerto.



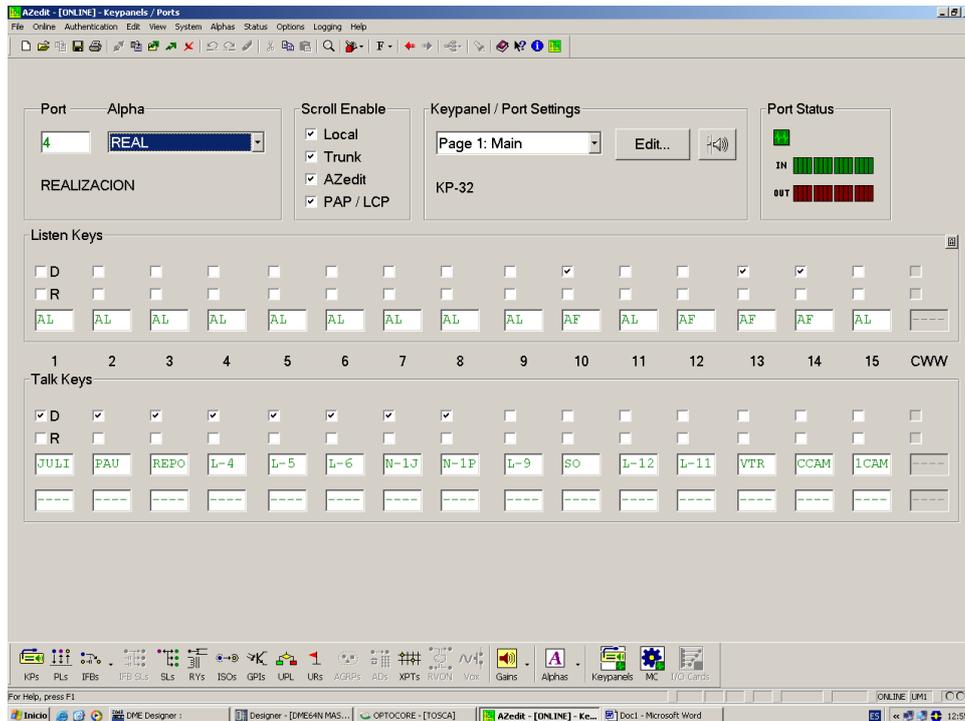
5.22 KP-12 con el sumador/distribuidor MDA 100

El resto de los puertos, del 13 al 24, son puertos solo de audio, sin datos de control, y están reflejados en el patch bantam normalizado conectados a la DME64N para utilizarlos en la mezcla de retornos y comunicaciones externas (anexo 2).

Características funcionales

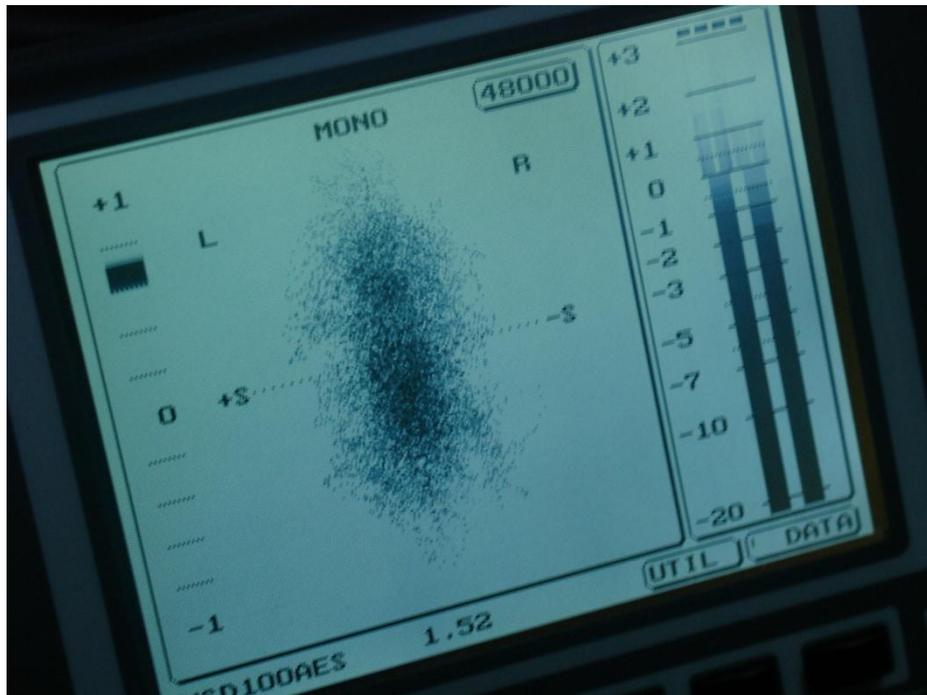
La configuración y ajuste del sistema se efectúa por medio de una aplicación software. Al contrario que ocurría con la matriz DME y la red de fibra, no es aconsejable manipular los parámetros de la matriz Zeus “en caliente”, por consiguiente, el plan de comunicaciones una vez probado, no debería de modificarse en directo.

Se pueden ajustar los parámetros de acceso a destino, forzar la comunicación, enclavamiento de pulsadores, crear prioridades en caso de coincidencias, ajustar niveles.



5.23 Interfaz del sistema de intercom ZEUS de RTS

5.5 Medidor DK-AUDIO MSN 100



5.24 Aspecto del MSN 100

El medidor MSN 100 incorpora distintas normas de medición. Realiza la simulación de VU-metros y picómetros. Pero su función principal será la de presentaciones vectoriales.

Es útil presentar una señal en estéreo en un vectorscopio, lo que resulta equivalente a una presentación en figura de Lissajous vista sobre un osciloscopio. El dispositivo MSN 100 presenta la información izquierda y derecha sobre una pantalla marcada con las posiciones “todo a izquierda” (L) y “todo a derecha” (R), así como posiciones centrales y fuera de fase. Esta presentación también tiene gráfico de barras y correlación. Por tanto, mide nivel y fase.

Es importante la cantidad de información que puede deducirse del diagrama que se produzca. Un diagrama más ancho que alto indicaría una información sustancialmente fuera de fase, mientras que un diagrama estrecho y delgado indicaría una señal más coherente. Cuanto más circular aparezca una señal central, mayor será el error de fase entre canales. Es una buena herramienta para ver la compatibilidad estéreo/mono.

A medida que se vaya implantando la nueva Recomendación EBU R 128, estos equipos deberían de ir incorporando los nuevos algoritmos de medición del audio.

5.6 Conversor MADI de RME



5.25 Frontal del conversor MADI

Realiza conversión MADI a AES-3 y viceversa. Hasta 64 canales sobre fibra óptica, y 56 por coaxial. El dispositivo RME se adquirió por exigencia del Palau de Les Arts de Valencia para intercambio de señales de audio entre la unidad móvil y el auditorio en las representaciones de ópera en directo.

El conversor se conectará a las tarjetas AES-3 SRC (sincronizador) de la matriz DME64N de las unidades exteriores y a la red de fibra óptica del Palau. La señal DARS (referencia de reloj) será suministrada por el auditorio al conversor. La unidad móvil tendrá su propio patrón de sincronismo.

5.7 Codificadores/Decodificadores RDSI



5.26 Códecs RDSI

Se reutilizan las 3 unidades de códecs existentes antes de la reforma. Con lo que se pueden establecer 6 comunicaciones dúplex. Los 6 in/out analógicos de los dispositivos se conectan a la matriz DME64N a través del patch normalizado (anexo 2). El sistema de intercom RTS incorpora otro códec RDSI de uso exclusivo para el “trunking”. En la sala de aparatos del CPP hay un códec dedicado a esta función, con un número asignado a cada UM. La llamada se produce de manera inmediata, cuando se arranca el sistema de intercom.

La conexión al punto de acceso (TR1) de la red digital pública se realiza a través del patch (RJ45) de comunicaciones exterior (INTCOM-EXT del anexo 2). Los estándares de codificación más usuales son el G722 para llamada a otro códec, y el G711 para llamada telefónica.

5.8 Reproductor de sonido en disco duro 360 Systems



5.27 Frontal del reproductor de disco duro

Reproductor digital de la marca 360Systems, modelo DigiCart/E. Reproduce sonido a 24 bits en PCM. Compatible con formatos .WAV, .BWF, estaciones de trabajo (DAW) como Proo Tools y otras. La transferencia de archivos se realiza por medio de un puerto Ethernet.

Dispositivo orientado a la reproducción de ráfagas, músicas de fondo, cabeceras, etc. Permite el disparo del play desde otros dispositivos (5) mediante GPI, por ejemplo ráfagas de grafismo o cabeceras de programa de vídeo.

Incluye herramientas básicas de edición. Es un estándar en el sector para este tipo de aplicaciones. La opción de control remoto facilita el trabajo cuando se trata de realizar muchos disparos y pre-selecciones (play-list).

Conectado directamente a la mesa de sonido PM5D a través de las entradas y salidas TR. El reproductor posee conexiones AES-3 y AES-3ID (anexo 2).



5.28 Control remoto del reproductor DigiCart.

5.9 Generador de señal de referencia (DARS). PROBOX 12 SENIOR

Generador patrón de referencia. La referencia puede ser interna, producida por el propio dispositivo o externa, a partir del Pal Sync Generator de Tektronix, de un Word Clock o AES-11 externos. Habitualmente quedará enclavado al generador de sincronismo de vídeo.

Dispone de 6 salidas de señal Word Clock y 4 en AES-11. Por lo que no será preciso interponer distribuidores de DARS (anexo 2).

5.10 Monitores de escucha

Se mantienen todos los monitores de escucha instalados antes de la reforma, y se añade un central como monitor auxiliar (anexo 4). De igual modo sucede con los monitores de pfl (pre-escucha) y de vídeos.

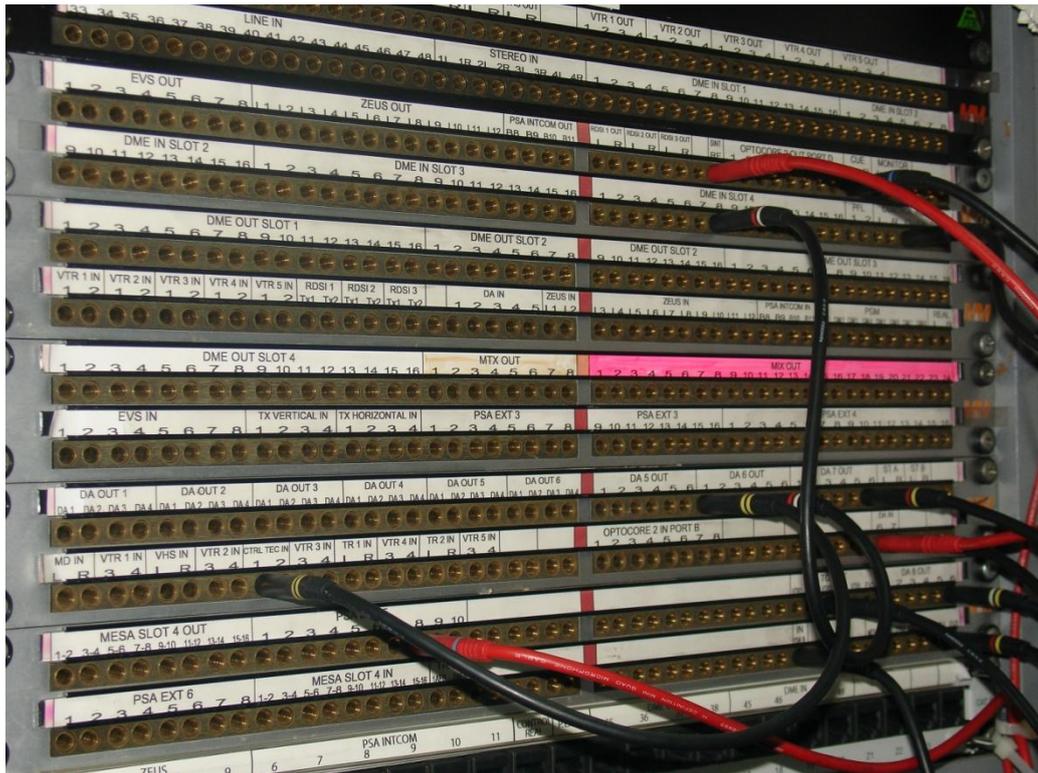
Los monitores principales, modelo autoamplificado GENELEC 1030A, están conectados (por patch normalizado) a las salidas de la mesa, denominadas monitor L, C, y R. Los monitores de pfl, modelo WHOLER, a cue L y R. Se deja pre-instalación de cableado para monitores L_s y R_s (surround), para posibles ampliaciones a multicanal.

5.11 Conversores A/D y D/A

3 unidades modelo CADDY de AEQ, con 24 conversores en ambos sentidos. Reciben señal de referencia AES-11. Estos dispositivos deberían tender a suprimirse.

5.12 Distribuidores de audio analógico

Al igual que los dispositivos anteriores, paulatinamente deberían de ser sustituidos. De momento parece prudente mantenerlos en la instalación, aunque no desempeñen una función determinante. Serán reutilizados los GRASS-VALLEY que llevaban instalados hasta el momento.



5.29 Patch normalizadobantam



5.30 Aspecto final después de la ejecución de la reforma

6. CONCLUSIONES

Se proponía, al principio de esta memoria, la reforma del equipamiento de audio de la Unidad Móvil 1 de Televisió Valenciana. Para ello se han detallado las prestaciones y necesidades de audio para la producción de eventos televisados de envergadura. Se han significado los detalles tecnológicos necesarios para aplicarlos a una infraestructura tan singular como la que ha sido objeto de esta memoria. Y finalmente se ha escogido el equipamiento atendiendo a las premisas anteriores. Los anexos proporcionan una guía de trabajo fundamental para entender y ejecutar la reforma.

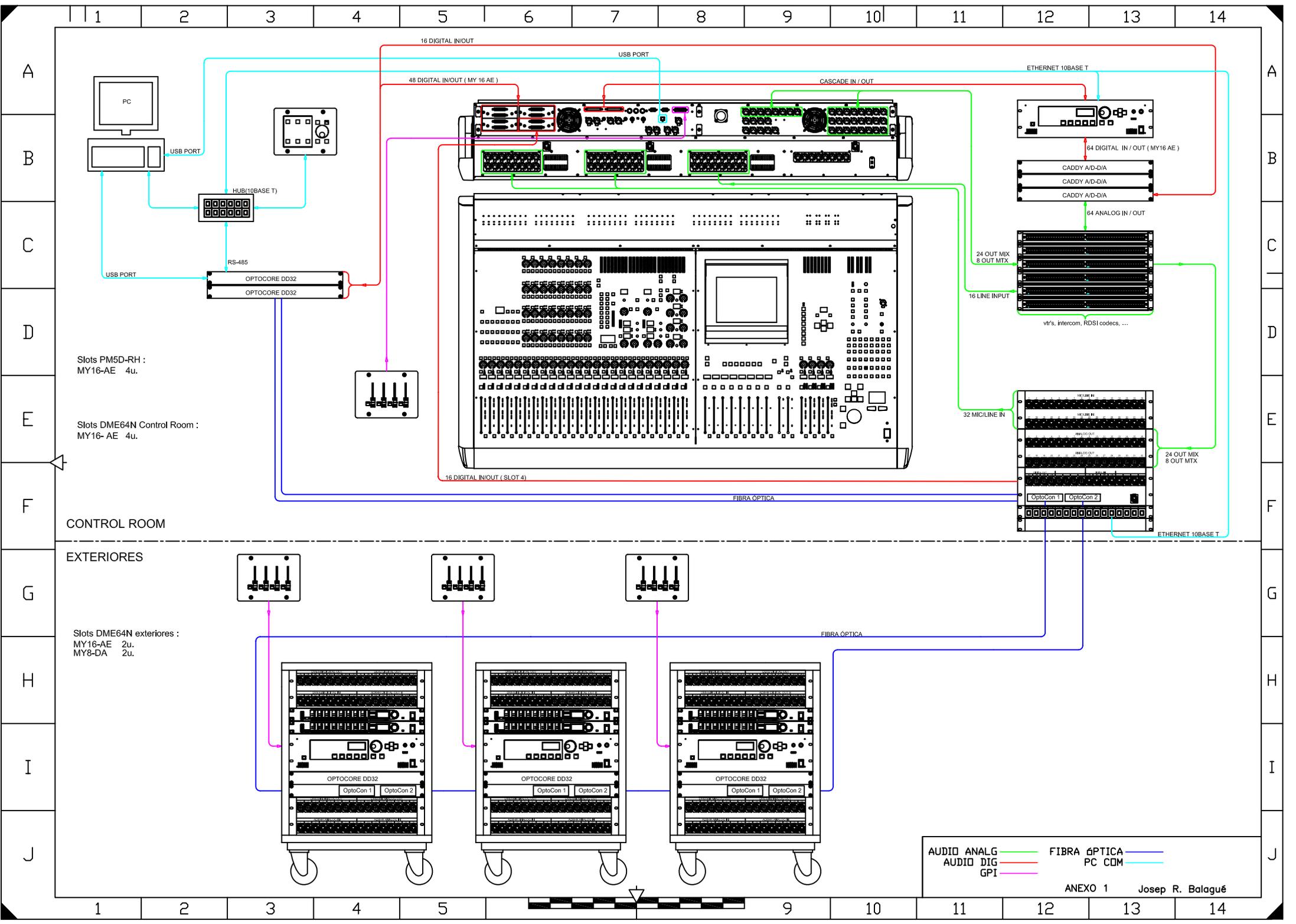
Los multipares analógicos han sido sustituidos por una red de fibra óptica, obteniéndose una mejora importante en la calidad de la señal en la fase de captación. La capacidad de procesado y distribución ha sido notablemente ampliada. El tráfico de señal de audio ha pasado de 32 líneas de entrada a disponer de 162. En distribución, las 16 líneas de salida existentes anteriormente se han convertido en 143.

A la hora de seleccionar el equipamiento, ha prevalecido la relación prestaciones/espacio dentro de los parámetros de calidad profesional. Existen en el mercado diversas opciones integradas para obtener similares prestaciones o superiores, pero el tamaño de sus consolas de control, así como unas interfaces poco “amigables” para el dinámico trabajo de Unidades Móviles de TV, lo desaconsejaron.

Hoy, con la reforma ejecutada, la Unidad Móvil 1 de Televisió Valenciana produce la señal de audio de los acontecimientos culturales y deportivos más destacados.

ANEXO 1

Diagrama de bloques de todo el sistema.



Slots PM5D-RH :
MY16-AE 4u.

Slots DME64N Control Room :
MY16-AE 4u.

CONTROL ROOM

EXTERIORES

Slots DME64N exteriores :
MY16-AE 2u.
MY8-DA 2u.

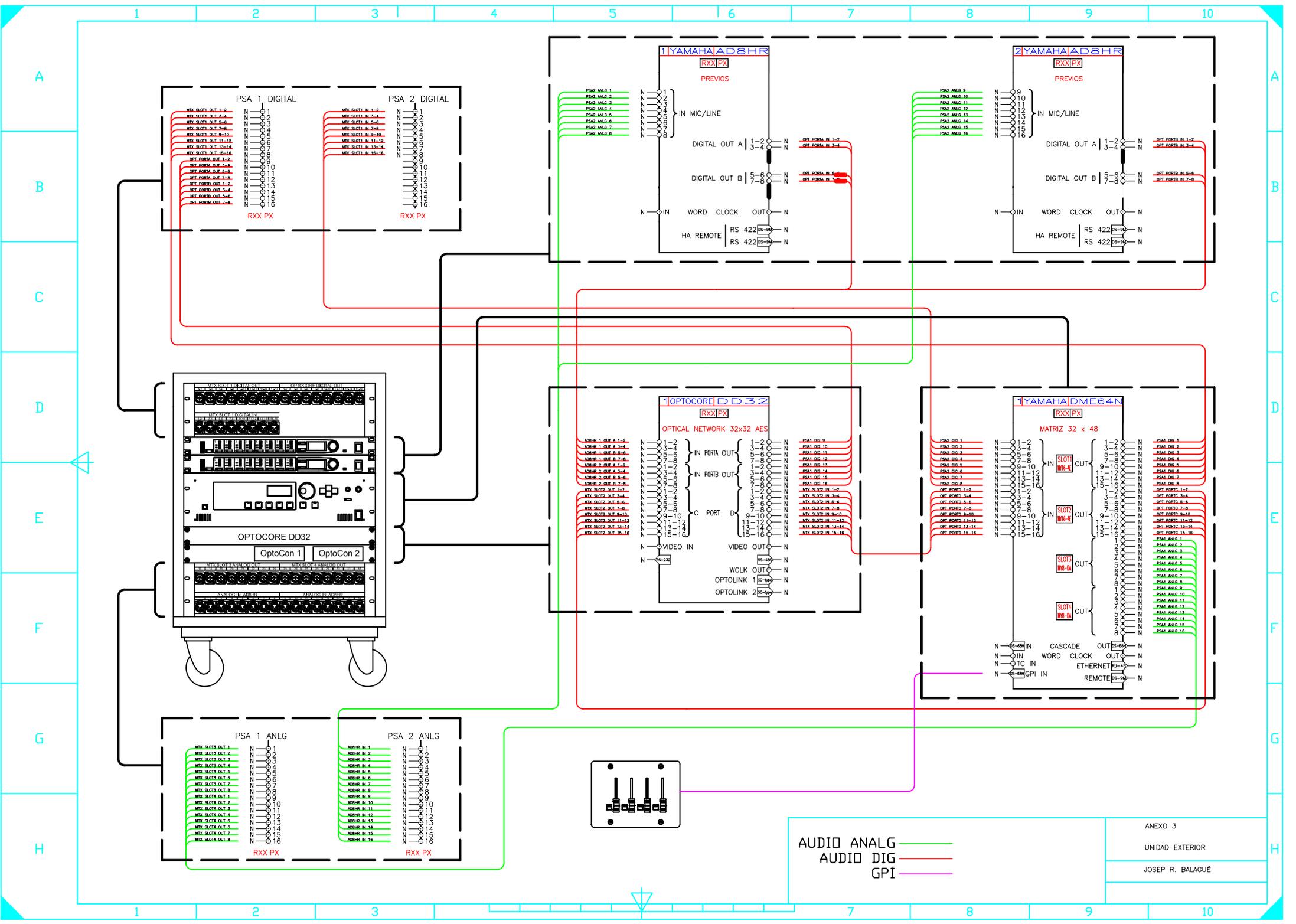
AUDIO ANALG ——— FIBRA ÓPTICA ———
 AUDIO DIG ——— PC COM ———
 GPI ———
 ANEXO 1 Josep R. Balagué

ANEXO 2

Plano de cableado de la Unidad Móvil

ANEXO 3

Diagrama de bloques y cableado de las unidades exteriores

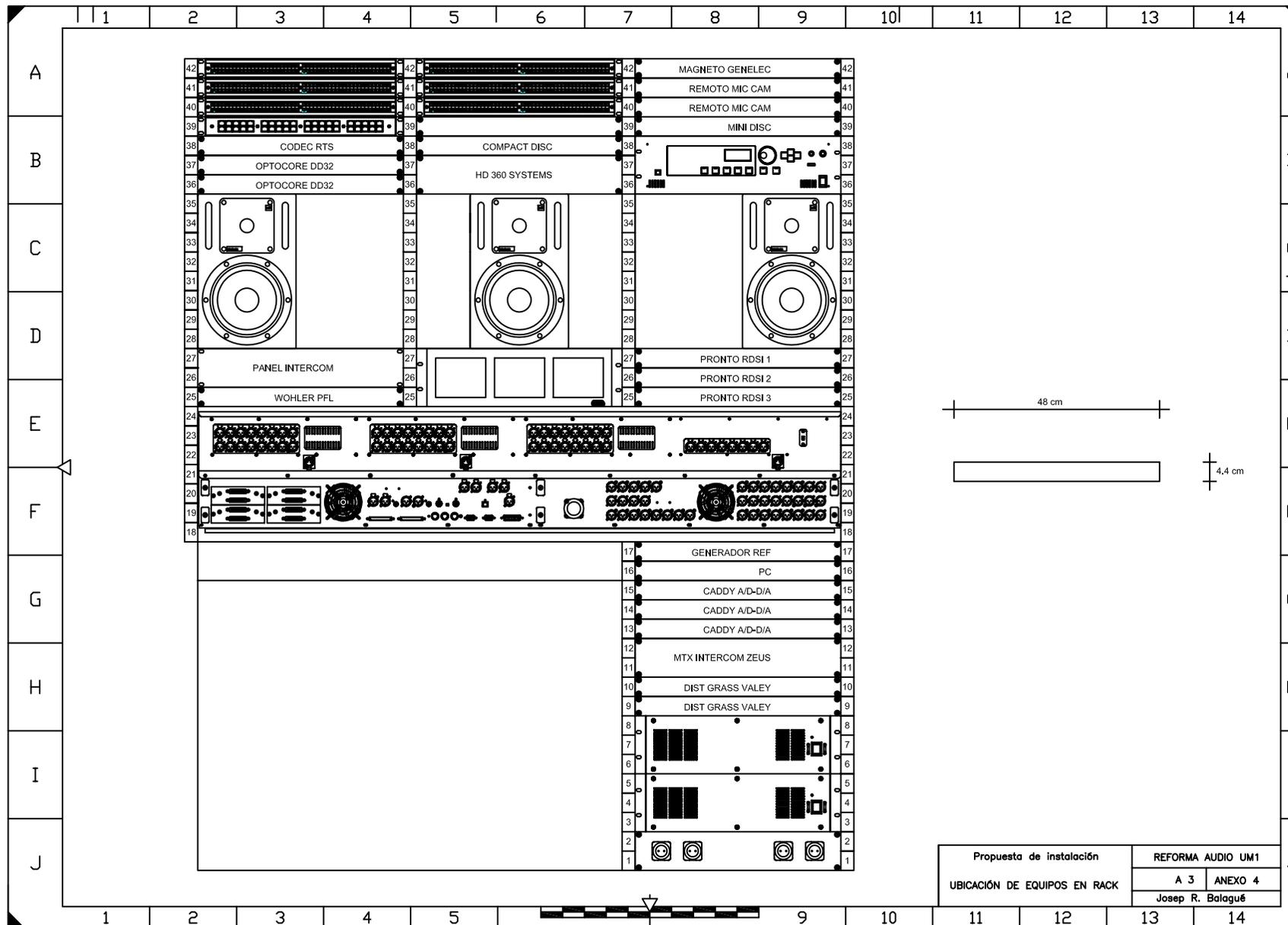


AUDIO ANALG ————
 AUDIO DIG ————
 GPI ————

ANEXO 3
 UNIDAD EXTERIOR
 JOSEP R. BALAGUÉ

ANEXO 4

Plano de ubicación de dispositivos en racks



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bogh Brixen, Eddy. “Audio Metering” , Broadcast Publishing, Denmark 2001.
- [2] Broadcaster Handbook.32nd America’s Cup. ACM, Valencia, 2007.
- [3] Pohlman, Ken C. “Principios de audio digital”, McGraw-Hill, Madrid, 2002.
- [4] Manual de usuario de Yamaha, Optocore, RTS Systems, AEQ, Genelec.
- [5] Balagué Ortiz, José R. Documentos internos de trabajo. RTVV.
- [6] Dennis Baxter. “Television Sound Engineering”. Focal Press, USA, 2007.
- [7] Uefa Champions League. Production Manual 2010/2011