

# **Diseño de un control de realización de televisión para la emisión multicanal de eventos deportivos**

Autor: Francisco Javier Hernando García

Tutor: Verónica Vilaplana Besler

Profesor: David García Solórzano

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Aplicaciones multimedia basadas en procesamiento de la señal / Sistemas Audiovisuales

Enero de 2020

## Créditos/Copyright



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada

[3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

|  |   |
|--|---|
| <b>Título del trabajo:</b>   | <i>Diseño de un control de realización de televisión para la emisión multicanal de eventos deportivos</i> |
| <b>Nombre del autor:</b>   | <i>Francisco Javier Hernando García</i>   |
| <b>Nombre del colaborador/a docente :</b>  | <i>Verónica Vilaplana Besler</i>  |
| <b>Nombre del PRA:</b>   | <i>David García Solórzano</i>   |
| <b>Fecha de entrega:</b>   | <i>01/2020</i>  |
| <b>Titulación o programa:</b>  | <i>Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación</i>                                 |
| <b>Área del Trabajo Final:</b>   | <i>Aplicaciones multimedia basadas en procesamiento de la señal</i>                                       |
| <b>Idioma del trabajo:</b>   | <i>Español</i>  |
| <b>Palabras clave</b>  | <i>Control de realización<br/>Emisión multicanal<br/>Eventos deportivos</i>                               |
| <b>Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras):</b>  |   |
| <p>La idea de este TFG surge cuando un importante difusor de televisión a nivel nacional compra los derechos de emisión de una competición mundial de baloncesto. El contrato prohibía la cesión de una parte de los derechos a terceros y obligaba a la retransmisión de todos los eventos.</p> <p>Durante la fase de grupos hasta 4 partidos tenían lugar simultáneamente y eso suponía un problema para el cliente porque necesitaba 4 controles de realización para poder personalizar la señal internacional que le suministraba la organización. Esta situación obligaba al cliente a modificar la planificación de la grabación de algunos de sus programas para poder utilizar tantos controles de realización.</p> <p>Este TFG pretende aportar una solución al cliente mediante el diseño de un control de realización que permita la personalización y la emisión múltiple de esos cuatro eventos deportivos. Se estudiará la dinámica de trabajo de este tipo de personalizaciones y se contará con la experiencia de los técnicos que las realizan.</p> <p>Será necesario elegir un equipamiento de vídeo y audio acorde a las necesidades técnicas de la producción y utilizar las tecnologías existentes en las instalaciones del cliente. El diseño deberá ser de bajo coste, fácilmente ampliable y que sus equipos se puedan reutilizar en un futuro. Se entregarán también los esquemas de conexiones y el presupuesto del diseño.</p> <p>Una vez finalizado el TFG se habrán cumplido los objetivos propuestos tras haber seguido la metodología y planificación propuestas.</p> |   |

**Abstract (in English, 250 words or less):**

*The idea of this project was born when an important national television broadcaster buys the broadcasting rights of a world basketball competition. The contract prohibited the sale of a portion of the rights to third parties and forced the retransmission of all events.*

*During the first round up to 4 matches took place simultaneously and that was a problem for the client because he needed 4 control rooms to customize the international signal provided by the organization. This situation forced the client to modify the recording schedule of some of their programs in order to use so many control rooms.*

*This project wants to provide a solution to the client through the design of a control room that allows the customization and the multiple broadcasting of those four sporting events. The work dynamics of this type of customization will be studied and the experience of the technicians who perform them will be important.*

*It will be necessary to choose a video and audio equipment according to the technical needs of the production and use the existing technologies at the client's headquarters. The design should be low cost, easily expandable and their equipment can be reused in the future. The connection diagrams and the design budget will also be delivered.*

*Once the project is completed, the proposed objectives will have been fulfilled after following the proposed methodology and planning.*

## Abstract

*The idea of this project was born when an important national television broadcaster buys the broadcasting rights of a world basketball competition. The contract prohibited the sale of a portion of the rights to third parties and forced the retransmission of all events.*

*During the first round up to 4 matches took place simultaneously and that was a problem for the client because he needed 4 control rooms to customize the international signal provided by the organization. This situation forced the client to modify the recording schedule of some of their programs in order to use so many control rooms.*

*This project wants to provide a solution to the client through the design of a control room that allows the customization and the multiple broadcasting of those four sporting events. The work dynamics of this type of customization will be studied and the experience of the technicians who perform them will be important.*

*It will be necessary to choose a video and audio equipment according to the technical needs of the production and use the existing technologies at the client's headquarters. The design should be low cost, easily expandable and their equipment can be reused in the future. The connection diagrams and the design budget will also be delivered.*

*Once the project is completed, the proposed objectives will have been fulfilled after following the proposed methodology and planning.*

## Resumen

La idea de este TFG surge cuando un importante difusor de televisión a nivel nacional compra los derechos de emisión de una competición mundial de baloncesto. El contrato prohibía la cesión de una parte de los derechos a terceros y obligaba a la retransmisión de todos los eventos.

Durante la fase de grupos hasta 4 partidos tenían lugar simultáneamente y eso suponía un problema para el cliente porque necesitaba 4 controles de realización para poder personalizar la señal internacional que le suministraba la organización. Esta situación obligaba al cliente a modificar la planificación de la grabación de algunos de sus programas para poder utilizar tantos controles de realización.

Este TFG pretende aportar una solución al cliente mediante el diseño de un control de realización que permita la personalización y la emisión múltiple de esos cuatro eventos deportivos. Se estudiará la dinámica de trabajo de este tipo de personalizaciones y se contará con la experiencia de los técnicos que las realizan.

Será necesario elegir un equipamiento de vídeo y audio acorde a las necesidades técnicas de la producción y utilizar las tecnologías existentes en las instalaciones del cliente. El diseño deberá ser de bajo coste, fácilmente ampliable y que sus equipos se puedan reutilizar en un futuro. Se entregarán también los esquemas de conexiones y el presupuesto del diseño.

Una vez finalizado el TFG se habrán cumplido los objetivos propuestos tras haber seguido la metodología y planificación propuestas.

### Palabras clave

Control de realización, emisión multicanal, eventos deportivos.

# Índice

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Introducción.....</b>   | <b>11</b> |
| 1.1.      | <b>Introducción/Prefacio.....</b>  | <b>11</b> |
| 1.1.1.    | Interés y relevancia .....   | 11        |
| 1.1.2.    | Motivación personal .....  | 13        |
| 1.2.      | <b>Descripción/Definición .....</b>  | <b>14</b> |
| 1.2.1.    | Entregables .....  | 17        |
| 1.2.2.    | Alcance.....   | 17        |
| 1.3.      | <b>Objetivos generales .....</b>   | <b>17</b> |
| 1.3.1.    | Objetivos principales.....   | 17        |
| 1.3.2.    | Objetivos secundarios .....  | 18        |
| 1.4.      | <b>Metodología y proceso de trabajo.....</b>   | <b>19</b> |
| 1.5.      | <b>Planificación.....</b>  | <b>19</b> |
| 1.6.      | <b>Presupuesto .....</b>   | <b>22</b> |
| 1.6.1.    | Equipo humano.....   | 22        |
| 1.6.2.    | Equipamiento técnico.....  | 22        |
| 1.7.      | <b>Estructura del resto del documento .....</b>                                      | <b>25</b> |
| <b>2.</b> | <b>Análisis de mercado .....</b>   | <b>26</b> |
| 2.1.      | <b>Público objetivo (i.e. <i>target audience</i>) y perfiles de usuario.....</b>     | <b>26</b> |
| 2.2.      | <b>Marco teórico .....</b>   | <b>26</b> |
| 2.2.1.    | El mezclador de vídeo .....  | 27        |
| 2.2.2.    | La mesa de mezclas de sonido.....  | 28        |
| 2.2.3.    | Tecnologías para la distribución de vídeo y audio .....                              | 29        |
| <b>3.</b> | <b>Propuesta .....</b>   | <b>31</b> |
| 3.1.      | <b>Definición de objetivos/especificaciones del diseño.....</b>                      | <b>32</b> |
| <b>4.</b> | <b>Diseño.....</b>   | <b>34</b> |
| 4.1.      | <b>Arquitectura general del diseño .....</b>   | <b>34</b> |
| 4.2.      | <b>Elección del equipamiento de vídeo .....</b>                                      | <b>36</b> |
| 4.2.1.    | Recepción de las señales internacionales y envío de las señales personalizadas ..... | 36        |
| 4.2.2.    | Distribución de la señal de sincronismos.....  | 40        |
| 4.2.3.    | Mezclador de vídeo .....   | 42        |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 4.2.4.      | Reproductor de vídeo .....   | 46        |
| 4.2.5.      | Tituladora o generador de caracteres .....   | 47        |
| 4.2.6.      | Monitorado de vídeo .....  | 48        |
| <b>4.3.</b> | <b>Equipamiento de audio .....</b>   | <b>52</b> |
| 4.3.1.      | Recepción de los audios internacionales y envío de los audios personalizados...<br>..... | 52        |
| 4.3.2.      | Audio de los grabadores/reproductores HyperDeck Studio Mini .....                        | 53        |
| 4.3.3.      | Microfonía y escucha para locutores y comentaristas.....                                 | 55        |
| 4.3.4.      | Mesa de sonido para comentaristas.....   | 57        |
| 4.3.5.      | Mesa de mezclas de sonido .....  | 59        |
| 4.3.6.      | Monitorado de audio .....  | 61        |
| <b>5.</b>   | <b>Implementación.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>5.1.</b> | <b>Conexionado de equipos.....</b>   | <b>63</b> |
| 5.1.1.      | Conexionado de vídeo.....  | 63        |
| 5.1.2.      | Conexionado de audio.....  | 66        |
| 5.1.3.      | Conexionado de la red Ethernet .....   | 70        |
| <b>5.2.</b> | <b>Esquemas de conexiones .....</b>  | <b>70</b> |
| 5.2.1.      | Esquema completo de conexiones.....  | 71        |
| 5.2.2.      | Esquema de conexiones de vídeo.....  | 72        |
| 5.2.3.      | Esquema de conexiones de audio analógico y DANTE.....                                    | 73        |
| 5.2.4.      | Esquema de conexiones Ethernet.....  | 74        |
| 5.2.5.      | Esquema de conexiones de fibra óptica.....   | 75        |
| <b>6.</b>   | <b>Conclusiones y líneas de futuro .....</b>   | <b>76</b> |
| <b>6.1.</b> | <b>Conclusiones .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>6.2.</b> | <b>Líneas de futuro.....</b>   | <b>76</b> |
| 6.2.1.      | Otras aplicaciones.....  | 77        |
| 6.2.2.      | Reubicación del equipamiento .....   | 78        |
|             | <b>Bibliografía.....</b>   | <b>79</b> |
|             | <b>Anexos.....</b>   | <b>82</b> |
|             | <b>Anexo A: Glosario .....</b>   | <b>82</b> |
|             | <b>Anexo B: Entregables del proyecto .....</b>   | <b>86</b> |



# Figuras y tablas

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Control de realización .....   | 12 |
| Figura 2: Control de sonido.....   | 12 |
| Figura 3: Control de cámaras e iluminación.....  | 13 |
| Figura 4: Personalización con Unidad Móvil de la Final UEFA Euro 2012 desplazada a Kiev (Ucrania).....                         | 15 |
| Figura 5: Personalización con control de realización itinerante durante el Campeonato Mundial de Fútbol FIFA Brasil 2014 ..... | 16 |
| Figura 6: Diagrama de Gantt.....   | 21 |
| Figura 7: Control de realización al que se le ha incorporado la zona del control de cámaras e iluminación.....                 | 27 |
| Figura 8: Mezclador de vídeo Grass Valley Karrera.....   | 28 |
| Figura 9: Mesa de mezclas de sonido CalRec Artemis.....  | 29 |
| Figura 10: Ejemplo de instalación MediorNet combinando topologías en estrella y en anillo .....                                | 37 |
| Figura 11: Vista del panel de conexiones de un MetroN de Riedel.....   | 37 |
| Figura 12: Aplicación Multiviewer de MicroN de Riedel .....  | 38 |
| Figura 13: Configuración de la aplicación Multiviewer de MicroN de Riedel .....  | 39 |
| Figura 14: Panel de conexiones de un MicroN de Riedel .....  | 39 |
| Figura 15: Organización de canales de audio en una trama SDI.....  | 40 |
| Figura 16: Señales Black Burst (izquierda) y Tri-Level Sync (derecha) .....  | 41 |
| Figura 17: Distribuidor de vídeo Kramer 105VB.....   | 41 |
| Figura 18: Vista frontal del mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K .....  | 43 |
| Figura 19: Panel de conexiones del mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K.....                                       | 43 |
| Figura 20: Panel de control virtual y menú de ajustes de transiciones en el ATEM Software Control .....                        | 44 |
| Figura 21: Biblioteca multimedia de imágenes y vídeos en el ATEM Software Control .....  | 44 |
| Figura 22: Salida <i>Multiview</i> del mezclador de vídeo ATEM Televisión Studio Pro 4K .....                                  | 45 |
| Figura 23: Control de los <i>Media Player</i> y de los reproductores HyperDeck conectados al mezclador .....                   | 45 |
| Figura 24: Vista frontal del reproductor de vídeo HyperDeck Studio Mini .....  | 46 |
| Figura 25: Panel de conexiones del reproductor de vídeo HyperDeck Studio Mini.....   | 47 |
| Figura 26: Ejemplo de utilización de las salidas de vídeo (fill o relleno) y de canal alfa (key o recorte) .....               | 47 |
| Figura 27: Complemento para Photoshop para añadir elementos gráficos al mezclador de vídeo.....                                | 48 |
| Figura 28: Ejemplo de Multiview utilizando un monitor informático con entrada HDMI .....                                       | 49 |
| Figura 29: Configuración de la salida MultiView a través del ATEM Software Control.....  | 50 |
| Figura 30: Blackmagic Micro Converter SDI to HDMI .....  | 51 |
| Figura 31: Conexiones del Micro Converter SDI to HDMI de Blackmagic.....   | 51 |
| Figura 32: Ejemplo de utilización del Micro Converter SDI to HDMI de Blackmagic.....   | 51 |
| Figura 33: Panel frontal del rack de entradas/salidas Yamaha RMio64-D .....  | 52 |
| Figura 34: Panel de conexiones del rack de entradas/salidas Yamaha RMio64-D.....   | 53 |
| Figura 35: Consola virtual de audio del ATEM Software Control .....  | 53 |
| Figura 36: Controles de audio en el panel frontal del ATEM Television Studio Pro 4K.....                                       | 54 |
| Figura 37: Micro-cascos Sennheiser HMD 26-II-600 .....   | 55 |
| Figura 38: Tribuna de comentaristas en el campeonato EuroBasket 2017 en Cluj-Napoca (Rumanía) .....                            | 56 |
| Figura 39: Panel de mandos y conexiones para auriculares y micrófono de la Glensound Inferno .....                             | 57 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 40: Panel trasero de la mesa de comentarista Glensound Inferno .....   | 58 |
| Figura 41: Enrutamiento de fuentes y destinos de la mesa de comentaristas Glensound Inferno con Dante Controller .....  | 58 |
| Figura 42: Configuración de la mesa de comentaristas Glensound Inferno a través de un navegador web.....  | 59 |
| Figura 43: Mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5.....  | 60 |
| Figura 44: Panel de conexiones de la mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5.....  | 61 |
| Figura 45: Vista frontal y trasera del monitor activo Genelec 8010A.....  | 62 |
| Figura 46: Ejemplo de conexionado de las salidas de la señal Black Burst de un generador de sincronismos (cable coaxial de color azul para vídeo analógico) ..... | 63 |
| Figura 47: Ejemplo de conexionado de un MicroN (cable coaxial de color rojo para vídeo digital).....  | 64 |
| Figura 48: Conectores macho Jack 6'3 mm y Canon o XLR-3.....  | 66 |
| Figura 49: Ejemplo de conexión de unos micro-cascos a una mesa de comentarista .....  | 66 |
| Figura 50: Conectores XLR macho y hembra, respectivamente .....   | 67 |
| Figura 51: Ejemplo de conexión de unas escuchas a las salidas OMNI de una Yamana QL5.....   | 67 |
| Figura 52: Ejemplo de instalación de las escuchas Genelec 8010A con la mesa de mezclas Yamaha QL5.....  | 68 |
| Figura 53: Detalle de los puertos LINK y MAD1 de un MicroN .....  | 68 |
| Figura 54: Ejemplo de conexiones DANTE y Ethernet en una Yamaha QL5.....  | 69 |
| Figura 55: Ejemplo de conexionado de una Glensound Inferno a la red DANTE .....   | 69 |
| Figura 56: Ejemplo de instalación de 3 switches para redes DANTE primario y secundario y Ethernet (superior, intermedio e inferior respectivamente).....          | 70 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Tabla de hitos.....  | 20 |
| Tabla 2: Coste del proyecto relativo al equipo humano en unidades de tiempo ..... | 22 |
| Tabla 3: Presupuesto de la adquisición de equipos .....                           | 24 |
| Tabla 4: Comparativa alquiler vs adquisición .....                                | 25 |
| Tabla 5: Listado de conexiones de vídeo.....                                      | 65 |

# 1.Introducción

## 1.1. Introducción/Prefacio

A continuación se describe el interés y relevancia de este TFG, así como la motivación personal de su autor.

### 1.1.1. Interés y relevancia

Desde el punto de vista académico, este TFG pretende llenar un vacío en cuanto a ejemplos prácticos se refiere. Es frecuente oír a cualquier estudiante universitario opinar que recibe una gran cantidad de conocimientos teóricos y que desearía recibir más conocimientos prácticos basados en situaciones que podemos encontrar en la vida laboral real.

Un estudiante del Grado de Telecomunicaciones se encontrará con asignaturas específicas de la mención de Sistemas Audiovisuales como pueden ser Vídeo, Televisión o Electroacústica. Los materiales de dichas asignaturas ofrecen al estudiante una visión global en sus respectivos campos del conocimiento en los que es posible profundizar muchísimo más.

El sector de la producción audiovisual en general y el de la producción televisiva en particular, requiere un alto grado de especialización al utilizar una tecnología y equipamientos muy específicos, por lo que el estudiante que desee incorporarse en este exclusivo ámbito laboral agradecerá conocer una instalación audiovisual real como se pretende hacer a través de este TFG.

Desde el punto de vista profesional, el diseño de un control de realización está enfocado para un posterior uso multipropósito, es decir, donde se van a producir programas de televisión de distinto género. Además, estas instalaciones van acompañadas con un alto nivel y una gran cantidad de equipamiento que dispara los costes y que no siempre va a ser explotado al cien por cien en función de las exigencias concretas de cada producción.

Las imágenes de las figuras 1, 2 y 3 son ejemplo de un control de realización de este tipo. En el se producen tanto informativos como programas de entretenimiento o locuciones de retransmisiones deportivas (personalización mínima), con exigencias de producción y dinámicas de trabajo completamente distintas. La explotación de sus recursos es diferente según el tipo de programa.

Esta propuesta de TFG pretende romper con esa costumbre y diseñar una instalación específica para una determinada producción, que pueda ser modificada posteriormente si las necesidades cambian o desmantelada, en el peor de los casos, si se prevé que no van a repetirse por algún tiempo las condiciones que hacían necesarias la utilización de esta instalación, sin que el perjuicio económico sea relevante en relación con las cifras que maneja el difusor de televisión.



Figura 1: Control de realización



Figura 2: Control de sonido



Figura 3: Control de cámaras e iluminación

### 1.1.2. Motivación personal

Por un lado, el autor de este TFG quiere aprovechar y aplicar su extensa experiencia profesional como operador de equipos de imagen y sonido en una concesionaria de varios canales de televisión de cobertura nacional. Quiere acercar el mundo real de la televisión a través de este trabajo a los estudiantes de aquellas asignaturas relacionadas con este sector y que tengan la oportunidad de conocer cómo es y para qué sirve un control de realización de televisión.

Los estudiantes que reciben una formación profesional en la rama de imagen y sonido tienen la oportunidad de realizar prácticas en el mismo instituto con equipos y situaciones casi reales, lo que les facilita posteriormente desempeñar su formación en centros de trabajo con bastante soltura. Sin embargo, un estudiante universitario de esta misma especialidad no siempre tiene acceso a este tipo de equipamiento tan específico y mucho menos si se trata de una universidad a distancia.

Por otro lado, a nivel personal y profesional el autor desearía que la finalización de este Grado le permitiera promocionar laboralmente, ya sea dentro de la misma empresa o fuera de ella, por ejemplo en un departamento de ingeniería que se encargara del diseño de instalaciones audiovisuales.

Su larga trayectoria profesional le ha permitido ser testigo directo de la evolución tecnológica vivida en estos últimos 25 años. Ha trabajado con sistemas analógicos y digitales, en vídeo compuesto y en componentes, en definición estándar (SD), alta definición (HD) y ultra alta definición (UHD), con una infinidad de formatos de grabación de vídeo, conociendo a fondo un buen número de controles de realización y unidades móviles, trabajando en importantes eventos deportivos (dos campeonatos

mundiales y dos europeos de fútbol, dos temporadas de UEFA Europa League y un campeonato europeo de baloncesto).

Todos estos conocimientos adquiridos a través de estas múltiples experiencias pueden llegar a ser muy valiosos en el diseño de controles de realización. Lo tristemente habitual es que en el diseño de este tipo de instalaciones no se cuente con la opinión de los operadores que las explotarán una vez puestas en marcha. En ocasiones esto se traduce posteriormente en inevitables modificaciones de las instalaciones, lo que conlleva unos sobrecostos no sólo por los cambios a realizar sino también por la parada de servicio de la instalación, algo que se evitaría si en el diseño se involucrase también a sus futuros operadores.

## **1.2. Descripción/Definición**

De la enorme variedad de productos televisivos, hay algunos que destacan por sus elevados niveles de audiencia. De entre ellos nos encontramos con la emisión de eventos deportivos como son las competiciones de fútbol, baloncesto, tenis, automovilismo, motociclismo, juegos olímpicos, etc.

Las operadoras de difusión de televisión pagan elevadísimas cantidades de dinero por la compra de los derechos de emisión de dichos eventos. En algunas ocasiones los contratos de explotación de esos derechos imponen ciertas condiciones restrictivas al difusor. Estos contratos pueden impedir al comprador la venta de parte de esos derechos a terceros, obligando a la emisión completa de todos los eventos de una determinada competición deportiva.

Los difusores tienen que sumar a los gastos de adquisición de los derechos de emisión, todos los gastos de producción que conlleva la emisión de dichos eventos. Además, deben cubrir el importe total de dichos gastos con los ingresos por la emisión de publicidad y, al mismo tiempo, procurar la obtención de beneficios.

Los gastos de producción son debidos, principalmente, al desplazamiento de medios humanos y técnicos al lugar donde se va a celebrar la competición. La cuantía de estos gastos dependerá del grado de personalización que se quiera introducir a la señal de televisión de cada evento.

La organización de la competición deportiva proporciona a todos los difusores que han comprado los derechos de emisión, una única señal internacional. Cada difusor de televisión puede personalizar esa señal internacional añadiendo la señal de sus propias cámaras, rótulos, grafismos, locuciones, comentarios, etc.

Para obtener el mayor beneficio económico posible pese al elevado coste de los derechos de emisión, es necesario reducir los gastos de producción a la mínima expresión. Para ello, la tendencia de los equipos de producción es la de enviar los medios humanos y técnicos estrictamente necesarios según la importancia de cada evento que se vaya a emitir.

Puede ocurrir que el difusor emita directamente la señal internacional añadiendo en su centro de emisión las locuciones y comentarios en el idioma propio si algún evento en concreto es de escasa relevancia. En este caso, el grado de personalización sería bajo o mínimo.

Pero si se espera que un determinado evento tenga altos niveles de audiencia por su determinado interés, el equipo de producción puede decidir el envío al lugar donde se celebre el evento de determinados medios humanos y técnicos (por ejemplo, una unidad móvil de televisión) para producir desde el origen una señal personalizada propia además de la señal internacional. En este caso, el grado de personalización sería alto o máximo.



Figura 4: Personalización con Unidad Móvil de la Final UEFA Euro 2012 desplazada a Kiev (Ucrania)

Este TFG pretende cubrir las necesidades de producción de un difusor de televisión que, tras adquirir los derechos de emisión de una determinada competición deportiva a nivel mundial que se celebrará en un país extranjero, quiera emitir una serie de eventos con un grado de personalización bajo.

Se espera que determinados eventos tengan un nivel de audiencia acorde con la media de la cadena de televisión y otros con un nivel de audiencia más bajo. Además, el contrato obliga a emitir todos los eventos, prohibiendo la cesión a terceros, y hasta un máximo de cuatro de ellos coincidirán en el tiempo, por lo que será necesaria una emisión simultánea de cuatro señales distintas.



Figura 5: Personalización con control de realización itinerante durante el Campeonato Mundial de Fútbol FIFA Brasil 2014

Para ello, este TFG tratará el diseño de un control de realización de televisión para una emisión multicanal. En dicho control se recibirán las señales internacionales de cada uno de los eventos deportivos, se añadirán los vídeos de presentación y despedida de cada evento, se insertarán algunos rótulos y se añadirán las voces de un locutor y un comentarista para generar cada una de las señales personalizadas que se van a emitir simultáneamente.

Se decidirán cuáles son los equipos de audio y vídeo necesarios para generar estas cuatro señales. Para generar cada señal personalizada será necesario un servidor de vídeo (que lanzará los vídeos de presentación y despedida e incluso los rótulos o posibles grafismos), un mezclador de vídeo (que mezclará las diferentes fuentes de vídeo: la señal internacional, clips de vídeos y rótulos o grafismos) y una mesa de mezclas de sonido (que mezclará las diferentes fuentes de audio: el audio de la señal internacional, el audio de los clips de vídeo y los micrófonos del locutor y comentarista).

También tratará el conexionado entre estos equipos por lo que será inevitable hablar de diversas tecnologías como MediorNet, MADI o DANTE en la recepción de la señal internacional y en la producción y envío de la señal personalizada para su emisión. Se entregará el esquema de conexionado de este diseño.

La toma de decisiones puede verse influenciada por el hecho de que este control de realización vaya a realizarse expofeso para esta competición, sin tener la completa certeza de que en un futuro vaya a utilizarse de nuevo, por lo que se tendrá que ofrecer un presupuesto económico que contemple las opciones del alquiler o la adquisición de los equipos para que el cliente tome la última decisión.



### 1.2.1. Entregables

La colección de productos que se entregan como parte de este TFG está formada por:

- Tres entregas parciales: propuesta, mandato y planificación, y diseño.
- Una entrega final compuesta por esta memoria y una presentación.

En cuanto al diseño en concreto que se ha llevado a cabo, se entrega:

- El listado del equipamiento de vídeo y audio necesario, justificando su elección por sus principales características o especificaciones.
- El esquema o esquemas de conexionado entre los diversos equipos, con algunas indicaciones y recomendaciones en cuanto a la instalación y configuración.
- El coste económico del diseño, contemplando la adquisición o el arrendamiento de los equipos.

### 1.2.2. Alcance

Queda fuera del alcance de este TFG:

- La puesta en marcha del control de realización o la configuración de sus equipos, que le corresponderá al departamento de mantenimiento técnico que designe el cliente.
- El sistema de *Intercom* que permite las comunicaciones internas entre el nuevo control y el resto de las áreas técnicas del cliente, que le corresponderá al departamento de comunicaciones o al Control Central del cliente.
- El diseño arquitectónico de la sala y, en especial, el acondicionamiento acústico de la misma, dado que para las locuciones se va a utilizar una microfonía con una muy buena respuesta frente a altos niveles de sonido ambiente.
- El diseño del mobiliario de trabajo donde se vayan a emplazar o encastrar los equipos de vídeo y audio que formen parte de este control de realización.

## 1.3. Objetivos generales

### 1.3.1. Objetivos principales

Objetivos del diseño:

- Generar hasta cuatro señales personalizadas a partir de las cuatro señales internacionales que proporcionará el organizador de la competición deportiva, a las que se le añadirán un vídeo de presentación y otro de despedida, las voces del locutor y del comentarista que le acompaña, y los rótulos con sus nombres.

- Seleccionar el equipamiento de vídeo y audio de calidad *broadcast* de emisión en televisión (1080i50, esto es, 1920 píxeles en horizontal por 1080 líneas de resolución vertical y barrido entrelazado a una frecuencia de 50 Hz) y con unas prestaciones acordes a las necesidades de esta producción procurando un bajo coste económico.
- Realizar un diseño que pueda ser modificado fácilmente si cambian las necesidades de producción o que permita la reubicación del equipamiento en un futuro si la instalación es desmantelada.

Objetivos para el cliente:

- Diseñar una instalación específica, para un tipo de producción televisiva concreta, en este caso, para la retransmisión de eventos deportivos, y no genérica, esto es, para la producción de cualquier tipo de programa de televisión.
- Cubrir exclusivamente las necesidades de producción del cliente de forma que el control de realización solo disponga de aquellos equipos estrictamente necesarios.
- Utilizar las tecnologías ya presentes en las instalaciones del cliente (MediorNet, MADI y DANTE) para el conexionado de vídeo y audio entre los equipos, con la finalidad de ganar en interoperabilidad y no introducir otras tecnologías distintas.

Objetivos personales del autor del TFG:

- Aplicar en el ámbito práctico los conocimientos teóricos adquiridos de las diferentes asignaturas del plan de estudios del Grado de Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.
- Desarrollar la habilidad de la comunicación escrita mediante la producción de escritos de longitud media que combinen textos y elementos gráficos que faciliten la comprensión del lector y capten su atención.
- Aprender a identificar los objetivos de un proyecto cualquiera que sea su ámbito y conseguir su resolución.
- Analizar los resultados obtenidos y los problemas encontrados, extraer conclusiones, aportar soluciones y proponer líneas de ampliación futuras.

### **1.3.2. Objetivos secundarios**

Objetivos adicionales que enriquecen este TFG.

- Implicar a los futuros operadores de la instalación en el diseño de la misma, teniendo en cuenta su experiencia, con el fin de evitar modificaciones posteriores para mejorar la operatividad de la instalación.

- Romper costumbres en el diseño de este tipo de instalaciones audiovisuales creando nuevas tendencias, ajustando el diseño de la instalación a la finalidad de la misma.

#### **1.4. Metodología y proceso de trabajo**

Para conseguir los objetivos propuestos se ha tomado como punto de partida la dinámica de trabajo que está desempeñando actualmente el cliente a la hora de realizar este tipo de personalizaciones en las retransmisiones deportivas.

Se han estudiado los recursos técnicos de los que dispone el control de realización que se utiliza actualmente y se ha analizado si la explotación es correcta o si el nivel o prestaciones del equipamiento está sobredimensionado según las necesidades de la producción o si hay equipos infrutilizados y prescindibles.

Se ha contado con la opinión de los operadores de equipos, que realizan este tipo de retransmisiones y que trabajan en el control de realización objeto de análisis, para diseñar un nuevo control que se utilice exclusivamente para este tipo de programa de televisión.

Con la información recabada se ha buscado un nuevo equipamiento de audio y vídeo necesario para el nuevo control de realización, que cumple los requisitos técnicos de producción que exige el cliente y procurando al mismo tiempo un bajo coste económico.

#### **1.5. Planificación**

Para una correcta planificación<sup>1</sup> del TFG se ha elaborado una tabla de hitos que se corresponden con cada una de las entregas parciales y finales programadas en este TFG. En esta tabla se indican las fechas de inicio y de final y, por lo tanto, la duración de la realización de cada uno de los entregables.

En la siguiente tabla se identifican los principales hitos y tareas del TFG, que se dividen en las subtareas necesarias, para hacer una estimación del tiempo que llevaría cada una de ellas.

| Hitos                                 | Duración       | Inicio            | Final             |
|---------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| <b>Inicio TFG</b>                     |                | <b>19/09/2019</b> |                   |
| <b>PEC1</b>                           | <b>14 días</b> | <b>19/09/2019</b> | <b>02/10/2019</b> |
| Redacción de la propuesta de TFG      | 11 días        | 19/09/2019        | 29/09/2019        |
| Revisión de la propuesta de TFG       | 2 días         | 30/09/2019        | 01/10/2019        |
| Entrega de la PEC1                    | 1 día          | 02/10/2019        | 02/10/2019        |
| <b>PEC2</b>                           | <b>28 días</b> | <b>03/10/2019</b> | <b>30/10/2019</b> |
| Redacción del mandato y planificación | 25 días        | 03/10/2019        | 27/10/2019        |
| Análisis de mercado                   | 17 días        | 03/10/2019        | 19/10/2019        |
| Objetivos y alcance                   | 2 días         | 20/10/2019        | 21/10/2019        |
| Metodología                           | 2 días         | 22/10/2019        | 23/10/2019        |
| Planificación del TFG                 | 4 días         | 24/10/2019        | 27/10/2019        |
| Revisión del mandato y planificación  | 2 días         | 28/10/2019        | 29/10/2019        |
| Entrega de la PEC2                    | 1 día          | 30/10/2019        | 30/10/2019        |
| <b>PEC3</b>                           | <b>49 días</b> | <b>31/10/2019</b> | <b>18/12/2019</b> |
| Redacción del diseño                  | 46 días        | 31/10/2019        | 15/12/2019        |
| Elección equipamiento vídeo           | 12 días        | 31/10/2019        | 11/11/2019        |
| Elección equipamiento audio           | 4 días         | 12/11/2019        | 15/11/2019        |
| Diseño conexionado                    | 26 días        | 16/11/2019        | 11/12/2019        |
| Presupuesto económico                 | 4 días         | 12/12/2019        | 15/12/2019        |
| Revisión del diseño                   | 2 días         | 16/12/2019        | 17/12/2019        |
| Entrega de la PEC3                    | 1 día          | 18/12/2019        | 18/12/2019        |
| <b>PEC4</b>                           | <b>21 días</b> | <b>19/12/2019</b> | <b>08/01/2020</b> |
| Redacción de la memoria final         | 18 días        | 19/12/2019        | 05/01/2020        |
| Revisión de la memoria final          | 2 días         | 06/01/2020        | 07/01/2020        |
| Entrega de la PEC4                    | 1 día          | 08/01/2020        | 08/01/2020        |
| <b>PEC5A</b>                          | <b>11 días</b> | <b>09/01/2020</b> | <b>19/01/2020</b> |
| Elaboración de la presentación        | 8 días         | 09/01/2020        | 16/01/2020        |
| Revisión de la presentación           | 2 días         | 17/01/2020        | 18/01/2020        |
| Entrega de la PEC5A                   | 1 día          | 19/01/2020        | 19/01/2020        |
| <b>PEC5B</b>                          | <b>8 días</b>  | <b>20/01/2020</b> | <b>27/01/2020</b> |
| Defensa del TFG                       | 8 días         | 20/01/2020        | 27/01/2020        |
| <b>Fin TFG</b>                        |                |                   | <b>27/01/2020</b> |

Tabla 1: Tabla de hitos

En la siguiente figura se representan los hitos correspondientes a cada una de las entregas parciales y finales, con sus correspondientes tareas y subtareas, a lo largo de una línea de tiempo y a través de un diagrama de Gantt.

## Diseño de un control de realización de TV para la emisión multicanal de eventos deportivos

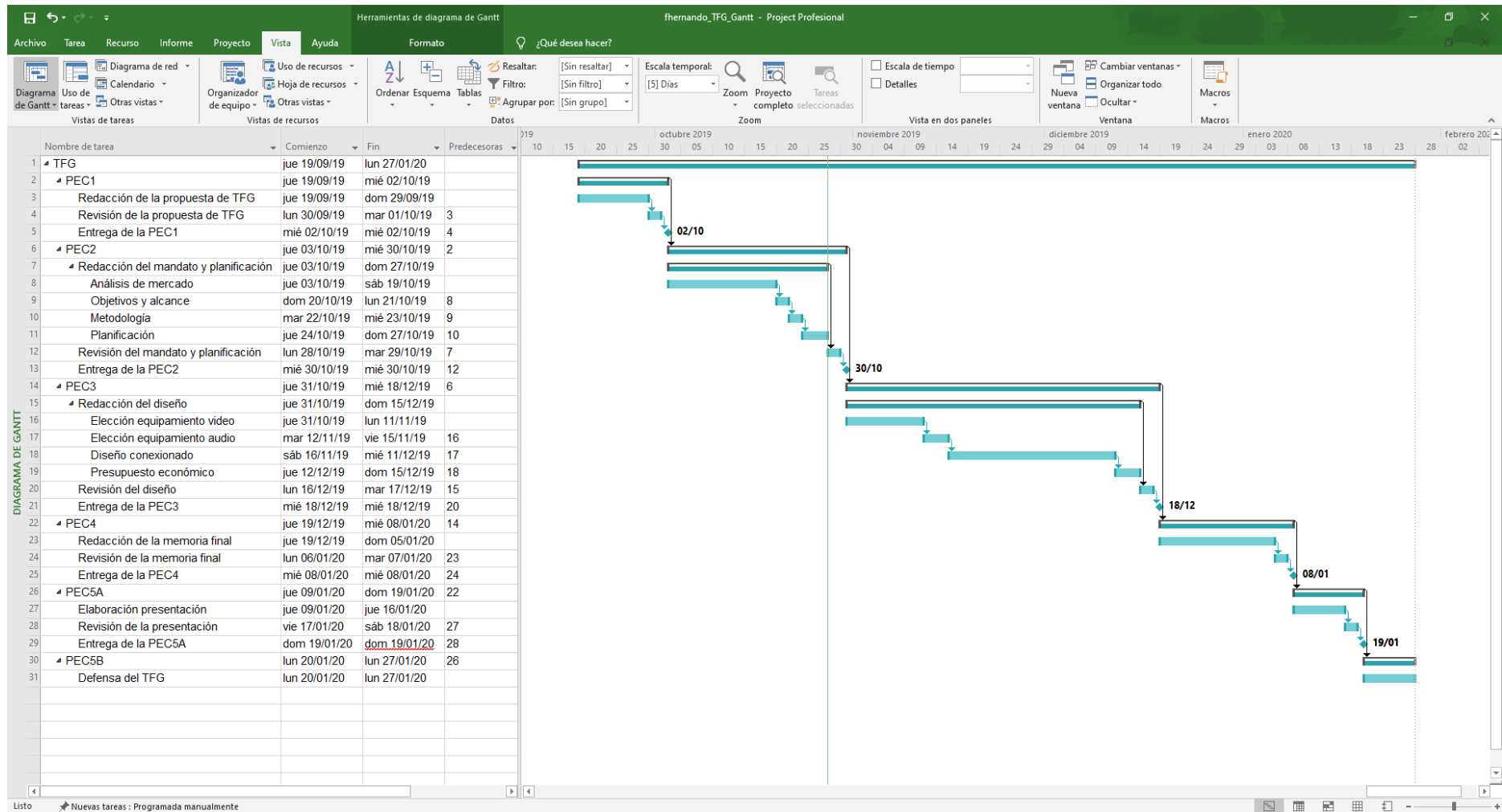


Figura 6: Diagrama de Gantt

## 1.6. Presupuesto

A continuación se detalla una estimación del coste que tendría este diseño. En primer lugar se hace una estimación del tiempo que ha llevado este TFG. Después, se presenta el coste que tendría la adquisición o el alquiler del equipamiento audiovisual que se instalaría en el nuevo control de realización.

### 1.6.1. Equipo humano

Teniendo en cuenta que la dedicación mínima a este TFG ha sido de dos horas diarias, el coste relativo al equipo humano según las tareas y subtareas realizadas ha sido el siguiente:

| Tareas y subtareas realizadas        | Duración       | Estimación       |
|--------------------------------------|----------------|------------------|
| <b>Propuesta de TFG</b>              |                |                  |
|                                      | <b>13 días</b> | <b>26 horas</b>  |
| <b>Mandato y planificación</b>       |                |                  |
| Análisis de mercado                  | 17 días        | 34 horas         |
| Objetivos y alcance                  | 2 días         | 4 horas          |
| Metodología                          | 2 días         | 4 horas          |
| Planificación del TFG                | 4 días         | 8 horas          |
| Revisión del mandato y planificación | 2 días         | 4 horas          |
|                                      | <b>27 días</b> | <b>54 horas</b>  |
| <b>Diseño</b>                        |                |                  |
| Elección equipamiento vídeo          | 12 días        | 24 horas         |
| Elección equipamiento audio          | 4 días         | 8 horas          |
| Diseño conexionado                   | 26 días        | 52 horas         |
| Presupuesto económico                | 4 días         | 8 horas          |
| Revisión del diseño                  | 2 días         | 4 horas          |
|                                      | <b>48 días</b> | <b>96 horas</b>  |
| <b>Memoria final</b>                 |                |                  |
|                                      | <b>20 días</b> | <b>40 horas</b>  |
| <b>Presentación</b>                  |                |                  |
|                                      | <b>10 días</b> | <b>20 horas</b>  |
| <b>Defensa</b>                       |                |                  |
|                                      | <b>8 días</b>  | <b>16 horas</b>  |
|                                      | <b>TOTAL</b>   | <b>252 horas</b> |

Tabla 2: Coste del proyecto relativo al equipo humano en unidades de tiempo

### 1.6.2. Equipamiento técnico

Los precios del MicroN han sido ofrecidos por la delegación de Riedel en España, RIEDEL Communications South Europe S.L.U., quienes informan que al precio del hardware (8.300 €) hay que sumarle el precio de las opciones de software deseadas, únicamente la aplicación estándar en este caso (4.380 €), y el coste de los enlaces SFP de fibra óptica (220 €/unidad) y los enlaces SPF para MADI (140 €/unidad).

Cada enlace SFP permite el envío de 6 señales de vídeo SDI. Dado que se van a recibir 4 señales de vídeo desde el Control Central y se van a enviar otras 4 señales de vídeo al Control Central, y hemos conectado las salidas AUX de los 4 mezcladores de vídeo al MicroN, que hacen un total de 12 señales, serán necesarios dos enlaces SFP.

En cuanto a los audios MADI que viajan entre el MicroN y la RMio, en el camino de ida tenemos los 4 audios internacionales y los audios de los 4 mezcladores de vídeo, y en el camino de vuelta tenemos los 4 audios personalizados, que hacen un total de 12 señales de audio y que al ser señales estéreo harían un total de 24 canales de audio. Así pues sólo sería necesario un único enlace SPF para MADI.

El precio del distribuidor de vídeo Kramer 105VB está publicado y a la venta en la tienda *on-line* de Avacab Audiovisuales, S.L.

(<https://www.avacab-online.com/KRAMER-105VB-Distribuidor-1x5-Video-Compuesto/es>)

El precio de todos los equipos del fabricante Blackmagic Design están publicados en su propia página web.

En cuanto al precio de los monitores a instalar en el control de realización y en las posiciones de comentaristas, se ha consultado en la página web de una conocida tienda *on-line* de informática y tecnología (<https://www.pccomponentes.com/>).

Todos los precios del equipamiento de audio y *switches*, a excepción de la mesa de comentarista Glensound Inferno, están publicados y a la venta en la web de la tienda *on-line* de Thomann (<https://www.thomann.de/es/index.html>).

El precio de la mesa de comentarista Glensound Inferno está publicado en la web del fabricante (<https://www.glensound.co.uk/product-details/inferno-553>), siendo este de 1.450 £ que equivalen a unos 1.700 €.

El presupuesto de la adquisición del equipamiento audiovisual del nuevo control de realización es el siguiente:

| Concepto  | Cantidad | Precio Unitario | Importe         |
|---|----------|-----------------|-----------------|
| MicroN  | 1        | 13.260 €        | 13.260 €        |
| Distribuidor de vídeo Kramer 105VB                  | 1        | 179 €           | 179 €           |
| Mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K    | 4        | 2.795 €         | 11.180 €        |
| Grabador/Reproductor de vídeo HyperDeck Studio Mini | 4        | 695 €           | 2.780 €         |
| Monitores realización (LG 55" UHD o similar)        | 4        | 500 €           | 2.000 €         |
| Monitores locutorio (LG 24" HD o similar)           | 4        | 140 €           | 560 €           |
| Micro Converter Blackmagic SDI to HDMI              | 4        | 45 €            | 180 €           |
| Mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5                | 1        | 14.880 €        | 14.880 €        |
| Yamaha RMio64-D                                     | 1        | 2.279 €         | 2.279 €         |
| Mesa de comentarista Glensound Inferno              | 8        | 1.700 €         | 13.600 €        |
| Micro-cascos Sennheiser HMD-26-II-X3K1              | 8        | 438 €           | 3.504 €         |
| Cable H-X3K1 para Sennheiser HMD-26-II              | 8        | 101 €           | 808 €           |
| Escuchas Genelec 8010A                              | 4        | 235 €           | 940 €           |
| Switch Gigabit TP-Link TL-SG1016                    | 3        | 96 €            | 288 €           |
| <b>TOTAL</b>  |          |                 | <b>66.438 €</b> |

Tabla 3: Presupuesto de la adquisición de equipos

En la propuesta de este proyecto se planteó la opción del alquiler de los equipos frente a la adquisición de los mismos dado el carácter eventual de la instalación. Se ha consultado el precio del alquiler de algunos equipos idénticos o similares a los de la propuesta de adquisición para un periodo de alquiler de 15 días, duración de eventos deportivos tales como unos campeonatos europeos o mundiales de baloncesto, y de 30 días, duración de unos campeonatos europeos o mundiales de fútbol o de unos juegos olímpicos.

La tabla comparativa que se muestra a continuación sólo refleja las tarifas a las que se ha podido tener acceso y que tienen publicadas algunas empresas de alquiler de equipos audiovisuales en sus páginas web como, por ejemplo, Camaralia (<https://www.camaralia.com/>), Falcó Films (<https://www.falcofilms.com/>), Alquila Visual (<https://alquilavisual.es/>) o Jacks on the Rocks (<http://backliners.es/>).



| Concepto   | Alquiler<br>1 día | Alquiler<br>15 días | Alquiler<br>30 días | Coste<br>compra |
|--|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Distribuidor de vídeo Kramer VM-80V              | 15 €              | 225 €               | 450 €               | 179 €           |
| Mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K | 380 €             | 3.040 €             | 5.890 €             | 11.180 €        |
| Grabador/reproductor HyperDeck Studio Mini       | 160 €             | 1.280 €             | 2.480 €             | 2.780 €         |
| Televisor UHD Samsung de 55"                     | 440 €             | 6.600 €             | 13.200 €            | 2.000 €         |
| Monitor HD Samsung 24"                           | 100 €             | 1.500 €             | 3.000 €             | 560 €           |
| Micro Converter Blackmagic SDI to HDMI           | 40 €              | 320 €               | 620 €               | 180 €           |
| Mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5             | 350 €             | 5.250 €             | 10.500 €            | 14.880 €        |

Tabla 4: Comparativa alquiler vs adquisición

Hay ciertos equipos como el MicroN, la RMio, los micro-cascos o las mesas de comentarista que no se han encontrado en régimen de alquiler.

Quedará en manos del cliente la toma de decisiones respecto a la adquisición o alquiler del equipamiento audiovisual necesario en el nuevo control de realización.

## 1.7. Estructura del resto del documento

En el capítulo 2 se analizará la situación actual en la que se enmarca este TFG, para ello se estudiará el público objetivo, los perfiles de usuario y el marco teórico.

A partir del análisis realizado en el capítulo 2, se explicará de manera resumida en el capítulo 3 la propuesta del TFG describiendo las principales características, especificaciones o prestaciones del diseño a realizar.

En el capítulo 4 se describirán todos los pasos seguidos para elegir el equipamiento de vídeo y audio que sería necesario instalar en el nuevo control de realización para cumplir las especificaciones o necesidades técnicas de la producción del cliente.

En el capítulo 5 se darán instrucciones para el conexionado de todos los equipos de vídeo y audio elegidos en el capítulo 4 y que formarán parte de la dotación técnica del nuevo control de realización, por lo que se adjuntarán los esquemas de conexionado necesarios.

En el capítulo 6 se expondrán las conclusiones sobre el TFG realizado así como sugerencias sobre ampliaciones o mejoras que se podrían llevar a cabo en versiones futuras del diseño presentado.

## 2. Análisis de mercado

Este capítulo pretende hacer un análisis de la situación actual del mercado en el que se enmarca el presente TFG, estudiando el público objetivo, los perfiles de usuario y el marco teórico.

### 2.1. Público objetivo (i.e. *target audience*) y perfiles de usuario

Este diseño va dirigido a cualquier operadora de difusión de televisión, ya sea cualquier concesionaria, pública o privada, de licencias de TDT de ámbito nacional, autonómico o local, o plataformas de TV de pago vía satélite o vía *streaming*, que tras la adquisición de los derechos de emisión de una determinada competición deportiva requiera de la instalación de unos controles de realización para la personalización de las señales internacionales que le entrega el organizador de dicha competición.

Los perfiles tipo de los usuarios que se espera que hagan uso de este diseño son:

- El operador de difusión de TV: propietario de la instalación y encargado de su explotación y mantenimiento.
- El realizador: responsable de la calidad técnica y artística de las señales personalizadas que se producen en el control de realización objeto de este diseño.
- El equipo técnico: operadores de los equipos de imagen y sonido instalados en el control de realización objeto de este diseño.
- Locutores y comentaristas: periodistas o expertos en comunicación o información deportiva que narran o analizan los eventos deportivos que se van a emitir a través del control de realización objeto de este diseño.
- Los televidentes: público que va a recibir una serie de eventos de carácter internacional y que los van a poder disfrutar con una rotulación y una locución en su propio idioma.

### 2.2. Marco teórico

El control de realización<sup>2</sup> es el lugar desde donde se controlan todos los elementos de un estudio o plató de televisión implicados en la grabación o emisión en directo de un programa de televisión. El realizador es la persona responsable de la calidad final del producto a nivel artístico y técnico.

El realizador trabaja junto con el operador que maneja el mezclador de vídeo, el operador que maneja los servidores de vídeo u otros equipos de grabación y reproducción de vídeo, el operador que maneja los generadores de caracteres o grafismos, y el operador del *prompter* o *auto-cue* que pasa los textos que leen los presentadores.

El control de realización dispone de una serie de monitores de vídeo que muestran todas las señales de entrada al mezclador de vídeo y, al menos, sus salidas de previo y programa. Junto al control de

realización se encuentra el control de sonido, donde el operador de la mesa de mezclas de sonido mezcla las diferentes fuentes de audio que entran en dicho equipo.

También junto al control de realización se encuentra el control de cámaras e iluminación, desde donde se ajustan los parámetros de las cámaras situadas en el plató, como el balance de blancos y de negros, *gamma*, *skin*, *flare*, detalle, pedestal, iris o diafragma, obturación, etc. En dicho control se encuentra la mesa de iluminación desde la que se regula la intensidad de los diferentes aparatos de iluminación situados en el plató.

En la actualidad ya es frecuente encontrar controles de realización a los que se les ha incorporado la zona del control de cámaras e iluminación, dejando de ser éste un control aparte. Por el momento, el control de sonido sigue estando separado o aislado para evitar, en cierto modo, el ruido ambiente que genera la gran cantidad de órdenes que hay en un control de realización.



Figura 7: Control de realización al que se le ha incorporado la zona del control de cámaras e iluminación

En otra sala aparte llamada sala de equipos o de aparatos, se encuentran las unidades electrónicas de los diferentes equipos de los controles de realización, cámaras e iluminación, y sonido, instalados en una serie de *racks*. Lo que realmente se encuentra en los controles son los paneles remotos de operación de los diferentes equipos instalados en la sala de aparatos.

### 2.2.1. El mezclador de vídeo

El mezclador de vídeo<sup>3</sup> es uno de los equipos fundamentales que se utiliza durante la realización de cualquier programa de televisión. Las funciones fundamentales del mezclador de vídeo son la mezcla de imágenes y la generación de efectos visuales (encadenados, fundidos, incrustaciones, cortinillas, etc.).

El mezclador es un equipo que recibe imágenes procedentes de diferentes fuentes como cámaras, servidores de vídeo, generadores de caracteres y gráficos, etc. y que, mediante los procesos de control y de efectos deseados, extrae una señal de salida que se denomina señal de programa.

Los mezcladores también tienen disponibles otras salidas que permiten hacer una función de previsualización (señal de previo). En función del número de entradas y de salidas que permita el mezclador, este será más caro y más complejo de operar.

Los mezcladores de vídeo se caracterizan según: el número de entradas y de salidas, el número y funciones de M/Es (procesadores de mezclas/efectos), la capacidad de realizar incrustaciones (número y tipo de *keys*), si incorporan servidores internos de vídeo o generador interno de efectos especiales (DVE o *digital video effects*), la capacidad de la memoria para efectos, etc.

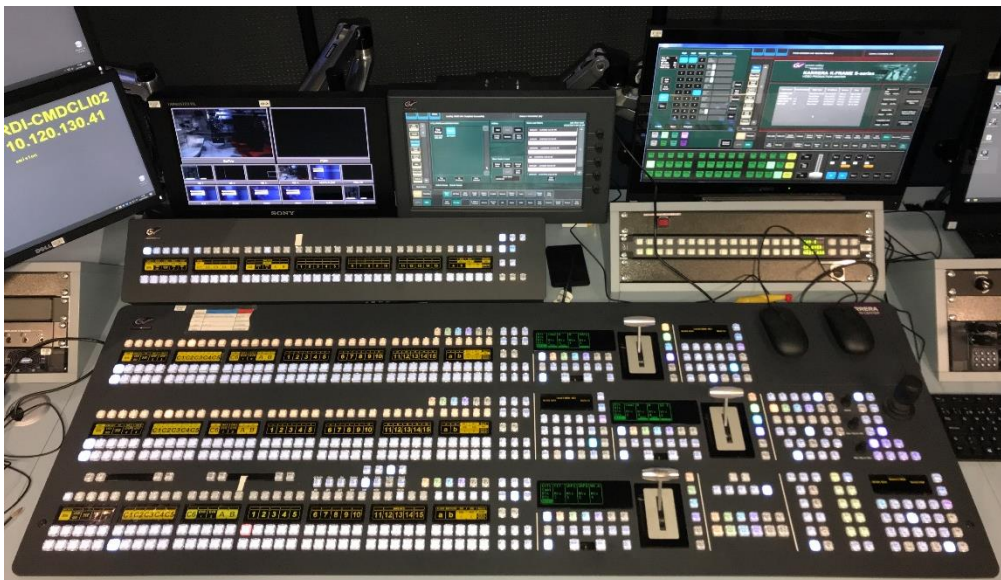


Figura 8: Mezclador de vídeo Grass Valley Karrera

### 2.2.2. La mesa de mezclas de sonido

Otro de los equipos fundamentales en la realización de un programa de televisión es la mesa de mezclas de sonido<sup>4</sup>. Hay de muchos tipos, prestaciones y tamaños, pero lo que interesa de ella es que sea lo más versátil, flexible, ampliable y fácil de operar posible, y que cumpla todos los parámetros de calidad de producción de audio profesional.

Hay tres tipos de mesas de mezclas: *In Line*, *Split* y *Matrix*. Las mesas *In Line* son las más comunes y hacen las mezclas de las diferentes fuentes sobre el bus máster. Las mesas *Split* están pensadas para estudios de grabación donde se utiliza un grabador multipista. Tienen dos módulos de entradas diferentes, uno para fuentes y otro para la monitorización del grabador multipista, también tienen un módulo de grupos para enviar al grabador multipista y un bus máster. Pueden trabajar en modo de grabación o en modo de mezcla de sonido ya grabado.

Las mesas *Matrix* están pensadas para hacer múltiples envíos simultáneos con diferentes mezclas. Son utilizadas en conciertos donde se tienen que controlar diferentes mezclas con los envíos a los monitores de los músicos, a los altavoces del público, a la grabación, etc.

Las mesas de mezclas<sup>5</sup> se caracterizan según: el número de canales de entrada, que pueden ser a nivel de micro o de línea o canales mono o estéreo; el número de subgrupos, que permiten agrupar varios canales de entrada para procesarlos y controlar su nivel en la mezcla de manera conjunta; el número de salidas, toda mesa tiene al menos una salida principal que proporciona la mezcla de todos los canales; y las prestaciones adicionales, como ecualización, envíos auxiliares, salidas directas, etc.

En el control de sonido también se encuentran otros equipos auxiliares como: procesadores de efectos, compresores y expansores de dinámica, limitadores y puertas de ruido, ecualizadores, librerías de sonidos, etc. que estarán conectados a la mesa de sonido. Por lo tanto, una mesa de mezclas de sonido debe tener suficientes canales y buses para permitir el máximo número de configuraciones y combinaciones posible.



Figura 9: Mesa de mezclas de sonido CalRec Artemis

### 2.2.3. Tecnologías para la distribución de vídeo y audio

Vistos los dos equipos más importantes en la realización de un programa de televisión, es el momento de ver algunas de las tecnologías para la distribución de las señales de vídeo y audio con mayor cuota de mercado que se están implantando en las instalaciones audiovisuales como las del cliente, como MediorNet, MADI o DANTE.

MediorNet<sup>6</sup> es una red de transporte en tiempo real para vídeo, audio, datos y comunicaciones que utiliza enlaces de fibra óptica de 10 Gbps. Incluye funciones como el enrutamiento de señales (permite enviar cualquier señal de entrada a cualquier salida o a varias salidas) y el procesamiento y la

conversión de señales (*Frame Store*, sincronizadores, embebedores y desembebedores de audio AES3/EBU en vídeo SDI, etc.) que eliminan la necesidad de dispositivos adicionales externos. Estas funciones están basadas en *software*, por lo que pueden ampliarse fácilmente en el futuro sin necesidad de aplicar cambios de *hardware*.

MediorNet aumenta la flexibilidad de cualquier instalación, reduce significativamente el cableado y el tiempo de configuración, y elimina la necesidad de volver a cablear cuando cambian las necesidades de la producción. Esto da como resultado un enfoque completamente nuevo para el diseño de los entornos de producción, proporcionando ahorros significativos en las inversiones en infraestructura.

El protocolo MAD1<sup>7</sup> (*Multichannel Audio Digital Interface* o interfaz multicanal de audio digital), es un estándar profesional de transmisión de datos para señales de audio digital de hasta 64 canales de audio de 24 bit de resolución y 96 kHz de frecuencia de muestreo.

La idea básica del sistema se fundamenta en la multiplexación asíncrona de hasta 64 canales de audio AES3, con una ratio máxima de transferencia de datos de 100 Mbps y una ratio binaria de canal de 125 Mbps, independientemente de la frecuencia de muestreo y del número de canales activos.

El medio de transmisión es sobre cable coaxial de 75  $\Omega$  de impedancia característica con terminación en conector BNC y con una longitud máxima de transmisión de 100 m, o sobre fibra óptica con terminación en conectores ST1 y con una longitud máxima de transmisión de hasta 2 km sin amplificación.

DANTE<sup>8</sup> (*Digital Audio Network Through Ethernet*) es un protocolo de audio digital en red que utiliza *switchs* de 1 Gbps y cable de red de categoría 5e, 6 o 7. Puede trabajar con 512 canales de entrada y 512 canales de salida con una resolución de 24 bits y una frecuencia de muestreo de 48 kHz. Aunque permite operar a un valor máximo de frecuencia de muestreo de 192 kHz y un valor máximo de resolución de 32 bits.

Admite múltiples tipologías de red como la conexión en cascada (*daisy chain*) o en estrella, con la que es posible utilizar dos redes estableciendo prioridades para obtener más redundancia, en este caso hay que utilizar dos *switchs*: primario y secundario. DANTE permite transmisiones de datos *unicast* (de un dispositivo emisor a un dispositivo receptor) y *multicast* (de un dispositivo emisor a varios dispositivos receptores).

Las comunicaciones vía DANTE se pueden controlar desde un software libre de gestión de la red denominado "DANTE Controller". Permite establecer prioridades definiendo el equipo máster de la instalación que generará la señal de reloj con la que trabajará el resto de los dispositivos. También permite predefinir la latencia que va a tener en la red en función de la cantidad y el tipo de equipos que la conformen. DANTE Controller también funciona como un software de enrutamiento de señales.

## 3.Propuesta

A partir del análisis de mercado hecho en el capítulo anterior, este tercer capítulo pretende explicar de manera resumida la propuesta del TFG.

La metodología expuesta en el apartado 1.4 contemplaba el estudio de la dinámica de trabajo que desempeña el cliente, concesionario de varias licencias de TDT de cobertura nacional, a la hora de realizar retransmisiones deportivas. Para ello se visitan las instalaciones del cliente para conocer los recursos técnicos de los que dispone el control de realización que se utiliza habitualmente y poder analizar si la explotación es correcta o si el nivel o prestaciones del equipamiento está sobredimensionado según las necesidades de este tipo de producción y, por lo tanto, detectar si hay equipos infrautilizados y/o prescindibles.

El cliente dispone en su sede central de un total de nueve platós o estudios de televisión y ocho controles de realización. En el año 2014 inician la migración de estos controles de realización con tecnología de vídeo digital en definición estándar o SD (*Standard Definition*) a alta definición o HD (*High Definition*), operación que finaliza en el mes de noviembre de 2019 con la entrega del último control de realización que quedaba pendiente de renovar. Se trata del segundo proceso de modernización de sus controles de realización desde que el cliente comenzara su actividad productiva en el año 1990.

En esta última reforma el cliente tomó la decisión de suministrar la misma dotación a cada control de realización, esto es, los mismos equipos, mismos fabricantes y modelos, el mismo número y las mismas prestaciones y configuración, independientemente de las necesidades de la producción televisiva que se llevara a cabo en cada uno de estos controles, con la finalidad de que:

- Desde cualquier control de realización se pueda trabajar con cualquiera de los platós o estudios de televisión situados en la sede del cliente, para poder realizar cualquier programa de televisión ubicado en un determinado plató con cualquiera de los controles disponibles.
- Cualquiera de los operadores pueda trabajar en cualquiera de los controles de realización al encontrarse con los mismos equipos y la misma configuración e instalación. Esto implica menos problemas en la planificación de la actividad del personal técnico y un ahorro muy importante en la formación y especialización de los operadores al evitar la presencia de equipos de diferentes fabricantes y/o modelos.

De hecho, se comprueba que de un control a otro pueden existir pequeñas diferencias en la disposición de alguno de los equipos debidas principalmente a diferencias en la arquitectura de las salas, que pueden llegar a ser completamente distintas, pero la infraestructura y configuración son idénticas en todos ellos.

Los principales equipos de la dotación técnica de cualquiera de estos controles de realización es la siguiente:

- 1 mezclador de vídeo Grass Valley Karrera con 64 entradas físicas, 32 salidas físicas configurables, 4 M/Es o procesadores de mezcla/efectos (*Mix/Effects*), 1 PGM/PVW o procesador de programa/previo (*Program/Preview*).
- 1 servidor de vídeo multicanal EVS XT3 configurable, siendo la configuración típica de 4 canales de reproducción (*players*) y 2 de grabación (*recorders*), con una capacidad de tren de grabado continuo de 72 horas.
- 4 grabadores/reproductores XDCAM HD 422 SONY PDW-HD1550.
- 3 *engines* de gráficos: Viz Trio, Viz Pilot y Viz Artist.
- 10 cámaras Grass Valley LDX 86.
- 10 unidades de control de cámara Grass Valley XCU Elite.
- 10 paneles de control de operación Grass Valley OCP 400.
- 1 mesa de mezclas de sonido CalRec Artemis de 3 superficies: una para microfonía, otra para otras fuentes de audio y la última para señales exteriores.
- 1 grabador multipista Nuendo.
- 1 sistema de automatización, gestión y emisión de audio AEQ AudioPlus.
- 2 híbridas telefónicas AEQ.
- 1 sistema de telefonía con multiconferencia AEQ System IP.
- 1 locutorio con 3 mesas de sonido de comentarista Glensound Inferno.
- 1 sistema de intercomunicación ClearCom.

Cuando el cliente va a retransmitir un evento deportivo, realizando una personalización desde su sede de bajo nivel, utiliza uno de sus ocho controles de realización y aquel que en el horario de la retransmisión se encuentra disponible sin otra producción planificada. El problema surge cuando el cliente compra los derechos de emisión de una determinada competición deportiva que le obliga a emitir todos los eventos y algunos de ellos, hasta un máximo de cuatro, coinciden en el tiempo.

El cliente necesitaría cuatro de sus ocho controles de realización y, según el horario, sería necesario modificar la planificación de la producción de otros de sus programas para poder disponer de los citados recursos técnicos, algo que no siempre es posible. Además, según la experiencia de los operadores de estos controles de realización, para la personalización de este tipo de retransmisiones no es necesario ni se utiliza todo el nivel de equipamiento del que disponen estos controles.

### **3.1. Definición de objetivos/especificaciones del diseño**

Este tipo de retransmisiones con un nivel de personalización tan bajo consiste en recibir la señal internacional que proporciona el organizador del evento deportivo, añadir algún vídeo editado de



presentación y despedida del evento, las voces del locutor y del comentarista que le acompaña, e incrustar los rótulos con los nombres de estas dos personas.

Esto supone un total de tres fuentes de vídeo: la señal internacional, un servidor o reproductor de vídeo y un generador de rótulos o grafismos; y cuatro fuentes de audio: dos micrófonos, el audio de la señal internacional y el audio del servidor o reproductor de vídeo. Opcionalmente podría añadirse una librería de músicas como, por ejemplo, AEQ AudioPlus, o cualquier otro sistema de reproducción de músicas o sintonías.

A simple vista es evidente que, para este tipo de retransmisión, buena parte del equipamiento de estos controles de realización no va a ser utilizado como, por ejemplo, las diez cadenas completas de cámara, que se componen de óptica, cuerpo de cámara, adaptador de triax o fibra óptica, unidad de control de cámara y panel de control de operación.

En el caso de otros equipos, como son el mezclador de vídeo con tantas entradas físicas y procesadores de mezcla/efectos, o la mesa de mezclas de sonido, su nivel de prestaciones es demasiado elevado para las necesidades técnicas de este tipo de producción audiovisual.

Todos estos factores hacen que se valore la alternativa de diseñar un control de realización específico para este tipo de retransmisiones capaz de producir hasta 4 señales personalizadas con una cantidad y nivel de equipamiento acorde a las necesidades de la producción. Así se evita un uso poco o nada eficiente de los controles de realización existentes y la alteración de la planificación de la explotación de estos que pueda afectar a la producción de otros programas del cliente.

## 4. Diseño

En este capítulo se detallan todos los pasos que se han seguido en el diseño del nuevo control de realización que tendrá que producir las cuatro señales personalizadas según las necesidades que ha marcado el cliente y que hemos resumido en los apartados 1.3.1 y 3.1.

### 4.1. Arquitectura general del diseño

Para empezar, será necesario un equipo conectado a la red MediorNet del cliente por donde el nuevo control de realización reciba las señales internacionales que le proporcionará el organizador de la competición deportiva y envíe las señales personalizadas que se vayan a emitir por el medio o canal que corresponda.

Para generar cada señal de vídeo personalizada será necesario un mezclador de vídeo que pueda ofrecer cuatro salidas distintas o bien cuatro mezcladores de vídeo. Al mezclador de vídeo le llegará la señal internacional, así como los rótulos con los nombres de los locutores y comentaristas que haya que incrustar y los *clips* de vídeo que se tengan que reproducir.

Estos *clips* de vídeo se podrán reproducir desde un servidor de vídeo que ofrezca cuatro canales de salida o bien desde cuatro reproductores de vídeo diferentes. En cuanto a los rótulos se verá si se utiliza un generador de caracteres dedicado o si se pueden generar y almacenar en alguna memoria de vídeo.

Para generar cada señal de audio personalizado será necesaria una mesa de mezclas de sonido que pueda ofrecer cuatro salidas distintas. Esta mesa de mezclas estará conectada a la red DANTE del cliente por donde enviará esos audios personalizados y por donde también recibirá las señales de audio internacionales, los audios de los *clips* de vídeo y los micrófonos de los locutores y comentaristas.

También serán necesarios otros equipos donde poder visualizar las señales de vídeo que se procesarán en el nuevo control de realización y unas escuchas donde poder oír los diferentes audios con los que trabajará el técnico de sonido con su mesa de mezclas.

A continuación se anticipa un diagrama que muestra cómo quedará el nuevo control y que resume la arquitectura de este diseño. En los siguientes apartados y en el capítulo 5 se dará la información necesaria que ayudará a la comprensión del siguiente diagrama.



## 4.2. Elección del equipamiento de vídeo

En los siguientes subapartados se tratarán con más profundidad las diferentes fuentes de señal de vídeo que se han enumerado con anterioridad y se decidirán que equipos de vídeo se instalarán en el nuevo control de realización.

Se verá cómo el nuevo control recibirá las diferentes señales internacionales, cómo se reproducirán los vídeos de presentación y despedida, cómo se incrustarán los rótulos de los locutores, qué equipo mezclará todas las fuentes de vídeo y cómo se visualizarán las mismas, y cómo se enviarán esas señales de vídeo personalizadas.

### 4.2.1. Recepción de las señales internacionales y envío de las señales personalizadas

Las señales internacionales llegarán al nuevo control de realización desde el Control Central, el cual las podrá recibir por distintos medios como, por ejemplo, vía satélite, fibra óptica, radioenlace, etc. desde el lugar donde tiene lugar el evento deportivo que se quiere retransmitir.

Las señales personalizadas que se generen en el nuevo control de realización también se harán llegar al Control Central, el cual se encargará de transmitir las hasta los televidentes por los medios habituales como, por ejemplo, TDT (Televisión Digital Terrestre), satélite o internet vía *streaming*.

Antes de continuar es necesario explicar brevemente que es un Control Central<sup>9</sup>, el cual podría definirse como el punto nodal del centro de producción de un difusor de televisión. A través del Control Central se envían y reciben todas las señales necesarias para la realización de los diferentes programas.

Estas señales pueden ser externas, al ser generadas y llegar desde el exterior del centro de producción, o pueden ser internas, como las señales generadas en los controles de realización, salas de edición, postproducción o grafismo, etc. situadas en el propio centro de producción.

Esta centralización de señales es necesaria para una mejor gestión en la recepción, distribución y envío de señales y supervisión de la calidad técnica de las mismas. El Control Central dispone de una serie de equipos de medida con los que poder evaluar la calidad de estas. Además, el Control Central es el responsable de distribuir la señal de código de tiempo o señal horaria y la señal de referencia de sincronismos, así como sincronizar cualquier señal que proceda del exterior.

También ponen en comunicación a los controles de realización de los diferentes platós con el control de continuidad de la emisión cuando se va a emitir un programa de televisión en directo para: dar la cuenta atrás para el inicio o final del programa, realizar cortes publicitarios, etc. Así como establecer

comunicación entre el centro de producción y un punto exterior cuando se va a conectar en directo con dicha localización.

El centro de producción del cliente cuenta con una red MediorNet, tecnología que ya se trató en el apartado 2.2.3, de manera que el Control Central está conectado con todas las áreas técnicas del centro de producción mediante una red de fibra óptica que presenta una topología en estrella.

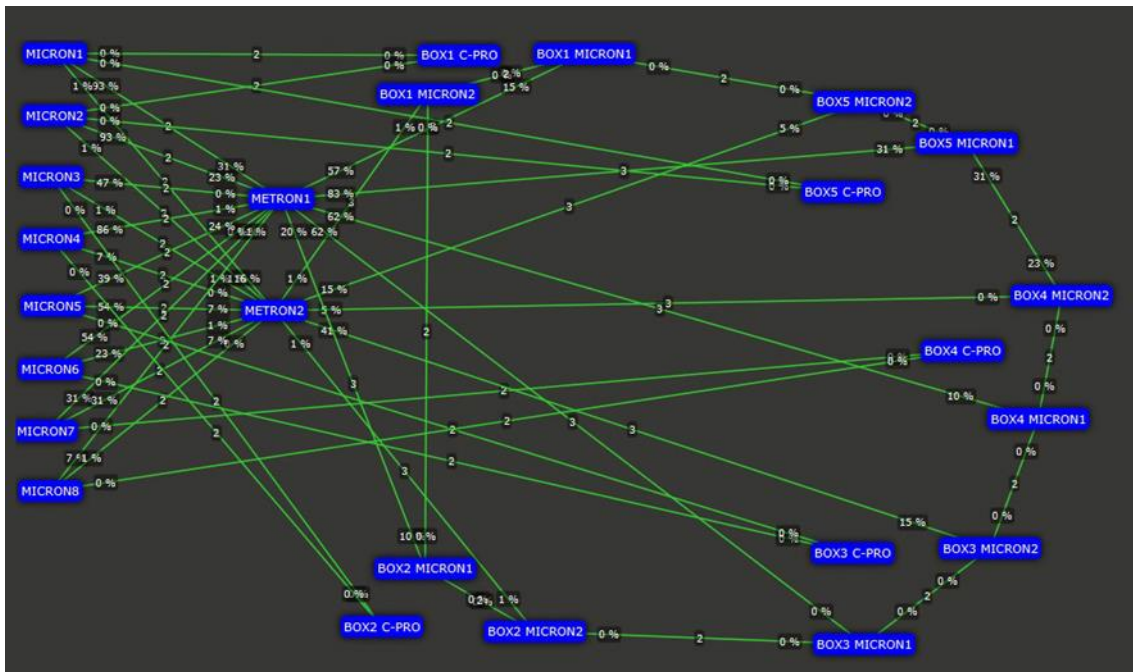


Figura 10: Ejemplo de instalación MediorNet combinando topologías en estrella y en anillo

El Control Central, en su papel de punto nodal del centro de producción, dispone de un enrutador central de señales MetroN<sup>10-11</sup>, uno de los productos de la familia MediorNet del fabricante Riedel. Este equipo ofrece retardos de conmutación inferiores a los 40 ms y un enrutamiento de alta velocidad de hasta 1.000 conexiones en menos de un segundo.

Un solo MetroN permite construir enrutadores de vídeo con hasta 192 señales de entrada en SDI (*Serial Digital Interface* o Interfaz Digital Serie) y resolución HD (HD-SDI) y, en teoría, un número ilimitado de salidas. La conexión se realiza mediante enlaces de fibra óptica con una velocidad de transferencia de 10 Gbps. Se pueden transmitir hasta 6 señales HD-SDI a través de una conexión 10G.



Figura 11: Vista del panel de conexiones de un MetroN de Riedel

Para enviar las señales internacionales desde el Control Central hasta el nuevo control de realización y, para recibir las señales personalizadas que va a enviar el nuevo control de realización hasta el Control Central, es necesario instalar en ambos controles un MicroN<sup>12-13</sup>, otro de los productos de la familia MediorNet del fabricante Riedel, que sirve como caja de conexiones para el enrutador MetroN. Un equipo MicroN permite diferentes modos de trabajo como, por ejemplo:

- Un procesador de señal que incorpora funciones como la corrección de color o la conversión de formatos de SD a HD (*up-conversion*) o de HD a SD (*down-conversion*), eliminando la necesidad de utilizar otros dispositivos externos.
- Un enlace punto a punto utilizando dos unidades MicroN para hasta 12 señales SDI bidireccionales, 2 MADi y un enlace Ethernet Gigabit, con funciones de sincronización, retardo de vídeo, y embebido y desembebido de audio.
- Una parte de un gran enrutador MetroN descentralizado.
- Un puente entre las redes MediorNet y las redes IP.
- Un *multiviewer* o multivisor<sup>14</sup> para el monitorado de múltiples señales, opción para tener en cuenta cuando posteriormente se trate el monitorado o visualización de las diferentes fuentes de vídeo del nuevo control de realización. Permite el monitorado de hasta 18 señales de vídeo y la inserción de relojes, *tallys* y medidores del nivel de audio.



Figura 12: Aplicación Multiviewer de MicroN de Riedel

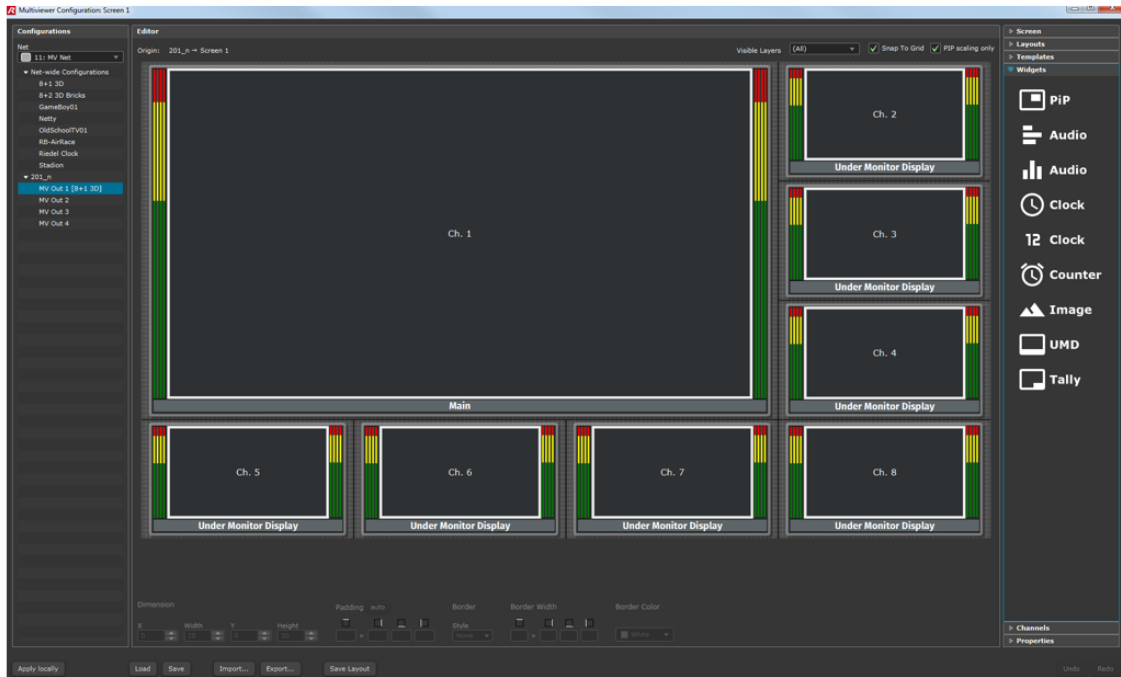


Figura 13: Configuración de la aplicación Multiviewer de MicroN de Riedel

MicroN es un *interface* que proporciona 12 puertos de entrada y 12 puertos de salida de vídeo en HD-SDI o SD-SDI y dos puertos MADI para hasta 128 canales de audio. Para el transporte de datos y señales de sincronismo, MicroN dispone de un puerto Ethernet Gigabit y dos entradas/salidas para la señal de referencia de sincronismos. También dispone de 8 puertos SFP de alta velocidad 10G que ofrece un total de 80 Gbps de capacidad de red MediorNet.



Figura 14: Panel de conexiones de un MicroN de Riedel

En televisión digital la señal de audio va embebida<sup>15</sup> en la señal de vídeo SDI, es decir, que por un sólo cable o fibra se transmite la señal de vídeo más la señal de audio asociada a ese vídeo. La normativa SMPTE 299M-2004 describe cómo una señal de audio digital de 24 bits y su información de control van insertados en el espacio comprendido entre las palabras EAV (*End of Active Video* o final de vídeo activo) y SAV (*Start of Active Video* o comienzo de vídeo activo) de una trama de vídeo SDI (normativa SMPTE 292M), reservado para datos auxiliares.

Se organizan en grupos de canales de audio, de forma que 4 canales de audio digital forman un grupo y se pueden transmitir hasta 4 grupos en una trama, lo que hace un total de 16 canales de audio digital (8 pares) para frecuencias de muestreo de 32 kHz, 44'1 kHz o 48 kHz. Para audio con frecuencias de muestreo de 96 kHz se puede transmitir un máximo de 8 canales. Las características del audio digital de todos los canales deben ser iguales en cuanto a frecuencia de muestreo, fase y sincronía.

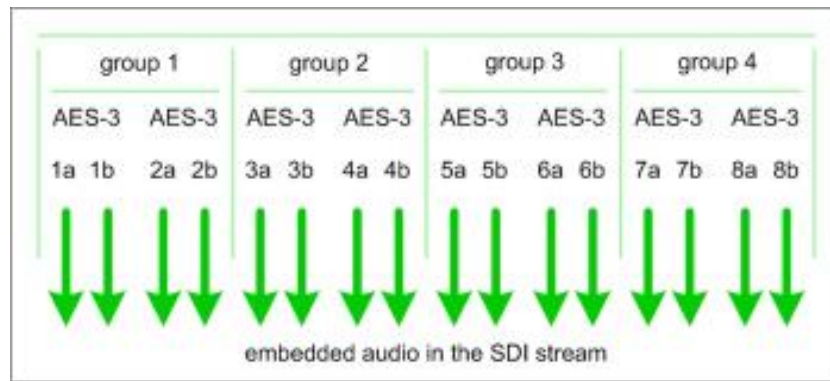


Figura 15: Organización de canales de audio en una trama SDI

En el nuevo control de realización será necesario el desembebido del audio de la señal de vídeo internacional, para su posterior mezcla en la mesa de mezclas de sonido junto con las locuciones y el resto de las fuentes de audio, y el posterior embebido de esa mezcla de audio en la señal de vídeo personalizada. Estas operaciones de embebido y desembebido se realizarán con el MicroN de este nuevo control de realización sin necesidad de otros dispositivos externos.

Así pues, las 4 señales de vídeo correspondientes a las 4 señales internacionales, que se reciben desde el Control Central, se obtendrán por las 4 primeras salidas de vídeo del MicroN instalado en el nuevo control de realización. Las señales de audio desembebidas correspondientes a las 4 señales internacionales se enrutarán internamente en el MicroN y se obtendrán a través de su puerto MADi.

Del mismo modo, las 4 señales de vídeo correspondientes a las 4 señales personalizadas, que se enviarán al Control Central, se conectarán a las 4 primeras entradas de vídeo del MicroN instalado en el nuevo control de realización. Las señales de audio correspondientes a las 4 señales personalizadas se introducirán a través del puerto MADi del MicroN, para su posterior embebido con las señales de vídeo personalizadas.

#### 4.2.2. Distribución de la señal de sincronismos

En este tipo de instalaciones audiovisuales dedicadas a la producción televisiva, es necesario que los equipos de vídeo estén sincronizados<sup>16</sup> y que trabajen en la misma fase de tiempo. De este modo, cuando el mezclador de vídeo realice las transiciones entre sus diferentes fuentes de vídeo, no se producirán saltos ni desplazamientos en la imagen.

Los equipos de vídeo disponen de una entrada rotulada con los términos “SYNC” o “GENLOCK” o “REFERENCE”, por donde reciben una señal de referencia de sincronismos. Se trata de una señal analógica y puede ser de dos tipos: la señal “Black Burst” o la señal “Tri-Level Sync”.



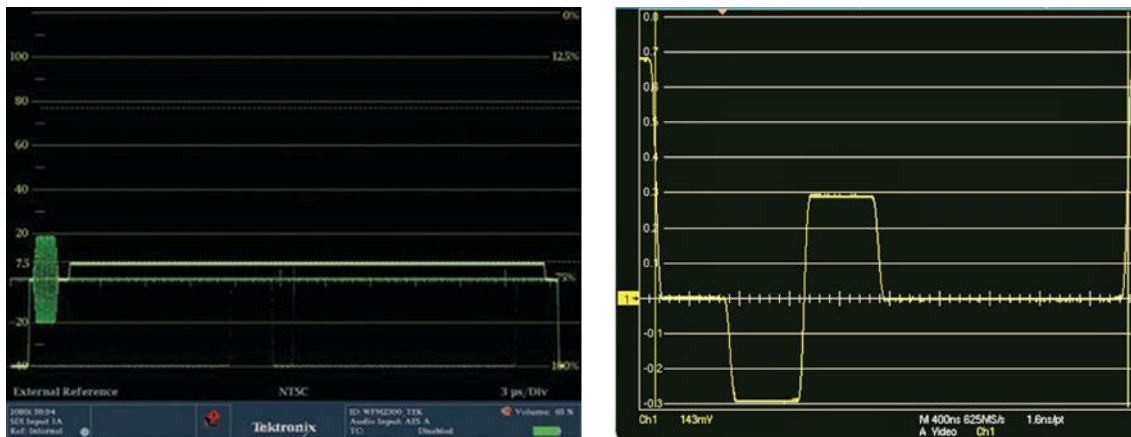


Figura 16: Señales Black Burst (izquierda) y Tri-Level Sync (derecha)

Estas señales de referencia son generadas por un generador de sincronismos situado en el Control Central y que se distribuyen a todos los controles de realización y diferentes áreas técnicas del centro de producción. En este caso, la señal de sincronismos llegará desde el Control Central a través del MicroN y se tomará de la salida rotulada como “SYNC OUT”.

Después, esta señal se tendrá que distribuir a todos los equipos de vídeo del nuevo control de realización mediante un distribuidor de vídeo analógico como, por ejemplo, el Kramer 105VB<sup>17-18</sup>, que es un distribuidor amplificador de altas prestaciones para señales de vídeo compuesto que toma la señal de la entrada, proporcionando el correcto *buffer* y aislamiento, y la distribuye a cinco salidas idénticas.



Figura 17: Distribuidor de vídeo Kramer 105VB

La señal de sincronismos que se tome del MicroN se conectará a la entrada de este distribuidor-amplificador. En la imagen superior puede apreciarse que este distribuidor dispone de 5 salidas. Como se verá posteriormente, cada reproductor de vídeo tiene una entrada y una salida de señal de referencia. Esta característica se aprovechará de modo que cada salida del distribuidor se conectará a la entrada “REF IN” de unos de los reproductores de vídeo y la salida “REF OUT” del reproductor de vídeo se conectará a la entrada “REF IN” de uno de los mezcladores de vídeo. Se procederá del mismo modo con cada uno de los 3 reproductores y mezcladores de vídeo restantes.

Así pues, los 4 reproductores de vídeo y los 4 mezcladores de vídeo recibirán la señal de referencia de sincronismos y todavía quedará una salida libre en el distribuidor por si fuera necesario conectar otros distribuidores en cascada en el caso de ser necesario distribuir más señales de referencia de sincronismos.

### 4.2.3. Mezclador de vídeo

A la hora de tomar la decisión sobre que mezclador de vídeo instalar se ha de tener en cuenta un mínimo de especificaciones que van a condicionar la elección como, por ejemplo:

- El número de entradas, que suelen ser múltiplos de 8 porque en las unidades electrónicas de los mezcladores de vídeo los conectores se agrupan en módulos o tarjetas electrónicas de 8 entradas.
- El número de procesadores de mezcla/efectos (M/Es o *Mix/Effects*) y sus prestaciones, determinarán cuántas señales de vídeo formarán parte o contribuirán al mismo tiempo a una determinada composición de imagen.
- El número de salidas, que al igual que las entradas son múltiplos de 8 y, además, configurables para poder obtener diferentes señales como la señal de “programa” (*program-PGM* u *On-Air*), la señal de “previo” (*preview-PVW*), la señal de “clean-feed” (señal de programa sin incrustaciones), salidas auxiliares, etc.

Como en este control de realización se van a generar hasta 4 señales personalizadas, podría considerarse la adquisición de un mezclador de 4 M/Es para poder obtener cada señal personalizada desde cada uno de los M/Es. Pero dado el coste económico de un mezclador con tan altas prestaciones, se valora la opción de adquirir 4 mezcladores de un sólo M/E.

El único procesador de mezcla/efectos tan sólo va a realizar encadenados o fundidos entre la señal internacional y algún *clip* de vídeo de presentación o despedida del evento deportivo que se va a retransmitir, por lo que no es necesario que incorpore ningún generador de efectos digitales o DVE (*Digital Video Effects*). Sí tendrá que incorporar al menos un *keyer* para la incrustación de los rótulos con los nombres de los locutores y los comentaristas.

El número de entradas mínimo viendo la cantidad de señales que se van a mezclar va a ser de 8. El formato de definición con el que se va a trabajar es HD (*High Definition*), aunque es muy interesante que el mezclador de vídeo tenga capacidad para trabajar con el formato UHD (*Ultra High Definition*), mal llamado 4K ya que este último es un formato de resolución de cine digital.



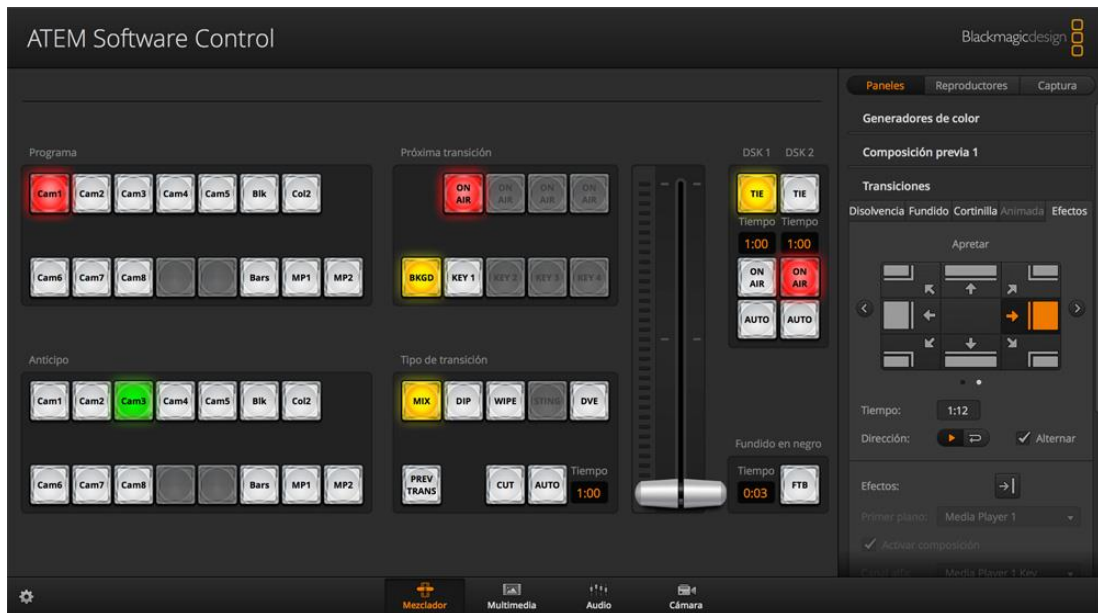


Figura 20: Panel de control virtual y menú de ajustes de transiciones en el ATEM Software Control

Incorpora dos reproductores multimedia (*Media Players*) MP1 y MP2, que son considerados como fuentes internas de entrada, con capacidad para almacenar 20 gráficos con canal alfa, lo cual permite prescindir del uso de generadores de caracteres externos. Utiliza una memoria *flash* por lo que los archivos no se borran al apagar el mezclador. Permite el empleo de imágenes en formato PNG, TGA, BMP, GIF, JPEG y TIFF. Los archivos con canal alfa facilitan la incrustación de rótulos.

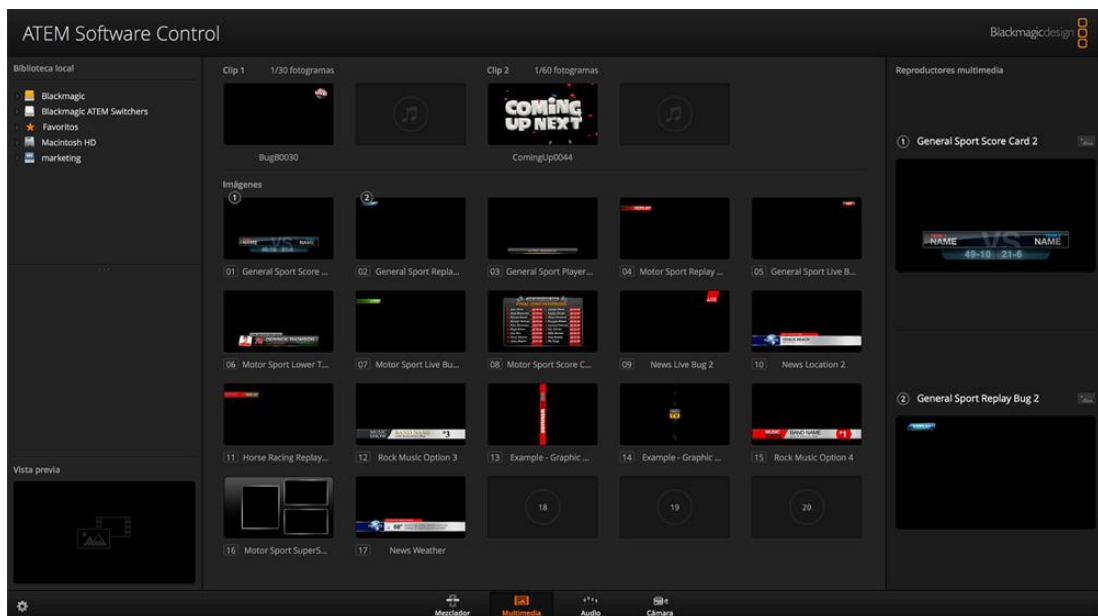


Figura 21: Biblioteca multimedia de imágenes y vídeos en el ATEM Software Control

El modo de visualización simultánea o *multiview* permite ver distintas señales al mismo tiempo, de modo que no es necesario disponer de un monitor individual para cada señal de entrada o de salida del mezclador de vídeo. Las salidas en conector BNC y HDMI permiten conectar monitores profesionales o pantallas domésticas de alta definición (más económicas), respectivamente.



Figura 22: Salida *Multiview* del mezclador de vídeo ATEM Televisión Studio Pro 4K

La compatibilidad de los modelos ATEM Television Studio con la línea de dispositivos grabadores/reproductores HyperDeck permite emplear materiales grabados con anterioridad a la emisión de un programa en directo. Es posible conectar hasta 4 unidades de grabación/reproducción a cada mezclador, ver la lista de *clips* disponibles en cada uno, seleccionar cualquiera de ellos o activar la función de inicio automático para comenzar la reproducción en un momento determinado. Esto resulta ideal para transmitir promociones, anuncios publicitarios y otros contenidos grabados previamente.

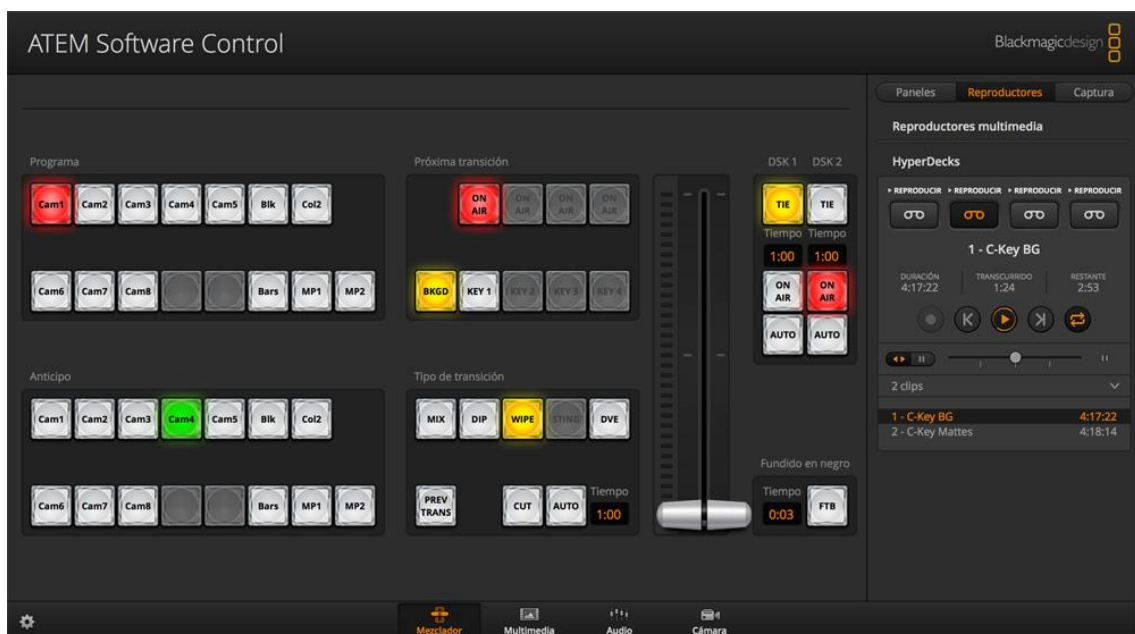


Figura 23: Control de los *Media Player* y de los reproductores HyperDeck conectados al mezclador

#### 4.2.4. Reproductor de vídeo

Para reproducir o lanzar los vídeos de presentación y despedida al inicio y al final de cada retransmisión, necesitamos un dispositivo de reproducción de vídeo. En el apartado 4.2.3, dedicado al mezclador de vídeo, se ha visto la capacidad que tiene ese equipo para controlar hasta 4 reproductores HyperDeck del mismo fabricante.

El reproductor elegido para este nuevo control de realización es el HyperDeck Studio Mini<sup>21-22</sup> del fabricante Blackmagic Design. Es un grabador profesional portátil que permite almacenar archivos en tarjetas SD (*Secure Digital*), a través de sus dos ranuras y ofrece la posibilidad de grabar sin interrupción y reproducirlos con una calidad de 10 bits.



Figura 24: Vista frontal del reproductor de vídeo HyperDeck Studio Mini

Las tarjetas de memoria SD son fáciles de conseguir, económicas y fiables, de modo que son ideales para almacenar contenidos multimedia. A diferencia de los sistemas basados en discos o cintas, están compuestas por elementos sólidos. Por consiguiente, la transferencia de los contenidos se realiza prácticamente al instante. Esto significa que es posible reproducir cualquier vídeo en todo momento.

El modelo HyperDeck Studio Mini es compatible con tarjetas SD comunes y UHS-II. Las primeras pueden emplearse para grabar imagen en definición estándar (SD) o alta definición (HD), mientras que las segundas resultan apropiadas para resoluciones más elevadas (UHD).

Estos soportes de grabación no se deterioran con el paso del tiempo y son muy pequeños, por lo cual es muy fácil crear una biblioteca entera con material de archivo que ocupe muchísimo menos espacio que el necesario por otros soportes de almacenamiento.

El HyperDeck Studio Mini dispone de conexiones de entrada y salida SDI 6G compatibles con cualquier formato de definición. Cuenta con una entrada para señales de referencia, con un generador de sincronismos integrado y una salida para señales de referencia. También dispone de una salida HDMI para conectar proyectores y pantallas.

Dispone de dos salidas independientes para el vídeo y el canal alfa, de este modo es posible conectar el grabador/reproductor a un mezclador con la finalidad de incrustar elementos gráficos en la señal de programa. La conexión Ethernet permite la transferencia de contenidos mediante el protocolo FTP.



Figura 25: Panel de conexiones del reproductor de vídeo HyperDeck Studio Mini

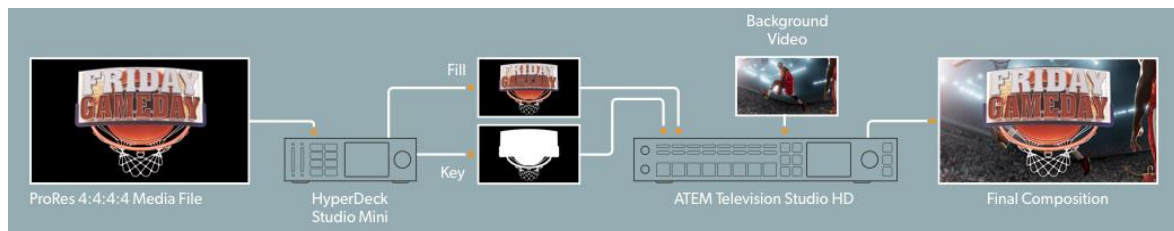


Figura 26: Ejemplo de utilización de las salidas de vídeo (fill o relleno) y de canal alfa (key o recorte)

Este equipo sólo se utilizará para la reproducción de *clips* de vídeo y, en un principio, no se utilizarán sus prestaciones de grabación. Si en un futuro quisiera utilizarse para la grabación, podría modificarse fácilmente la instalación conectando la entrada de vídeo de los HyperDecks a cualquier salida disponible de los mezcladores de vídeo o del MicroN.

#### 4.2.5. Tituladora o generador de caracteres

Como ya se ha comentado, las necesidades de esta producción se limitan a insertar o incrustar en la señal personalizada los rótulos con los nombres de un locutor y un comentarista que narran los eventos que se van a retransmitir. Se trata de un total de 8 rótulos, ya que se van a retransmitir un máximo de 4 eventos de forma simultánea y por eso habrá 4 locutores y 4 comentaristas.

Para generar dichos rótulos no se va a destinar un generador de caracteres de manera exclusiva, sino que se generarán en cualquiera de los equipos que ya dispone el cliente y se exportarán, como ya se ha visto, a los reproductores multimedia (MP o *media player*) que incorpora el mezclador de vídeo o a los grabadores/reproductores HyperDeck Studio Mini, en cualquiera de los formatos que reconocen como PNG, TGA, BMP, GIF, JPEG y TIFF.

El mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K puede almacenar hasta 20 rótulos, por lo que tiene una capacidad de memoria más que suficiente para poder almacenar los 8 rótulos que se van a

utilizar. La aplicación ATEM Switcher Media Pool incluye un complemento para Photoshop que permite exportar los rótulos desde un equipo informático hasta el reproductor multimedia del mezclador mediante una red Ethernet.

En el caso del grabador HyperDeck Studio Mini, la capacidad de almacenamiento de rótulos dependerá del tamaño de la tarjeta SD que se vaya a utilizar. Este equipo está previsto que se utilice únicamente para reproducir los vídeos de presentación y despedida, pero como tiene salidas de *fill* y *key*, no hay que descartar la opción de poder lanzar rótulos u otros grafismos desde este equipo.

En el caso de que el cliente deseará añadir algún equipo específico para generar caracteres o gráficos, el mezclador de vídeo todavía dispone de 5 entradas de vídeo libres, ya que hasta ahora se han ocupado 3: una de las entradas está conectada a una de las salidas del MicroN por la que se recibe la señal de vídeo internacional, y otras dos entradas están conectadas a las salidas de vídeo *fill* y *key* del grabador/reproductor HyperDeck Studio Mini.

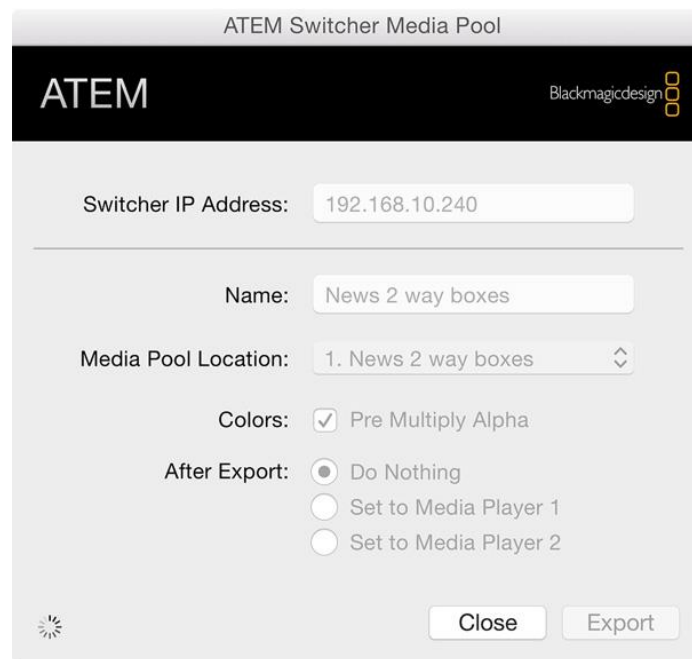


Figura 27: Complemento para Photoshop para añadir elementos gráficos al mezclador de vídeo

#### 4.2.6. Monitorado de vídeo

En el control de realización será necesario tener visualizadas o monitoradas todas las señales de vídeo involucradas en la producción, esto es:

- Las 4 señales internacionales de vídeo.
- Las 4 señales de vídeo de los grabadores/reproductores HyperDeck Studio Mini.
- Las 8 señales de vídeo correspondientes a los reproductores multimedia MP1 y MP2 de los 4 mezcladores de vídeo.



- Las 4 señales de “previo” correspondientes a los 4 mezcladores de vídeo.
- Las 4 señales personalizadas correspondientes a las señales de “programa” de los 4 mezcladores de vídeo.

Aunque el MicroN dispone de una aplicación para realizar un *Multiview*, este monitorado múltiple sólo mostraría las señales de vídeo que maneja el propio MicroN, esto es, las señales internacionales y las señales personalizadas, con lo cual quedarían sin visualizar o monitorar el resto de las fuentes que maneja el mezclador de vídeo, esto es, las señales de vídeo de los grabadores/reproductores HyperDeck Studio Mini y los *media player* MP1 y MP2. Por este motivo no utilizaremos esta prestación del MicroN.

Si utilizáramos un monitor de vídeo por cada una de las señales enumeradas anteriormente, sería necesario instalar un total de 24 monitores de vídeo sólo para el control de realización o un sistema aparte de proyección multipantalla. El deseo del cliente es que este sea un proyecto económico y aprovechando que el mezclador de vídeo dispone de dos salidas “Multiview”, una con conector HDMI y otra en SDI, como se ha visto en el apartado 4.2.3, se utilizará esta prestación para el monitorado de todas estas señales.

Con el ATEM Software Control se configurará la salida del multivisor de cada mezclador para tener monitoradas las señales que se han enumerado anteriormente. En la salida correspondiente se podría conectar un monitor profesional con entrada SDI, aunque la opción más económica sería una pantalla plana doméstica con entrada HDMI. El tamaño de esta pantalla no debería ser inferior a 55” para que las señales de “previo” y “programa” ocupen un tamaño aproximado de 28” y el resto de las fuentes de vídeo ocupen un tamaño aproximado de 14”, medidas todas ellas bastante aceptables.



Figura 28: Ejemplo de Multiview utilizando un monitor informático con entrada HDMI

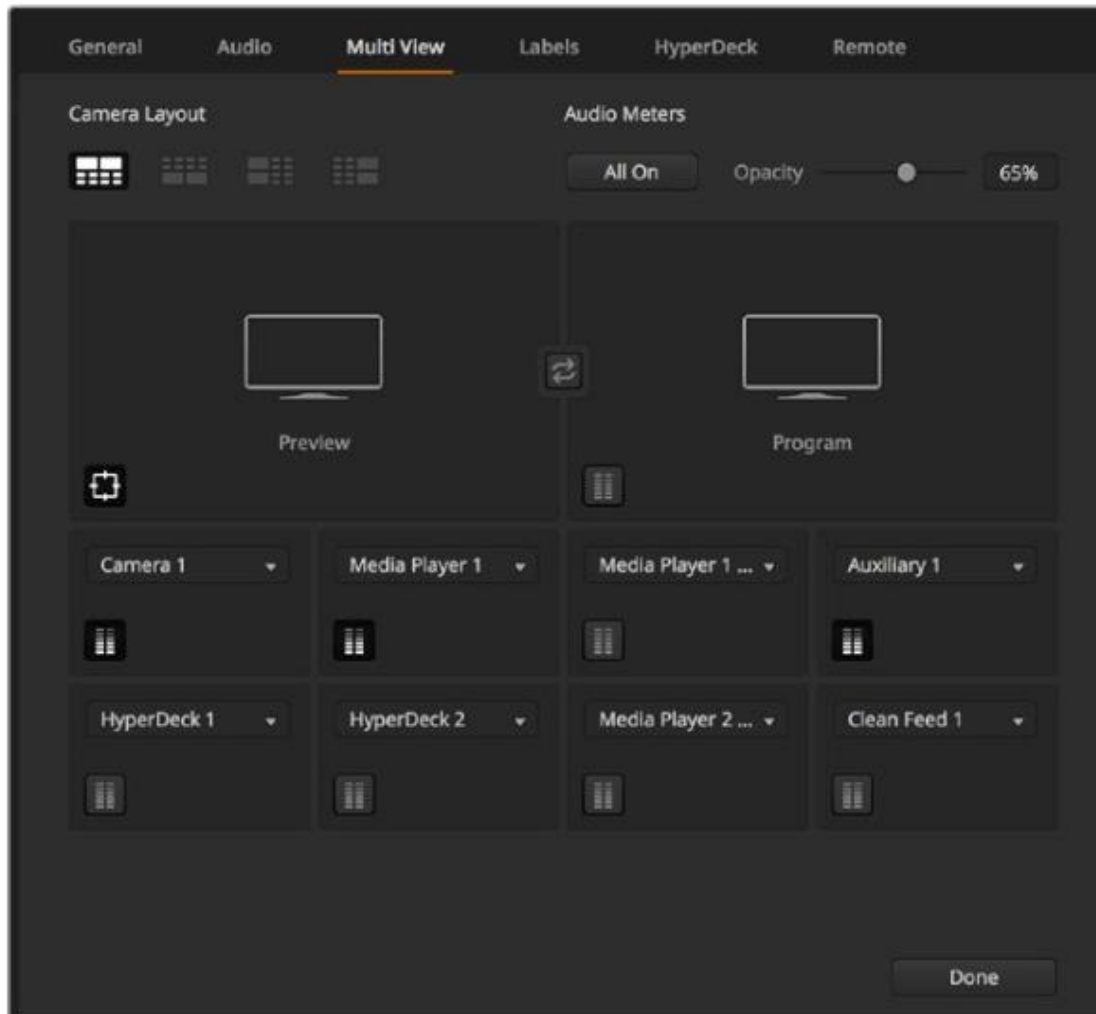


Figura 29: Configuración de la salida MultiView a través del ATEM Software Control

En cada posición de comentarista se colocará un monitor para mostrar la señal de “programa” que produce el mezclador de vídeo. Para ello se conectará este monitor a cualquiera de las salidas SDI del mezclador de vídeo numeradas del 1 al 8 que tienen señal de “programa”.

Cualquier monitor de bajo coste, ya sea un monitor informático o una pantalla doméstica, dispone de entradas HDMI, pero carece de entradas SDI. Por lo tanto, para poder utilizar un monitor de estas características en la posición de comentaristas será necesario un convertor de señal SDI a HDMI como, por ejemplo, el Blackmagic Micro Converter SDI to HDMI<sup>23</sup>.

La familia Micro Converter de Blackmagic está compuesta por convertidores profesionales extremadamente pequeños que brindan la posibilidad de obtener señales HDMI a partir de contenidos en formato SDI, o viceversa. Estos dispositivos presentan un diseño compacto y resistente que permite trasladarlos fácilmente u ocultarlos en cualquier lugar. Asimismo, disponen de conexiones SDI 3G y HDMI, a fin de facilitar el procesamiento de material original en distintas definiciones a una resolución máxima de 1080p60 (1080 líneas de resolución vertical y barrido progresivo a una frecuencia de 60 Hz).



Figura 30: Blackmagic Micro Converter SDI to HDMI

La entrada SDI 3G en esta línea de convertidores cuenta con un resincronizador de señales integrado. Esto permite generar nuevamente la señal recibida para reducir la inestabilidad en la imagen y mejorar el patrón ocular antes de que la unidad procese los contenidos. De este modo, es posible emplear cables de mayor longitud, ya que la señal aún se puede aprovechar, aunque su calidad no sea óptima.

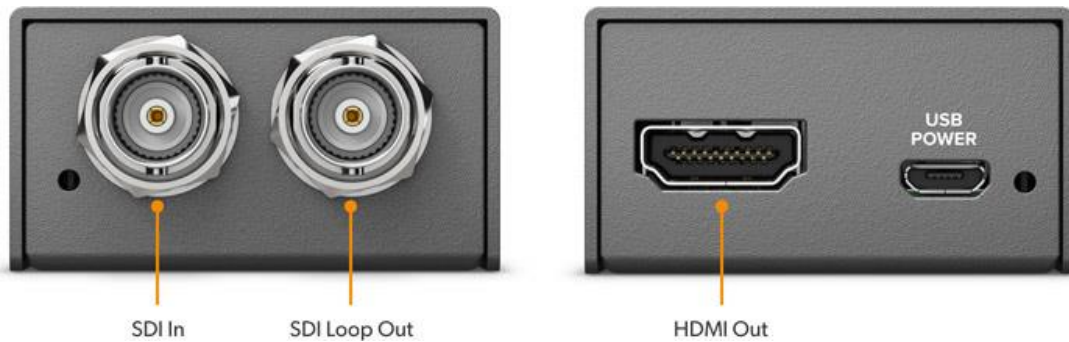


Figura 31: Conexiones del Micro Converter SDI to HDMI de Blackmagic

Pueden alimentarse mediante un cable USB conectado a un televisor o un equipo informático sin que sea necesario utilizar una toma de corriente. Por otra parte, están disponibles con una fuente de alimentación externa opcional para corriente alterna, lo que permite elegir el modelo que mejor se adapte a una determinada dinámica de trabajo.



Figura 32: Ejemplo de utilización del Micro Converter SDI to HDMI de Blackmagic

### 4.3. Equipamiento de audio

En los siguientes subapartados se tratarán con más profundidad las diferentes fuentes de señal de audio que se han enumerado con anterioridad y se decidirán que equipos de audio se instalarán en el nuevo control de realización.

Se verá cómo el nuevo control recibirá el audio de las diferentes señales internacionales, cómo se captarán las voces de los locutores y comentaristas, cómo llegará el audio de los grabadores/reproductores HyperDeck Studio Mini hasta la mesa de mezclas, qué equipo mezclará todas las fuentes de audio y cómo se escucharán esas mezclas, y, por último, como se enviarán esas señales de audio personalizadas.

#### 4.3.1. Recepción de los audios internacionales y envío de los audios personalizados

Como ya se ha comentado en el apartado 4.2.1, las señales de audio desemejadas de las 4 señales de vídeo internacionales se enrutarán a través del puerto MADi y, del mismo modo, las señales de audio correspondientes a las 4 señales personalizadas entrarán al MicroN a través del puerto MADi, para su posterior embebido con las correspondientes señales de vídeo personalizadas.

Ahora surge la necesidad de disponer de un equipo que realice ese intercambio de señales de audio entre los puertos MADi del MicroN y la red DANTE que ya posee el cliente y a la que se conectará la mesa de mezclas de sonido. Para ello se utilizará el convertor DANTE/MADi Yamaha RMio64-D<sup>24-25</sup>.



Figura 33: Panel frontal del rack de entradas/salidas Yamaha RMio64-D

La RMio64-D incluye convertidores internos de frecuencias de muestreo en las entradas y en las salidas, por lo que la sincronización *word clock* no supone ningún problema de ruidos, fallos o pérdidas cuando se conectan diferentes formatos de audio.

Las *interfaces* DANTE disponen de puertos primario y secundario que permiten una configuración redundante de las conexiones para que la fiabilidad sea máxima. Si un cable se desenchufa accidentalmente o si un *switch* o conmutador de red falla, el sistema continuará funcionando sin interrupción.

Además de la redundancia de la red DANTE, también se pueden hacer conexiones MADI redundantes mediante cables ópticos y coaxiales, de modo que, si la señal de entrada óptica se interrumpe, el sistema se conmuta automáticamente a la conexión coaxial o viceversa. Esta facilidad no se aprovechará dado que sólo se utilizará la conexión óptica entre el MicroN y la RMio.



Figura 34: Panel de conexiones del rack de entradas/salidas Yamaha RMio64-D

El disponer de dos juegos de conexiones MADI no sólo facilita la simple conversión entre los formatos DANTE y MADI, sino que permite que las señales MADI recibidas a través de una entrada óptica, por ejemplo, también puedan retransmitirse a través de una salida coaxial, o al revés. De esta forma, mientras se convierte de MADI a DANTE, la señal MADI puede enviarse directamente de manera simultánea a otro dispositivo MADI.

### 4.3.2. Audio de los grabadores/reproductores HyperDeck Studio Mini

En el apartado 4.2.4 dedicado al reproductor de vídeo, se muestra una vista del panel trasero de conexiones del HyperDeck Studio Mini donde se puede apreciar que carece de conexiones de entrada o salida de audio. La cuestión que se plantea ahora es cómo hacer llegar el audio de reproducción hasta la mesa de mezclas de sonido.

El audio sale del reproductor embebido en la señal de vídeo y esta señal entra en el mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K. Una de las características de este mezclador de vídeo que no se mencionó en el apartado 4.2.3, es que el ATEM Software Control también incluye una consola virtual de audio que permite mezclar el sonido recibido a través de cualquier entrada de vídeo.



Figura 35: Consola virtual de audio del ATEM Software Control

A tales efectos, es posible utilizar el panel frontal del mezclador de vídeo o la pestaña “Audio” del software de control, cuya *interface* con vúmetros digitales facilita la mezcla de sonido. Los dos tipos de control permiten ajustar el nivel de cada canal, activar y desactivar canales rápidamente o seleccionar el modo AFV (*Audio Follow Video*) de seguimiento automático de la imagen, de manera que cuando un canal está en modo:

- ON, el audio de ese canal sale al aire a través de la señal de vídeo de “programa” aunque su fuente de vídeo no esté “On Air”.
- OFF, el audio de ese canal no sale al aire a través de la señal de vídeo de “programa” aunque su fuente de vídeo esté “On Air”.
- AFV, el audio de ese canal sale al aire a través de la señal de vídeo de programa sólo cuando su fuente de vídeo está “On Air”.



Figura 36: Controles de audio en el panel frontal del ATEM Television Studio Pro 4K

De este modo, el canal correspondiente a la entrada del grabador/reproductor HyperDeck Studio Mini estará siempre en modo ON. Los canales correspondientes a los reproductores multimedia MP1 y MP2, si van a reproducir algún *clip* de vídeo que contenga audio, estarán en modo AFV ya que el software de control no ofrece el modo ON para los *media players*.

Estos audios saldrán embebidos a través de la señal de vídeo de “programa” del mezclador. Esta es la señal de vídeo personalizada que se enviará a Control Central a través del MicroN a instalar en el nuevo control de realización. Una vez en el MicroN, los audios de los HyperDecks y de los *media players* se desemeberán de la señal de vídeo de “programa” de cada mezclador y se enrutarán a través del puerto MAD1 para que lleguen a la mesa de mezclas de sonido.

Con el audio de la señal internacional se podría proceder de la misma manera. Esto es, poniendo en modo ON el canal correspondiente a la señal de vídeo internacional, para que su audio saliese al aire a través de la señal de vídeo de “programa” del mezclador, aunque la señal de vídeo internacional no estuviese “On Air”. El inconveniente de este método es que este audio llegaría a la mesa de mezclas de sonido sumado con los audios de los HyperDecks y los *media players*, y lo que interesa es que llegue cada fuente por separado. Además, el audio de la señal internacional ya se desembebía en el MicroN y se enrutaba por el puerto MADI.

En cuanto a las prestaciones de audio del mezclador de vídeo ATEM Television Studio Pro 4K, este ofrece ecualizador paramétrico de 6 bandas, compresor, limitador, expansor/puerta de ruido, divisor de canales estéreo en canales mono, simulador estéreo en entradas para micrófonos y analógicas, y *delay* de audio en estas últimas. Pero estas prestaciones no se van a utilizar dado que se va a disponer de una mesa de mezclas de sonido, donde se van a recibir todas las fuentes de audio, con mayor capacidad de procesamiento.

### 4.3.3. Microfonía y escucha para locutores y comentaristas

Para este tipo de aplicaciones de sonido se utilizan unos micro-cascos, esto es, un conjunto de auriculares que incluyen un micrófono. Uno de los modelos más populares entre los profesionales del sonido es el Sennheiser HMD 26-II-600-X3K<sup>126-27</sup>, que cumple las exigencias técnicas de cualquier producción en estudio o en exteriores, tanto en retransmisiones para radio como para televisión, estando diseñado para utilizarse en ambientes muy ruidosos.



Figura 37: Micro-cascos Sennheiser HMD 26-II-600

El auricular tiene poco peso e incluye unas almohadillas extra suaves para los oídos y en la diadema para que su uso sea especialmente cómodo incluso en largas jornadas de utilización. Los auriculares están dimensionados para un nivel de presión sonora máximo alto y proporcionan una buena atenuación de ruido pasivo. Están equipados con un limitador que protege a los oídos de picos de volumen por encima de 105 dB.

El auricular incorpora un micrófono dinámico o de bobina con un diagrama de directividad hipercardioide, es decir, la sensibilidad de este micrófono es máxima cuando la dirección de propagación del sonido incidente coincide con su eje. El micrófono presenta un excelente rendimiento acústico y la cápsula está montada contra golpes para absorber el ruido generado por la estructura.

La cápsula del micrófono es bastante “dura”, esto implica que para conseguir un buen nivel de señal en la captación de las locuciones, la cápsula debe estar lo más pegada posible a los labios. Esta característica hace que el micrófono sea muy inmune al sonido ambiente, lo que le convierte en ideal para su uso en ambientes muy ruidosos como, por ejemplo, eventos deportivos al aire libre o en recintos cerrados donde no se ha cuidado la acústica de la sala y/o con numeroso público alrededor.



Figura 38: Tribuna de comentaristas en el campeonato EuroBasket 2017 en Cluj-Napoca (Rumanía)

A través de los auriculares, los locutores y comentaristas podrán oír cualquier señal de audio que el técnico de sonido les envíe a través de la mesa de mezclas de sonido como, por ejemplo, órdenes, sus propias voces, el audio de la señal internacional, el audio de los vídeos que se reproduzcan desde los HyperDecks o una mezcla adecuada de todas esas señales de audio.



#### 4.3.4. Mesa de sonido para comentaristas

Para hacer llegar el sonido captado por el micrófono a la mesa de mezclas y el sonido que se envía desde la mesa de mezclas a los auriculares de los locutores y comentaristas, se va a utilizar la red DANTE y para ello se van a conectar los micro-cascos a una pequeña mesa de comentaristas.

El modelo elegido es una Glensound Inferno<sup>28-29-30</sup> con la que el locutor o comentarista podrá ajustar el volumen de escucha de sus auriculares, silenciar su micrófono o enviar órdenes a otros locutores o comentaristas sin que su voz se escuche en el programa.



Figura 39: Panel de mandos y conexiones para auriculares y micrófono de la Glensound Inferno

Pulsando los botones numerados del 1 al 7, el locutor o comentarista podrá hablar directamente con hasta otros 7 locutores o comentaristas, y ajustar el volumen de escucha de cada una de sus voces con los potenciómetros asociados. Su voz se enviará a la mesa de mezclas de sonido pulsando el botón "On Air" y con el potenciómetro asociado ajustará el nivel de escucha de la mezcla que reciba de la mesa de mezclas de sonido.

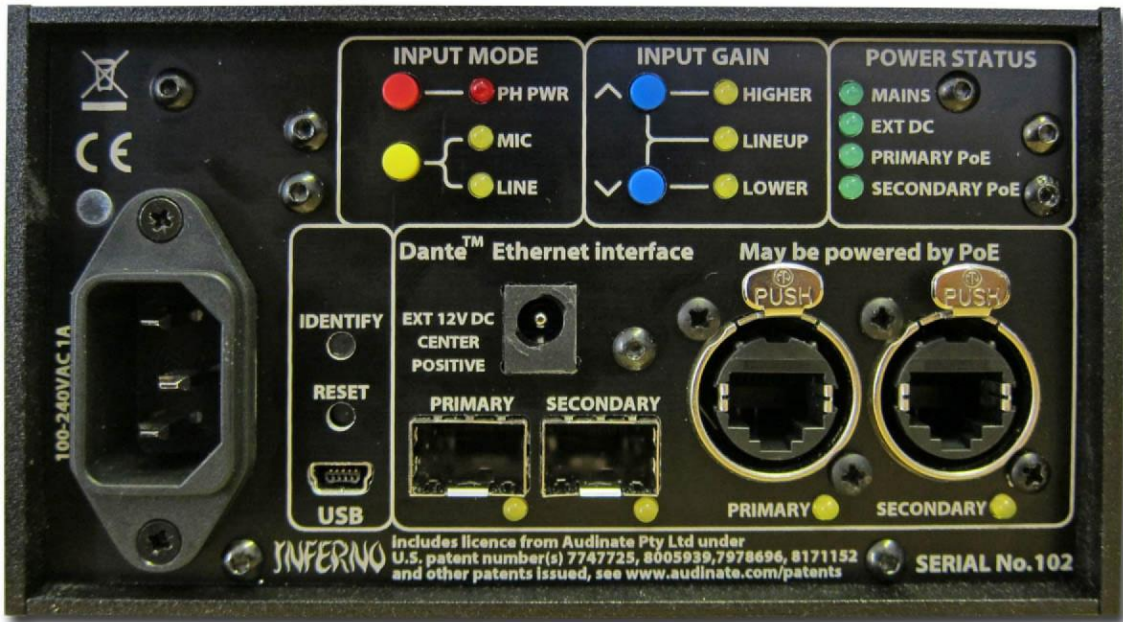


Figura 40: Panel trasero de la mesa de comentarista Glensound Inferno

Las fuentes y destinos de esta mesa se pueden configurar con el software Dante Controller. Además, la mesa dispone de un *web server* con el que se puede acceder a diversos ajustes mediante el navegador de cualquier PC conectado a la misma red.

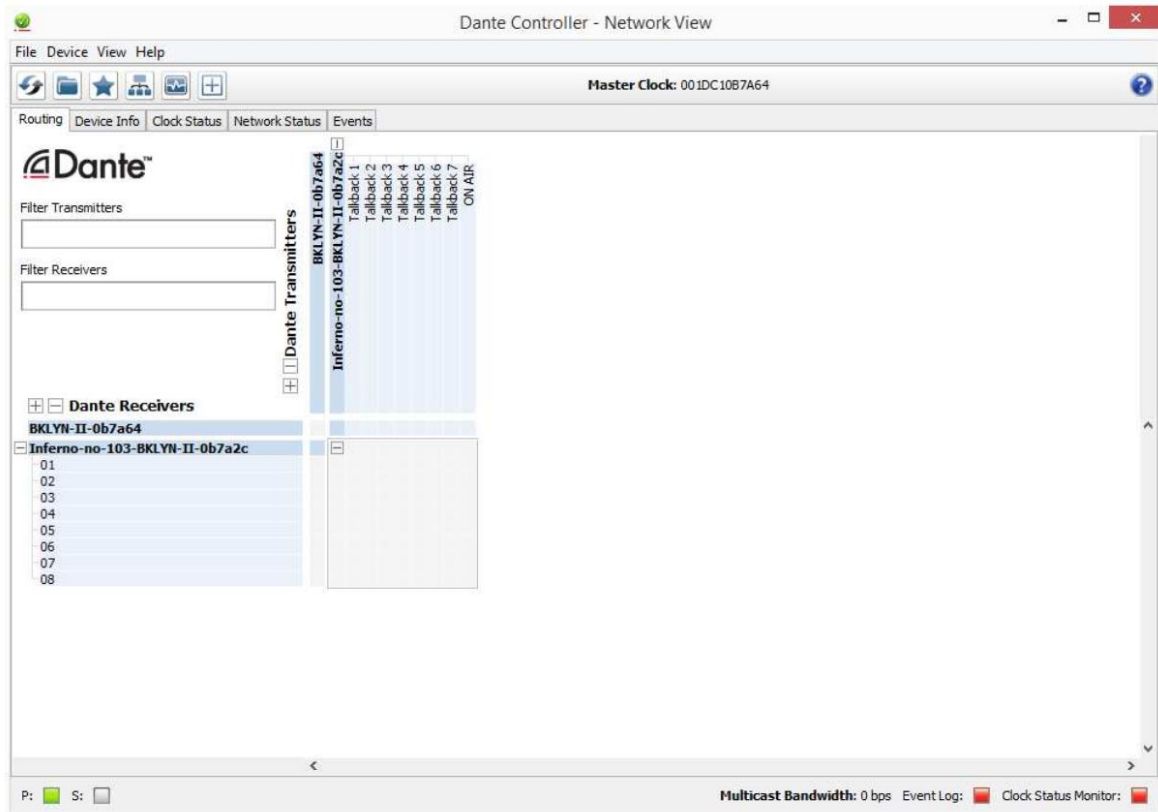


Figura 41: Enrutamiento de fuentes y destinos de la mesa de comentaristas Glensound Inferno con Dante Controller

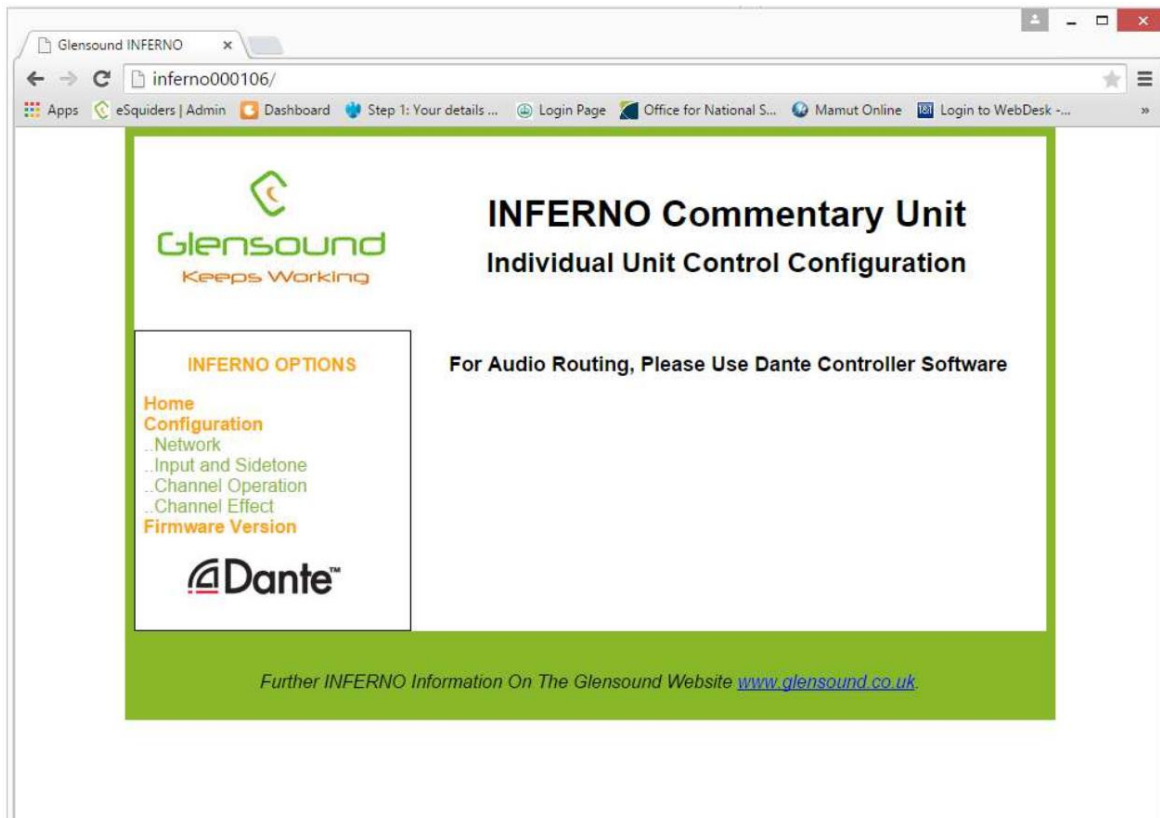


Figura 42: Configuración de la mesa de comentaristas Glensound Inferno a través de un navegador web

#### 4.3.5. Mesa de mezclas de sonido

La mesa de mezclas de sonido debe integrarse en la red DANTE del cliente, por lo tanto es requisito indispensable que la mesa incorpore un *interface* para esta red. Dentro de las posibles mesas de mezclas de sonido profesional y de tamaño pequeño o mediano que no requieran de una instalación fija, Yamaha es el fabricante preferido entre los técnicos de sonido. Dentro de su catálogo, los modelos que incorporan *interface* DANTE son los pertenecientes a las series QL o CL.

Las diferencias<sup>31</sup> entre una serie y otra, en lo que se refiere a especificaciones técnicas, se encuentran en:

- El número de canales de entrada.
- El número de buses de mezcla.
- El número de entradas y salidas analógicas.
- El número de *faders*.

El resto de las especificaciones técnicas, en especial las relativas a las funciones de procesamiento de la señal de audio, como pueden ser la ganancia, atenuación, ecualización, compresores, expansores, limitadores, puertas de ruido, etc., son iguales. La elección entre una serie u otra va a depender del número de buses de mezcla, del número de *faders* y del precio.

Al tratar la elección del mezclador de vídeo para generar las 4 señales personalizadas, se consideró la opción de adquirir un mezclador potente con 4 M/Es (procesadores de mezcla/efectos) o 4 mezcladores con un único M/E. En lo referente a la elección de la mesa de mezclas de sonido podría plantearse la misma disyuntiva.

Teniendo en cuenta que el modelo QL5 dispone de 16 buses de mezcla y 32 *faders* (agrupados en 4 grupos de 8 *faders*), no puede considerarse la opción de adquirir 4 mesas de mezclas de sonido ya que con una sola de ellas pueden producirse las 4 señales de audio personalizadas utilizando 4 pares (8) de buses de mezcla. Eso sin contar el importante desembolso económico que supondría la adquisición de 4 mesas de mezclas de sonido.

En cada uno de los 4 grupos de 8 *faders* se asignarían las fuentes de audio para generar cada señal de audio personalizada (el audio internacional, los 2 micrófonos del locutor y el comentarista, y los audios del HyperDeck Studio Mini) y sobraría algún *fader* para añadir eventualmente alguna fuente extra. Teniendo en cuenta todos estos factores se considera la instalación de una mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5<sup>32-33-34</sup>.



Figura 43: Mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5

La Yamaha QL5 es una mesa de mezclas de sonido compacta con capacidad para una amplia variedad de aplicaciones de cualquier dimensión. Sus principales características son:

- Canales de mezcla: 64 mono y 8 estéreo.
- Buses: 16 de mezcla (MIX) y 8 de matriz (MTX).
- Entradas/Salidas locales: 32 entradas y 16 salidas.
- Configuración de *faders*: 32 + 2 (máster).
- Control remoto de la mesa de mezclas con la aplicación QL StageMix para iPad.



Figura 44: Panel de conexiones de la mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5

Todas las fuentes de audio llegarán a la mesa de mezclas a través de la *interface* DANTE. Las 4 mezclas de audio personalizado también saldrán a través de la *interface* DANTE. Por lo tanto, no se utilizará ninguna de las 32 entradas analógicas de las que dispone esta mesa de mezclas en su trasera de conexiones. Tan sólo se utilizarán algunas de las salidas OMNI, configuradas en analógico, para conectar las escuchas de monitoreo de audio.

Cada una de las mezclas de audio personalizado se realizará enrutando cada canal de entrada al bus de mezcla (MIX) o de matriz (MTX) correspondiente. Como la QL5 dispone de 8 buses de matriz (MTX), pueden utilizarse los 8 buses para producir 4 mezclas estéreo. De este modo quedan disponibles los 16 buses de mezcla (MIX) para realizar, por ejemplo, envíos de audio a cada uno de los (8) auriculares de los locutores y comentaristas, escuchas (4) del realizador y técnico de sonido, y todavía quedarían 4 buses de mezcla disponibles.

#### 4.3.6. Monitorado de audio

Como ya se ha anticipado en el apartado anterior, serán necesarias dos pares de escuchas de sonido: un par, para que el técnico de sonido pueda oír cualquiera de las fuentes que entran en su mesa de mezclas o cualquiera de las mezclas finales que va a producir, y otro, para que el realizador pueda oír cualquiera de las 4 señales personalizadas que se van a producir.

En el caso de las escuchas para el técnico de sonido, se instalarán dos altavoces auto-amplificados Genelec 8010A<sup>35-36-37-38</sup>, que se conectarán en cualquiera de las salidas OMNI de la mesa de mezclas, como podrían ser las salidas OMNI 15 y 16, por ejemplo, que previamente se habrán configurado como salidas de monitoreo (MON L y R).

Además, la mesa de mezclas de sonido también cuenta con una salida para auriculares a través de la cual el técnico de sonido cuenta con la posibilidad de tener una segunda escucha que no moleste a nadie, muy útil en el caso de que la mesa de mezclas se instale muy cerca del realizador.

En el caso de las escuchas para el realizador, se instalarán otros dos altavoces auto-amplificados Genelec 8010A, que se conectarán en otras de las salidas OMNI de la mesa de mezclas, como podrían ser las salidas OMNI 13 y 14, por ejemplo, donde el técnico de sonido enrutará cualquiera de las 4 señales personalizadas a petición del realizador.

Genelec es una marca de sobra conocida por el cliente y los técnicos ya están acostumbrados a su acústica. Cada monitor activo consta de entradas XLR balanceadas, un *woofer* de 3", un *tweeter* de ¾" y dos amplificadores de potencia clase D. También incluyen una circuitería de detección inteligente de señales (ISS), lo que garantiza que cuando su sistema no esté en uso, sus monitores cambian a un modo de espera ecológico y de ahorro de energía.



Figura 45: Vista frontal y trasera del monitor activo Genelec 8010A

Aunque su tamaño pueda parecer demasiado pequeño, es una tendencia entre los técnicos de sonido que trabajan en televisión la de utilizar unas escuchas que, por su tamaño y respuesta en frecuencia, se asemejen lo máximo posible al comportamiento de los altavoces incorporados en las pantallas planas domésticas.

Por su tamaño, estos altavoces realzan los sonidos agudos y apenas reproducen los sonidos graves. Unas escuchas de pequeño tamaño permitirán al técnico de sonido ajustar la ecualización de la mezcla de sonido de acuerdo con los altavoces donde posteriormente se va a reproducir ese sonido.

## 5. Implementación

En el presente capítulo se tratará el conexionado de todos los equipos que se han elegido en el capítulo 4 y que formarán parte de la dotación técnica del nuevo control de realización. Y, por supuesto, se adjuntarán los esquemas de conexiones correspondientes.

### 5.1. Conexionado de equipos

En este apartado y antes de presentar el esquema de conexiones, se recopilarán todas las conexiones de señales de vídeo, audio y datos entre todos los equipos del nuevo control de realización, así como las características del cableado y conectores necesarios.

#### 5.1.1. Conexionado de vídeo

En el nuevo control de realización las señales de vídeo van a ser de naturaleza analógica, como es el caso de la señal de referencia de sincronismos ya sea la señal *Black Burst* o la señal *Tri-Level Sync*, o digital (HD-SDI) en el caso de todas las demás.

Para el conexionado de las señales analógicas de vídeo se utilizará cable coaxial del tipo RG59<sup>39</sup>, también denominado VK95, ideal para aplicaciones de vídeo analógico con una impedancia característica de 75  $\Omega$ . Cada tirada de cable irá terminada en ambos extremos con conectores BNC como el modelo 5008-V<sup>40</sup> de Percon, con una impedancia característica de 75  $\Omega$  y apto para aplicaciones analógicas de ancho de banda de 0 a 1'5 GHz y digitales de hasta 540 Mbps.

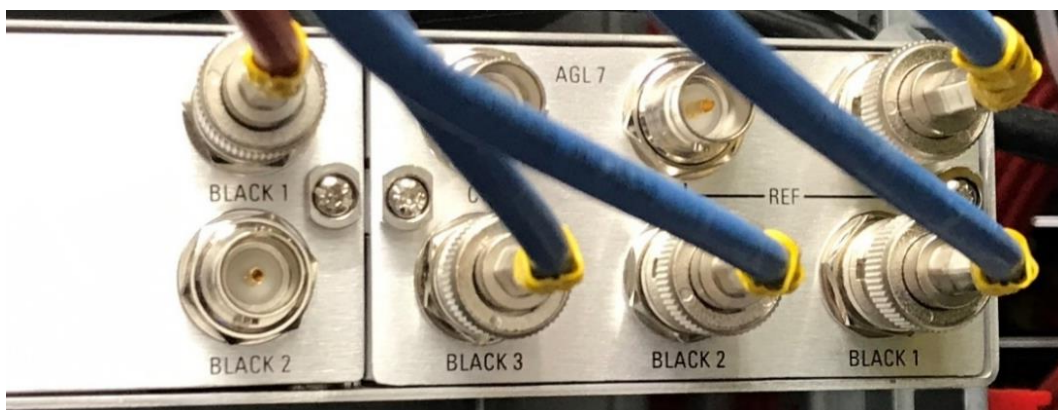


Figura 46: Ejemplo de conexionado de las salidas de la señal Black Burst de un generador de sincronismos (cable coaxial de color azul para vídeo analógico)

Para el conexionado de las señales digitales de vídeo se utilizará cable coaxial del tipo VK50<sup>41</sup>. Ideal para aplicaciones digitales, soporta transmisiones de datos serie (SDI) y formatos de televisión de alta definición (HDTV) según normas SMPTE 259M (SD-SDI a 270 Mbps), ITU-R BT.601 (Vídeo compuesto PAL a 177 Mbps), SMPTE 292M (HD-SDI a 1,5 Gbps), SMPTE 424M (Barrido progresivo HDTV/3G-SDI) y UHD-1/UHD-2.

También se usa en circuitos analógicos críticos, siendo ideal para instalaciones que presentan altos niveles de interferencias (cables de alimentación, transformadores, control electrónico de luces *-dimmers-* o telefonía móvil) debido a la alta profundidad de penetración, su baja impedancia de transferencia y su mínima resistencia en continua ofrecida por su triple apantallamiento (cinta de aluminio/poliéster/aluminio y trenza de cobre estañado al 95% superficial más cinta aluminio/poliéster), que aumenta las reflexiones de los campos eléctricos así como la absorción de los campos magnéticos llegando a más de 130 dB de atenuación frente a señales de naturaleza electromagnética de alta, media y baja frecuencia.

Cada tirada de cable irá terminada en ambos extremos con conectores BNC como el modelo 5017-HDTV/SILVER+<sup>42</sup> de Percon, con una impedancia característica de 75  $\Omega$ , apto para UHD-1/4K y aplicaciones analógicas de ancho de banda de 0 a 6 GHz y digitales de hasta 12 Gbps.



Figura 47: Ejemplo de conexionado de un MicroN (cable coaxial de color rojo para vídeo digital)

A continuación, se muestra una tabla de las conexiones de vídeo detallando el conector de entrada o salida de los equipos de origen y destino junto con una pequeña descripción de la señal que se transmite por esa conexión:

| Origen       |           | Destino      |          | Descripción                    |
|--------------|-----------|--------------|----------|--------------------------------|
| MicroN       | Sync Out  | Distribuidor | Input    | Señal de referencia            |
| Distribuidor | Out 1     | HyperDeck 1  | Ref In   | Señal de referencia            |
| Distribuidor | Out 2     | HyperDeck 2  | Ref In   | Señal de referencia            |
| Distribuidor | Out 3     | HyperDeck 3  | Ref In   | Señal de referencia            |
| Distribuidor | Out 4     | HyperDeck 4  | Ref In   | Señal de referencia            |
| HyperDeck 1  | Ref Out   | Mezclador 1  | Ref In   | Señal de referencia            |
| HyperDeck 2  | Ref Out   | Mezclador 2  | Ref In   | Señal de referencia            |
| HyperDeck 3  | Ref Out   | Mezclador 3  | Ref In   | Señal de referencia            |
| HyperDeck 4  | Ref Out   | Mezclador 4  | Ref In   | Señal de referencia            |
| MicroN       | SDI Out 1 | Mezclador 1  | SDI In 1 | Señal internacional evento 1   |
| MicroN       | SDI Out 2 | Mezclador 2  | SDI In 1 | Señal internacional evento 2   |
| MicroN       | SDI Out 3 | Mezclador 3  | SDI In 1 | Señal internacional evento 3   |
| MicroN       | SDI Out 4 | Mezclador 4  | SDI In 1 | Señal internacional evento 4   |
| HyperDeck 1  | SDI Out A | Mezclador 1  | SDI In 7 | Señal vídeo (fill) reproductor |



| Origen      |                 | Destino           |           | Descripción   |
|-------------|-----------------|-------------------|-----------|---|
| HyperDeck 1 | SDI Out B       | Mezclador 1       | SDI In 8  | Señal vídeo (key) reproductor                                 |
| HyperDeck 2 | SDI Out A       | Mezclador 2       | SDI In 7  | Señal vídeo (fill) reproductor                                |
| HyperDeck 2 | SDI Out B       | Mezclador 2       | SDI In 8  | Señal vídeo (key) reproductor                                 |
| HyperDeck 3 | SDI Out A       | Mezclador 3       | SDI In 7  | Señal vídeo (fill) reproductor                                |
| HyperDeck 3 | SDI Out B       | Mezclador 3       | SDI In 8  | Señal vídeo (key) reproductor                                 |
| HyperDeck 4 | SDI Out A       | Mezclador 4       | SDI In 7  | Señal vídeo (fill) reproductor                                |
| HyperDeck 4 | SDI Out B       | Mezclador 4       | SDI In 8  | Señal vídeo (key) reproductor                                 |
| Mezclador 1 | SDI PGM         | MicroN            | SDI In 1  | Señal personalizada evento 1                                  |
| Mezclador 2 | SDI PGM         | MicroN            | SDI In 2  | Señal personalizada evento 2                                  |
| Mezclador 3 | SDI PGM         | MicroN            | SDI In 3  | Señal personalizada evento 3                                  |
| Mezclador 4 | SDI PGM         | MicroN            | SDI In 4  | Señal personalizada evento 4                                  |
| Mezclador 1 | SDI AUX         | MicroN            | SDI In 7  | Señal a elegir en mezclador 1                                 |
| Mezclador 2 | SDI AUX         | MicroN            | SDI In 8  | Señal a elegir en mezclador 2                                 |
| Mezclador 3 | SDI AUX         | MicroN            | SDI In 9  | Señal a elegir en mezclador 3                                 |
| Mezclador 4 | SDI AUX         | MicroN            | SDI In 10 | Señal a elegir en mezclador 4                                 |
| Mezclador 1 | HDMI Multi View | Monitor 1 Control | HDMI      | Multipantalla realización evento 1                            |
| Mezclador 2 | HDMI Multi View | Monitor 2 Control | HDMI      | Multipantalla realización evento 2                            |
| Mezclador 3 | HDMI Multi View | Monitor 3 Control | HDMI      | Multipantalla realización evento 3                            |
| Mezclador 4 | HDMI Multi View | Monitor 4 Control | HDMI      | Multipantalla realización evento 4                            |
| Mezclador 1 | SDI Out 1       | Monitor Puesto 1  | HDMI      | Señal personalizada para puesto de comentaristas del evento 1 |
| Mezclador 2 | SDI Out 1       | Monitor Puesto 2  | HDMI      | Señal personalizada para puesto de comentaristas del evento 2 |
| Mezclador 3 | SDI Out 1       | Monitor Puesto 3  | HDMI      | Señal personalizada para puesto de comentaristas del evento 3 |
| Mezclador 4 | SDI Out 1       | Monitor Puesto 4  | HDMI      | Señal personalizada para puesto de comentaristas del evento 4 |

Tabla 5: Listado de conexiones de vídeo

### 5.1.2. Conexión de audio

Dentro de todas las conexiones de audio del nuevo control de realización se pueden distinguir tres tipos:

- Audio analógico, entre los micro-cascos de los locutores y las mesas de comentaristas Glensound Inferno, y entre las salidas OMNI de la mesa de mezclas de sonido Yamaha QL5 y las entradas de las escuchas Genelec 8010A.
- Audio digital MADi, entre el MicroN de Riedel y la RMio64-D de Yamaha.
- Audio digital DANTE, entre todos los demás equipos.

Los cables de los micro-cascos de los locutores terminan en un conector macho Jack estéreo de 6'3 mm para los auriculares y un conector Canon o XLR-3 macho para el micrófono que se conectan a los respectivos conectores hembra de las mesas de comentaristas.



Figura 48: Conectores macho Jack 6'3 mm y Canon o XLR-3



Figura 49: Ejemplo de conexión de unos micro-cascos a una mesa de comentarista

Las conexiones entre la mesa de mezclas de sonido y las escuchas se realizarán mediante cable apantallado balanceado para audio analógico como, por ejemplo, el cable AK 2H<sup>43</sup> de Percon. Un extremo irá terminado con conector XLR macho<sup>44</sup> y el otro extremo con conector XLR hembra<sup>45</sup>.



Figura 50: Conectores XLR macho y hembra, respectivamente



Figura 51: Ejemplo de conexión de unas escuchas a las salidas OMNI de una Yamana QL5



Figura 52: Ejemplo de instalación de las escuchas Genelec 8010A con la mesa de mezclas Yamaha QL5

La conexión entre los puertos MADI del MicroN y la RMio64-D se realiza mediante un enlace de fibra óptica. Por otro lado, hablando de conexiones ópticas, la fibra óptica de Control Central se conectará a los puertos LINK del MicroN.



Figura 53: Detalle de los puertos LINK y MADI de un MicroN

El resto de los equipos, que pertenecen a la red DANTE, se conectan mediante cable de 4 pares trenzados de categoría 5e, 6 o 7, terminados en ambos extremos con conectores RJ45. Se instalarán dos *switchs* Gigabit para poder montar dos redes DANTE (primario y secundario) con topología de estrella.



Figura 54: Ejemplo de conexiones DANTE y Ethernet en una Yamaha QL5

Con un PC conectado a la red DANTE se podrá acceder a la configuración de las mesas de comentaristas Glensound Inferno y con el software Dante Controller se podrán establecer las rutas necesarias entre la Yamaha RMio64-D, las mesas de comentaristas Glensound Inferno y la mesa de mezclas Yamaha QL5.

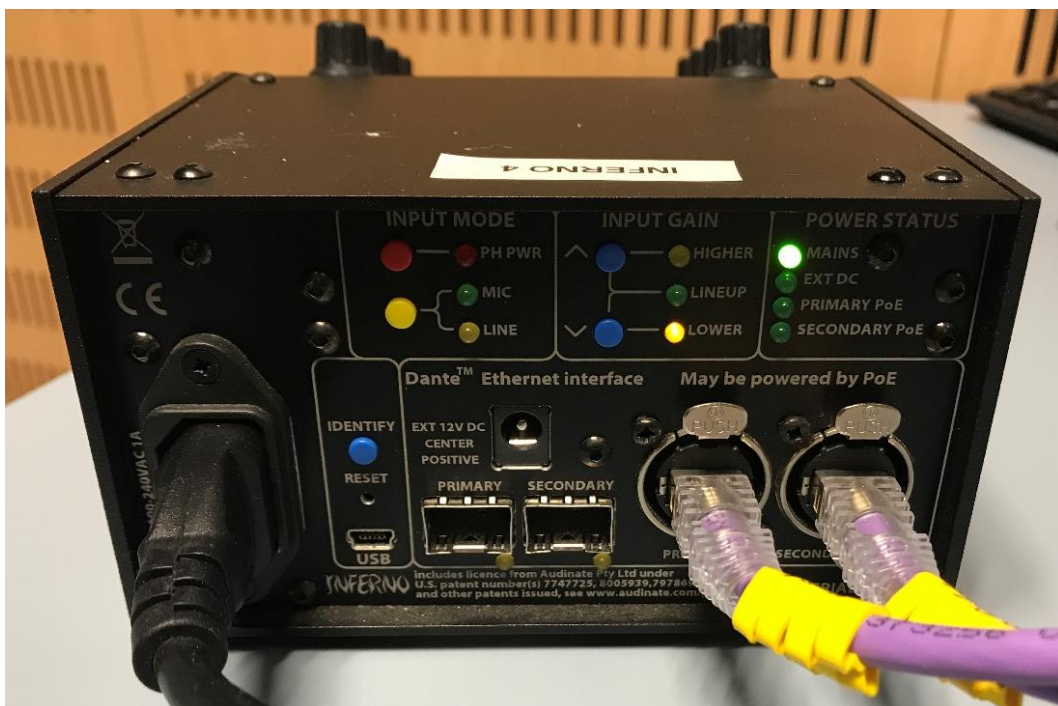


Figura 55: Ejemplo de conexionado de una Glensound Inferno a la red DANTE

### 5.1.3. Conexión de la red Ethernet

Todos los puertos Ethernet de los que dispongan los equipos del nuevo control de realización se conectarán a un tercer *switch*. Con un PC conectado a esta red se podrá acceder a los parámetros de configuración del MicroN, de los mezcladores de vídeo, de los grabadores/reproductores HyperDeck y de la mesa de mezclas de sonido.

También se podrán transferir contenidos multimedia a/desde los reproductores multimedia MP1 y MP2 de los mezcladores de vídeo y a/desde las tarjetas SD de los grabadores/reproductores HyperDeck.

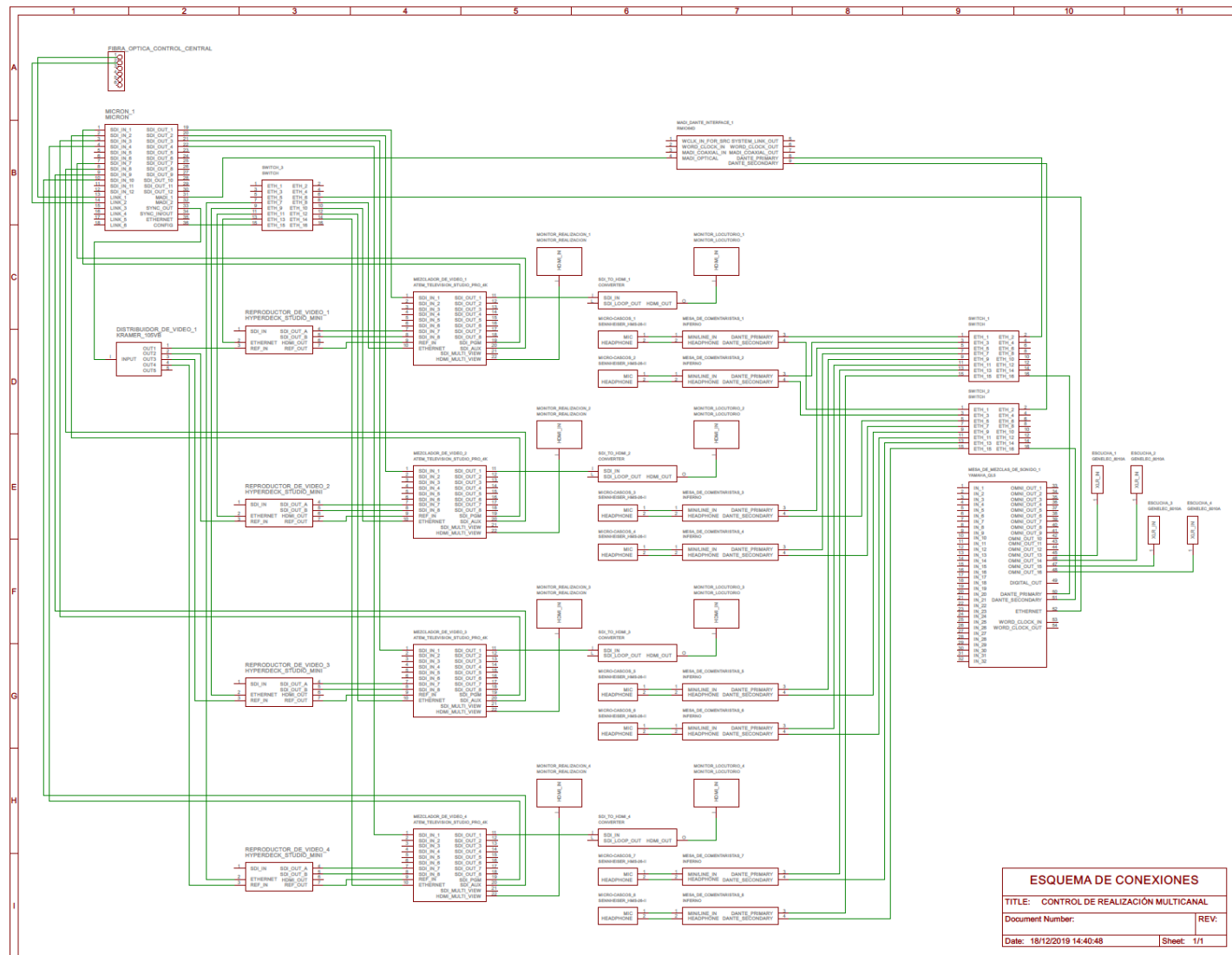


Figura 56: Ejemplo de instalación de 3 switches para redes DANTE primario y secundario y Ethernet (superior, intermedio e inferior respectivamente)

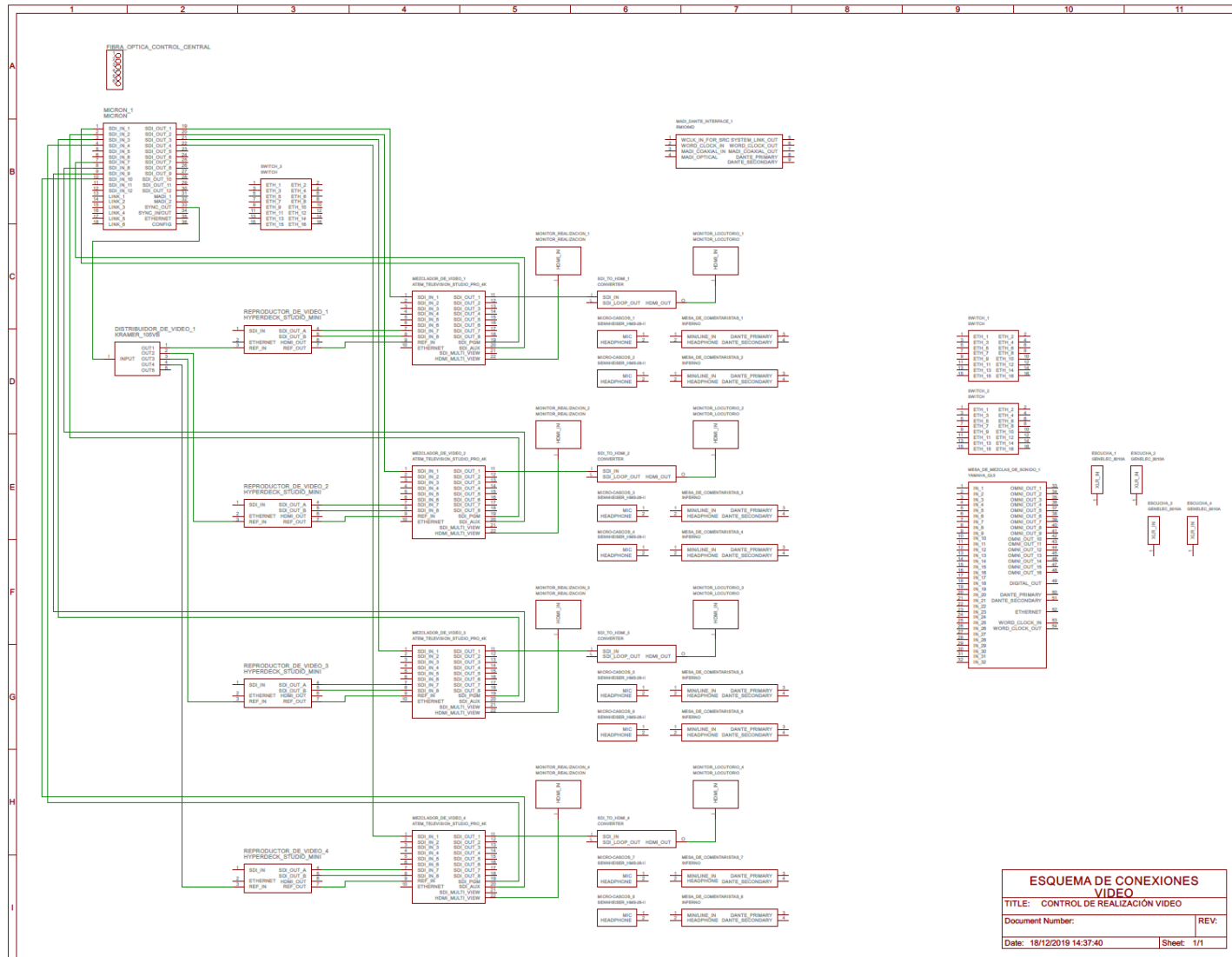
## 5.2. Esquemas de conexiones

A partir de las diversas conexiones que se han ido detallando en el apartado anterior, se ha diseñado un esquema general de conexiones que posteriormente se ha separado en varios esquemas para las señales de vídeo, audio, conexiones de fibra óptica y de la red Ethernet y que se muestran en las siguientes páginas.

### 5.2.1. Esquema completo de conexiones

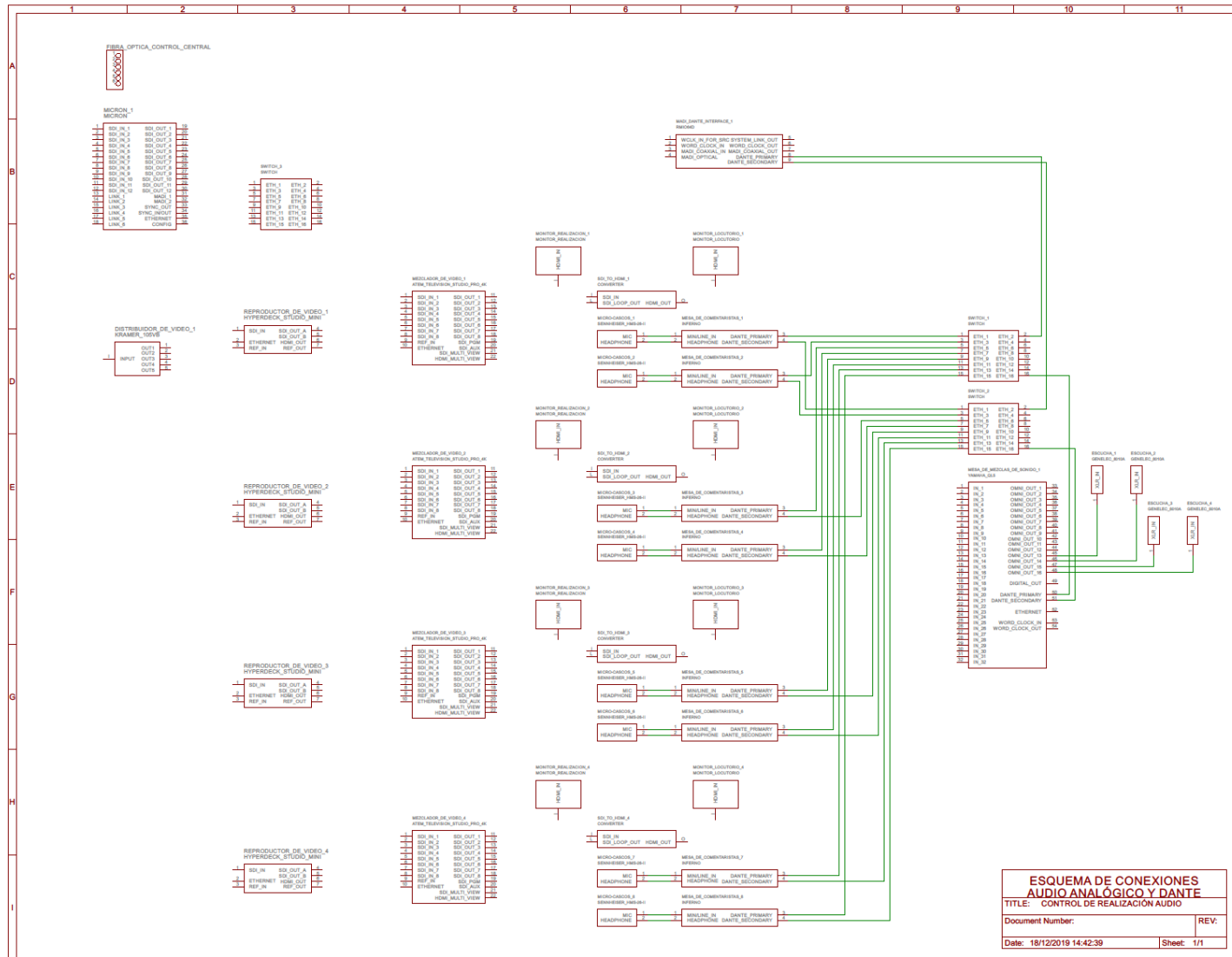


### 5.2.2. Esquema de conexiones de vídeo

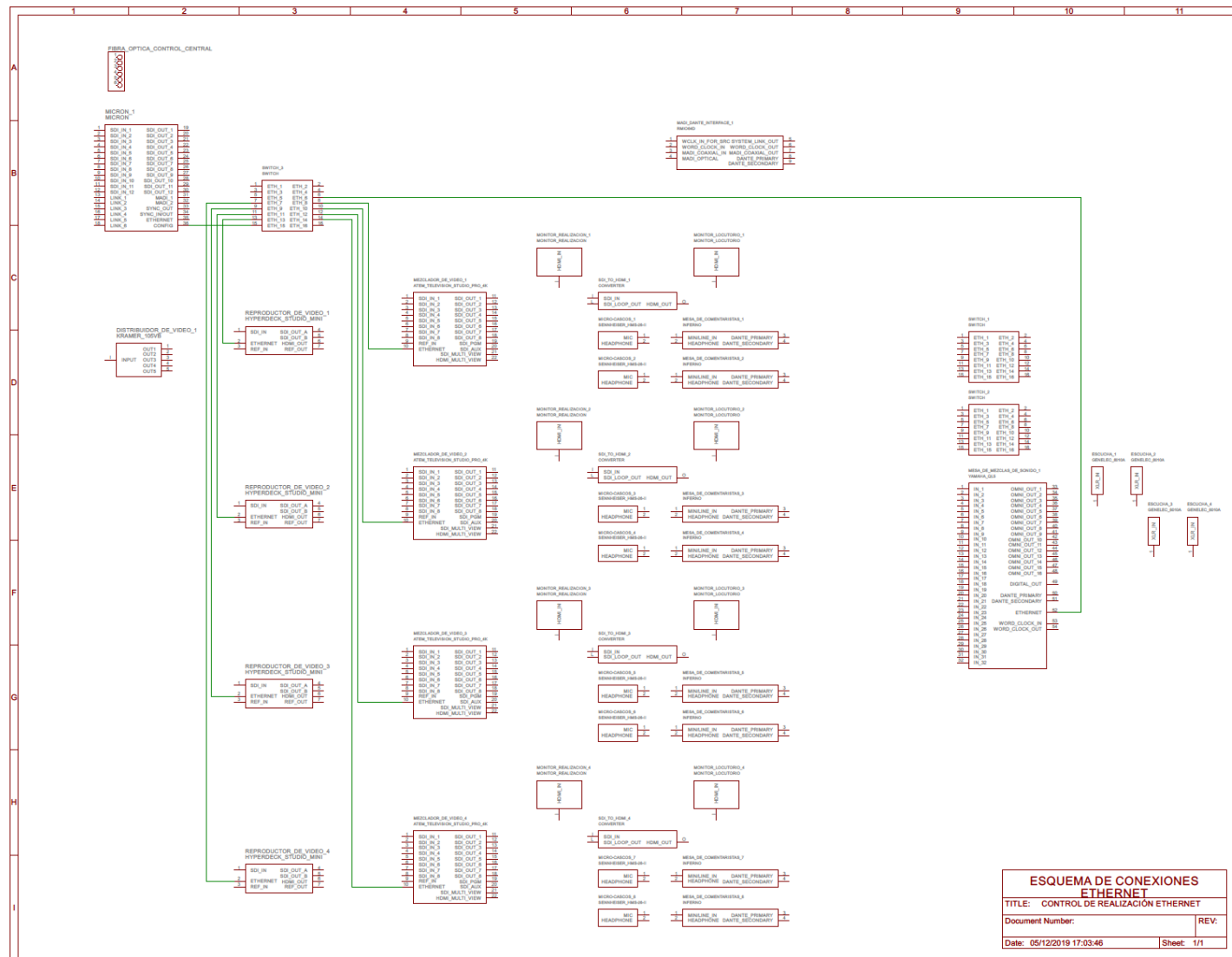




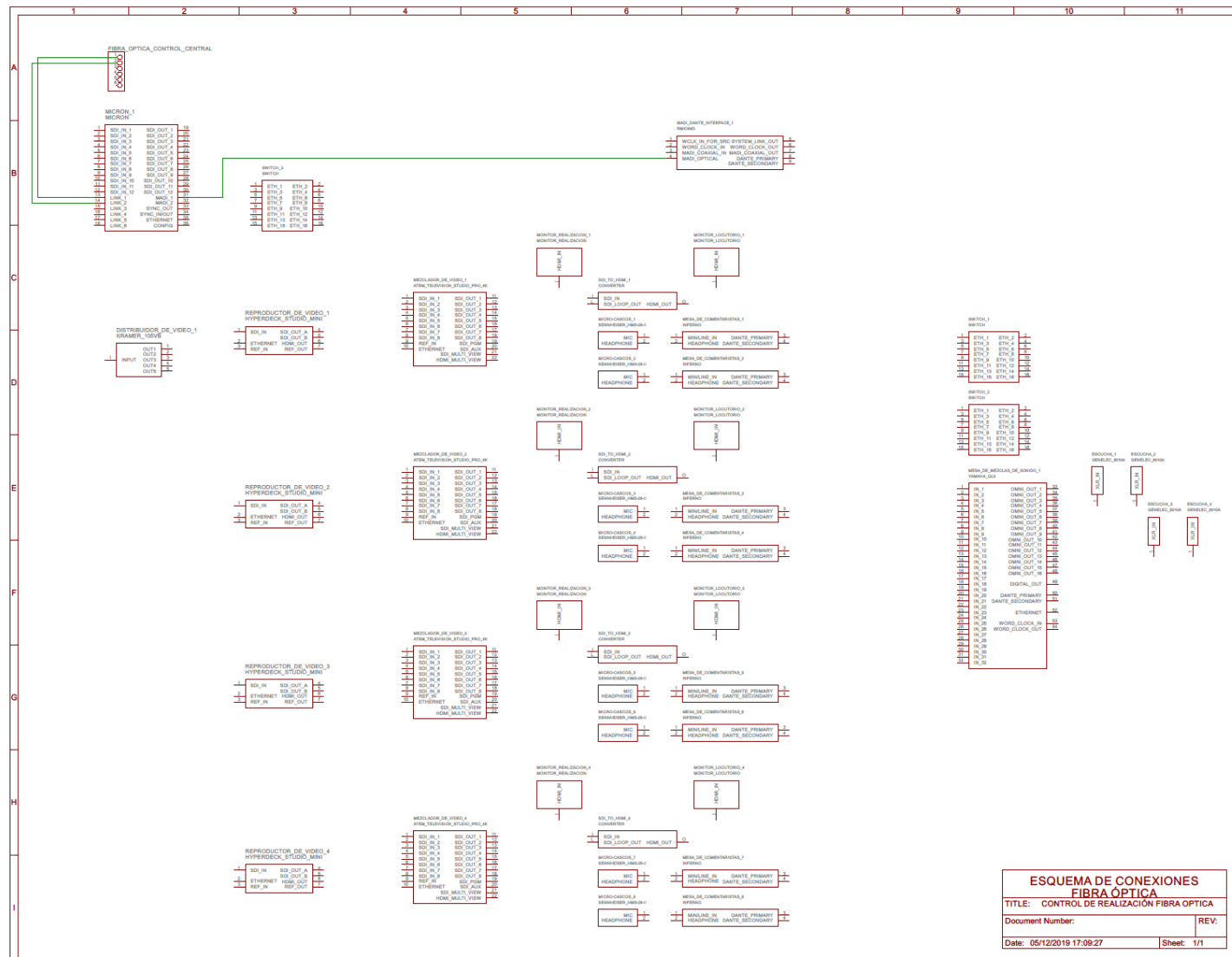
### 5.2.3. Esquema de conexiones de audio analógico y DANTE



### 5.2.4. Esquema de conexiones Ethernet



### 5.2.5. Esquema de conexiones de fibra óptica



## 6. Conclusiones y líneas de futuro

### 6.1. Conclusiones

Se dan por alcanzados los objetivos de esta asignatura ya que se han puesto en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en algunas de las asignaturas que se han cursado a lo largo de los estudios de ese Grado, sobre todo aquellas en las que se impartían contenidos que se han utilizado en este TFG, como son Vídeo, Televisión y Electroacústica.

Se han puesto en práctica las habilidades de comunicación oral y escrita mediante los documentos escritos y la presentación que se ha entregado. Estas habilidades se empezaron trabajando con la asignatura de “Competencia comunicativa para profesionales de las TIC” y se han ido desarrollando a lo largo de todo el Grado.

Se ha llevado a cabo un proyecto en el que se ha vivido en primera persona las cinco fases del ciclo de vida (iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre) y se ha tenido la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura de “Gestión de proyectos”.

También se dan por conseguidos los objetivos marcados para este TFG en concreto. Se ha diseñado un control de realización para la emisión multicanal de eventos deportivos, capaz de personalizar 4 señales internacionales con los vídeos, rótulos y locuciones que exigen las necesidades de producción que marca el cliente. El diseño utiliza las tecnologías existentes en las instalaciones del cliente para ganar en interoperabilidad y no introducir otras tecnologías distintas

El diseño tiene un equipamiento en cuantía y prestaciones acorde a las necesidades de la producción. Puede modificarse fácilmente, como se verá en el apartado 6.2, incorporando más equipos y el cableado necesario sin necesidad de realizar cambios en la infraestructura. Permitiría la reubicación de los equipos, como se verá en el apartado 6.2.2, si el control fuese desmantelado al caer en desuso.

Se ha cumplido con la planificación detallada en el apartado 1.5, sin ser necesario realizar ajustes o cambios de importancia. La metodología prevista en el apartado 1.4 ha sido la ideal, ya que sin conocer las instalaciones del cliente, la dinámica de trabajo y las experiencias vividas a la hora de realizar este tipo de retransmisiones hubiera sido bastante complicado llevar a buen término este TFG.

### 6.2. Líneas de futuro

El diseño, tal y como ha quedado definido, permite mejoras y ampliaciones. Sin añadir ningún equipo más, se podría conectar la entrada SDI de los HyperDecks a cualquiera de las 8 salidas SDI que quedan libres en el MicroN para grabar la señal que se enrutase a través del mismo como, por ejemplo, la señal internacional para poder lanzar posteriormente la repetición de alguna secuencia muy

interesante, o la señal de programa o de *clean-feed*, que se puede enviar a través de la salida AUX del mezclador conectada al MicroN, para su posterior archivo.

Añadiendo ciertos equipos, las posibles ampliaciones se multiplican. En la mesa de mezclas de sonido quedan varios *faders* y 4 buses de mezclas (MIX) libres. De este modo, podríamos añadir 4 micro-cascos y 4 mesas de comentarista para poder tener a 4 comentaristas más. Gracias a las múltiples posibilidades de configuración que ofrece este diseño, no es obligatorio que cada posición de comentarista tenga el mismo número de locutores y comentaristas. A cada evento, en función de su importancia, se le podría asignar más o menos locutores y comentaristas.

En el MicroN, una vez que se implementara la opción de grabación de los HyperDecks, quedarían 4 salidas SDI libres. De este modo, podríamos añadir 2 mezcladores de vídeo y 2 HyperDeck más para poder personalizar dos eventos más. Para este supuesto habría que añadir otro distribuidor de vídeo para las señales de referencia de sincronismo que harían falta. Sin embargo, para generar las 2 señales de audio personalizadas ya sería necesaria otra mesa de mezclas de sonido, dado que no quedaba ningún bus de matriz (MTX) libre.

Como los mezcladores de vídeo tienen 5 de sus 8 entradas libres, podrían conectarse más equipos de vídeo como, por ejemplo, más HyperDecks, alguna tituladora o generador de grafismos, una cámara situada en la posición de comentaristas para presentar a las personas que van a locutar el evento, incluso la señal de una cámara situada en el lugar donde se celebra el evento con el plano de un presentador, etc.

Aunque el diseño tan sólo contemplaba la producción de 4 señales personalizadas, dadas las necesidades del cliente a consecuencia de las condiciones contractuales derivadas de la compra de los derechos de emisión de una determinada competición deportiva, es posible ampliarlo fácilmente añadiendo más equipos, como ya se ha visto, y sin ser necesario realizar cambios en la infraestructura.

### **6.2.1. Otras aplicaciones**

El diseño tampoco está restringido a la emisión de eventos deportivos aunque la idea original del diseño fuera esa. Este control de realización podría utilizarse para realizar cualquier otro tipo de personalización. Por ejemplo, durante la celebración de una cumbre internacional, como la reciente contra el cambio climático, podría utilizarse este control para la emisión de las diferentes señales institucionales de los diferentes grupos de trabajo que se reunieron y utilizar los puestos de comentarista para realizar una traducción simultánea.

Conectando una cámara a cada mezclador de este control, podríamos incrustar en la emisión de un canal de televisión el plano de un intérprete que fuera traduciendo al lenguaje de signos todas las locuciones. De este modo, un operador de difusión con varias licencias de TV como, por ejemplo, TVE, Mediaset o Atresmedia, utilizaría un control como este para añadir el lenguaje de signos a todos sus

canales y emitirlos por internet para el público sordomudo sin “manchar” la imagen que emite por sus canales de TDT.

En programas de género *reality* como Gran Hermano podría utilizarse este control para la emisión a través de varios canales de varias zonas de la casa, por ejemplo, en un mezclador de vídeo se “pincharían” las cámaras de una habitación, en el segundo mezclador las cámaras de otra habitación, en el tercero las cámaras del salón, en el cuarto las del jardín, etc. Las aplicaciones de este diseño son numerosas y variadas, depende de la imaginación que se le pueda dedicar.

### **6.2.2. Reubicación del equipamiento**

Como se comentó en los apartados 1.1.1 y 1.3.1, cabe la posibilidad de que al finalizar el evento para el cual ha sido diseñado este control, el cliente decida desmantelarlo, en el caso de que hubiera decidido adquirir los equipos y no alquilarlos, y reubicarlos. Son varias las posibilidades que se le pueden ofrecer al cliente.

Como se ha visto, los equipos elegidos tienen un tamaño reducido y, por lo tanto, son fáciles de transportar en *flight-cases*, por lo que este tipo de control podría utilizarse para realizar otras personalizaciones en el mismo lugar donde tiene lugar el evento a transmitir como el control de realización “itinerante” mostrado en la Figura 5.

El MicroN podría reubicarse en cualquiera de los controles que el cliente tiene en su centro de producción para aumentar el número de líneas disponibles con su Control Central. El mezclador y los grabadores/reproductores de vídeo también podrían reubicarse en unidades móviles de pequeño tamaño como pueden ser las DSNG (*Digital Satellite News Gathering*) o PEL (Producción Electrónica Ligera).

Los micro-cascos y las mesas de comentarista podrían reubicarse en cualquiera de los locutorios del centro de producción del cliente. La mesa de mezclas de sonido podría reutilizarse en cualquiera de los eventos ocasionales que realiza el cliente no sólo como difusor de televisión sino también como empresa proveedora de servicios a terceros.

## Bibliografía

- [1] **Rodríguez, José Ramón** (2013). [La gestión del proyecto a lo largo del trabajo final](#) (en español). Universitat Oberta de Catalunya. Consultado: 24/10/2019.
- [2] **Mesonero Pujol, Jordi** (2016). [Sala de control técnico](#) (en español). Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya. Consultado: 09/10/2019.
- [3] **Mesonero Pujol, Jordi** (2016). [Mezclador de vídeo](#) (en español). Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya. Consultado: 10/10/2019.
- [4] **Mesonero Pujol, Jordi** (2016). [Audio](#) (en español). Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya. Consultado: 11/10/2019.
- [5] **Vila Deutschbein, Carles** (febrero de 2019). [Electrónica de audio](#) (en español). Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya. Consultado: 14/10/2019.
- [6] **Riedel Communications GmbH** (10 de septiembre de 2019). [Catalog 2019 Autumn](#) (en inglés). Consultado: 15/10/2019.
- [7] **Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación** (2011). [MADI, Multichannel Audio Digital Interface](#) (en español). Universidad Politécnica de Madrid. Consultado: 16/10/2019.
- [8] **García Vicente, Elena** (28 de junio de 2016). [Dante, el protocolo de audio en red](#) (en español). Sonic Network, S.L. Consultado: 17/10/2019.
- [9] **Díaz Álvarez, Marcela** (octubre de 2015). [Diseño del control central de un centro de producción de televisión](#) (en español). Universidad Carlos III de Madrid. Consultado: 06/11/2019.
- [10] **Riedel Communications GmbH**. [Mediornet MetroN](#) (en inglés). Consultado: 06/11/2019.
- [11] **Riedel Communications GmbH**. [Mediornet MetroN Datasheet](#) (en inglés). Consultado: 06/11/2019.
- [12] **Riedel Communications GmbH**. [Mediornet MicroN](#) (en inglés). Consultado: 07/11/2019.
- [13] **Riedel Communications GmbH**. [Mediornet MicroN Datasheet](#) (en inglés). Consultado: 07/11/2019.
- [14] **Riedel Communications GmbH**. [MicroN Multiviewer App](#) (en inglés). Consultado: 07/11/2019.

- [15] Pínanson, S.L. [Audio embebido](#) (en español). Consultado: 07/11/2019.
- [16] Morillas Valverde, Álvaro (septiembre de 2017). [Diseño de la sección de audio de un plató de tv corporativo](#) (en español). Universidad Politécnica de Madrid. Consultado: 08/11/2019.
- [17] Kramer Electronics España, S.L. [105VB](#) (en español). Consultado: 08/11/2019.
- [18] Kramer Electronics España, S.L. [105VB Datasheet](#) (en español). Consultado: 08/11/2019.
- [19] Blackmagic Design Pty Ltd. [ATEM Television Studio](#) (en español). Consultado: 09/11/2019.
- [20] Blackmagic Design Pty Ltd (junio de 2018). [ATEM Television Studio Switchers Installation and Operation Manual](#) (en inglés). Consultado: 09/11/2019.
- [21] Blackmagic Design Pty Ltd. [HyperDeck Studio Mini](#) (en español). Consultado: 10/11/2019.
- [22] Blackmagic Design Pty Ltd (mayo de 2018). [HyperDeck Disk Recorders Installation and Operation Manual](#) (en inglés). Consultado: 10/11/2019.
- [23] Blackmagic Design Pty Ltd. [Blackmagic Micro Converters](#) (en español). Consultado: 10/11/2019.
- [24] Yamaha Corporation. [Serie R \(MADI\) Rack de E/S](#) (en español). Consultado: 12/11/2019.
- [25] Yamaha Corporation. [Ficha de producto RMio64-D](#) (en español). Consultado: 12/11/2019.
- [26] Sennheiser electronic GmbH & Co KG. [Sennheiser HMD 26-II](#) (en inglés). Consultado: 12/11/2019.
- [27] Sennheiser electronic GmbH & Co KG. [Sennheiser HMD 26-II HMDC 26-II HME 26-II HD 26 Pro Instruction manual](#) (en inglés). Consultado: 12/11/2019.
- [28] Glensound electronics Ltd. [Glensound Inferno](#) (en inglés). Consultado: 12/11/2019.
- [29] Glensound electronics Ltd. [Glensound Inferno. Brochure](#) (en inglés). Consultado: 12/11/2019.
- [30] Glensound electronics Ltd. [Glensound Inferno, Dante Network Single User Commentary Box, Product Details](#) (en inglés). Consultado: 12/11/2019.



- [31] **Yamaha Corporation.** [Serie QL: Technical Specification of QL/CL](#) (en inglés). Consultado: 13/11/2019.
- [32] **Yamaha Corporation.** [Serie QL](#) (en español). Consultado: 13/11/2019.
- [33] **Yamaha Corporation.** [Serie QL. Ficha de producto](#) (en español). Consultado: 13/11/2019.
- [34] **Yamaha Corporation.** [QL Series. Brochure](#) (en inglés). Consultado: 13/11/2019.
- [35] **Genelec Oy.** [8010A Studio Monitor](#) (en inglés). Consultado: 14/11/2019.
- [36] **Genelec Oy.** [8010A Studio Monitor. Operating manual](#) (en inglés). Consultado: 14/11/2019.
- [37] **Genelec Oy.** [8010A Studio Monitor. Brochure](#) (en inglés). Consultado: 14/11/2019.
- [38] **Genelec Oy.** [8010A Studio Monitor. Setup guide](#) (en inglés). Consultado: 14/11/2019.
- [39] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Cable Vídeo Percon VK 95 \(RG59\)](#) (en español). Consultado: 29/11/2019.
- [40] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Conector Vídeo Bnc 75 Ohms - Sdi Percon 5008-V](#) (en español). Consultado: 29/11/2019.
- [41] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Cable Vídeo Percon VK 50 Silver +](#) (en español). Consultado: 29/11/2019.
- [42] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Conector Vídeo Bnc 75 Ohms – HDTV Silver + \(UHD-1 / 4K\) Percon 5017-HDTV/Silver+](#) (en español). Consultado: 29/11/2019.
- [43] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Cable Audio Percon Ak 2H](#) (en español). Consultado: 30/11/2019.
- [44] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Conector Audio XLR Neutrik NK-NC X MXX](#) (en español). Consultado: 30/11/2019.
- [45] **Permanyer Griño Connexions, S.L.** [Conector Audio XLR Neutrik NK-NC X FXX](#) (en español). Consultado: 30/11/2019.

# Anexos

## Anexo A: Glosario

**3G-SDI:** 3G-Serial Digital Interface. Formato de vídeo digital a 3 Gbps.

**4K:** Se refiere a una imagen de cine escaneada con un ordenador a una resolución de 4.096 píxeles en horizontal por línea.

**6G-SDI:** 6G-Serial Digital Interface: Estándar de señal de vídeo a 6 Gbps reglado por la norma SMPTE ST2081-1.

**12G-SDI:** 12G-Serial Digital Interface: Estándar de señal de vídeo a 12 Gbps reglado por la norma SMPTE ST2082-1.

**Anillo:** Una red conectada en cadena con ambos extremos conectados, formando un anillo. A diferencia de la conexión en cadena, un anillo que puede transmitir los datos en ambas direcciones tiene la redundancia ya integrada: en caso de fallo, todos los dispositivos permanecen conectados.

**BMP:** *BitMap*. Mapa de bits. Formato que, aunque teóricamente permite la compresión, normalmente almacena la información sin aplicarle ningún tratamiento. Guarda los valores de cada píxel de izquierda a derecha, comenzando por la línea inferior de la imagen para acabar en la esquina superior derecha.

**Canal alfa:** Es una imagen en escala de grises, del mismo tamaño de la capa, que representa su transparencia. En cada píxel, el nivel de gris (un valor entre 0 y 255) representa el valor alfa del píxel. Un canal alfa puede marcar áreas de la capa para que aparezcan parcialmente transparentes.

**DANTE:** *Digital Audio Network Through Ethernet*. Es un protocolo de audio digital en red que utiliza *switchs* de 1 Gbps y cable de red de categoría 5e, 6 o 7. Puede trabajar con 512 canales de entrada y 512 canales de salida con una resolución de 24 bits y una frecuencia de muestreo de 48 kHz.

**Daisy chain:** Conexión en cadena. Método de conexión de dispositivos. En caso de fallo en el dispositivo, el sistema se divide en dos.

**DSNG:** *Digital Satellite News Gathering*. Es un vehículo equipado con una antena parabólica y un sistema de comunicaciones diseñado para la transmisión de contenidos audiovisuales en directo vía satélite.

**Estrella:** La topología de red más utilizada. El centro de la estrella puede estar diseñado con *switches* de alta potencia de procesamiento, mientras que los extremos de una red en estrella pueden diseñarse con menos potencia de procesamiento. “Estrella de estrellas” o estructuras “en árbol” son también variantes comunes de esta topología.

**Ethernet:** El protocolo de red más utilizado del mundo, estandarizado por el Institute of Electrical and Electronics Engineers como estándar IEEE802.3.

**Fibra óptica:** Medio utilizado para transportar la información utilizando la luz. Existen los modos de fibra unimodo y multimodo. Las fibras pueden gestionar flujos de información de gran ancho de banda y tener una longitud de varios kilómetros.

**FTP:** *File Transfer Protocol*. Protocolo de transferencia de archivos. Por medio de programas que usan este protocolo, se permite la conexión entre dos ordenadores y se pueden cargar y descargar archivos entre el cliente y el *host* (servidor).

**GIF:** *Graphic Interchange Format*. Formato de Intercambio Gráfico. Este formato soporta hasta 256 colores (8 bits). Simplifica las imágenes buscando las secuencias repetidas en los datos. Se utiliza principalmente para imágenes con áreas de color sólido. Soporta transparencias y entrelazado, ocupa muy poco y no proporciona demasiada calidad.

**Gigabit:** Mil millones de bits (1.000.000.000 de bits; Gb). Un enlace gigabit puede transportar un gigabit de información por segundo, un volumen de datos 10 veces superior al de los enlaces 100Mb (100 Megabits por segundo, también conocido como Ethernet rápido).

**HD-SDI:** High Definition-Serial Digital Interface: Estándar de señal de vídeo de Alta Definición reglado por la norma SMPTE 292M.

**HDMI:** *High Definition Multimedia Interface*. Interfaz Digital de Alta Definición. Es una norma de conexión de vídeo digital utilizada en televisores HD, reproductores Blu-ray, proyectores, etc. Se trata de una puerta al ingreso digital de audio y vídeo por un solo cable.

**Jack:** Es un conector para aplicaciones generales de audio para señal balanceada.

**JPEG:** *Joint Photographic Experts Group*. Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía. Es uno de los algoritmos que proporciona el mayor grado de compresión en la imagen. Son muy adecuados para fotografías escaneadas. Al comprimirlos se pierde algo de información, pero la pérdida suele ser imperceptible para el ojo humano. Se almacenan 24 bits por píxel y no admiten transparencia ni animación. El JPEG permite que las fotografías tengan un nivel de calidad más alto que el GIF.

**Latencia:** El tiempo que transcurre desde que el dispositivo de envío emite el paquete de información hasta que el dispositivo de destino lo recibe.

**MADI:** *Multichannel Audio Digital Interface*. Interfaz multicanal de audio digital. Es un estándar profesional de transmisión de datos para señales de audio digital de 64 canales en un solo cable. El protocolo MADI está documentado en el estándar AES10-2003.

**MediorNet:** es una red de transporte en tiempo real para vídeo, audio, datos y comunicaciones que utiliza enlaces de fibra óptica de 10 Gbps.

**Multicast:** El estándar Ethernet 802.3 permite enviar información como paquetes *multicast* a varios dispositivos de una red. La información puede obtenerse desde cualquier lugar de la red.

**PNG:** *Portable Network Graphics*. Gráficos de Red Portátiles. Es uno de los formatos recomendados para la web. El formato PNG es flexible, portable, no provoca pérdida de la calidad y comprime de una forma muy efectiva las imágenes.

**Puente:** Dispositivo de red que se utiliza para conectar redes entre sí. Los puentes trabajan con direcciones MAC e ignoran las direcciones IP. Para conectar redes a nivel de direcciones IP es necesario un *router*.

**Redundancia:** Se llama así al diseño de redes con funcionalidad adicional para recuperarse de los fallos del sistema.

**SD-SDI:** *Standard Definition-Serial Digital Interface*. Señal de vídeo de Definición Estándar reglado por la norma SMPTE ST 259:2008.

**SFP:** *Small Form-factor Pluggable*. Transceptor pequeño de factor y forma conectable. Es un transceptor compacto y conectable en caliente utilizado para las aplicaciones de comunicaciones de datos y telecomunicaciones. Están diseñados para soportar Sonet, canal de Fibra, Gigabit Ethernet y otros estándares de comunicaciones.

**Streaming:** Transmisión, secuenciación multimedia. Conjunto de estrategias y tecnologías que permiten reproducir una secuencia de vídeo o sonido mientras se descarga con una conexión de Internet. Esto quiere decir que, en lugar de reproducir un fichero almacenado en el disco duro, se trabaja sobre el que tiene el servidor de origen.

**Switch:** Dispositivo de red que conecta componentes. Los *switches* son concentradores inteligentes que envían los paquetes entrantes solo a los puertos conectados a la dirección de destino del paquete.

**Topología:** La forma con que los dispositivos de red están conectados en una red. Las estructuras básicas son: anillo, conexión en cadena, estrella y árbol.

**TDT:** Televisión Digital Terrestre. Es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión para luego transmitirla por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas UHF convencionales.

**TIFF:** *Tagged Image File Format*. Formato de Archivo de Imágenes con Etiquetas. Pueden almacenar imágenes con un número arbitrario de bits por píxel. Es un formato compatible con múltiples plataformas (MS-DOS, Windows, Macintosh, Unix, etc.) y que utiliza opcionalmente diferentes formatos de compresión (RLE, LZW, CCITT 3 y 4). Para la representación de los colores trabaja, en función de los requisitos de la imagen, con profundidades cromáticas que varían desde 1 hasta 24 bits.

**TGA:** es un formato de archivo que soporta 8, 16, 24 o 32 bits por píxel y una compresión RLE opcional. Se desarrolló originalmente por la compañía Truevision. "TGA" son las siglas de Truevision Graphics Adapter y "TARGA" son las siglas de Truevision Advanced Raster Graphics Adapter.

**Triax:** El cable de vídeo Triax o Triaxial se usa para interconectar cámaras de vídeo profesionales con sus equipos.

**Unicast:** El estándar Ethernet 802.3, que permite enviar información solo a un dispositivo específico de una red. Puesto que los paquetes transmitidos solo utilizan el ancho de banda de subida de los puertos y cables situados en la ruta desde el transmisor hasta el receptor, la red puede admitir más conexiones en comparación con *multicast*.

**UHD-1:** Es un formato de imagen que queda definido según la norma ITU-R BT.2020 y la SMPTE ST 2036-1 y que tiene una resolución de imagen de 3840x2160 píxeles.

**UHD-2:** Es un formato de imagen que queda definido según la norma ITU-R BT.2020 y la SMPTE ST 2036-1 y que tiene una resolución de imagen de 7680x4320 píxeles.

**USB:** *Universal Serial Bus*. Bus Serie Universal. USB es un bus externo compatible con instalaciones Plug and Play.

**Word clock:** Es una señal para sincronización basada en la frecuencia de muestreo o la velocidad a la que cada muestra es enviada a través de una conexión digital.

**XLR-3:** Es un conector balanceado para señal de audio de 3 pines con: Señal Positiva, Señal Retorno y Tierra.

## **Anexo B: Entregables del proyecto**

- esquema\_conexiones\_completo.pdf. Plano en el que se detallan todas las conexiones entre todos los equipos del diseño del nuevo control de realización. También se ha incorporado en la memoria en su apartado 5.2.1.
- esquema\_conexiones\_video.pdf. Plano en el que se detallan únicamente las conexiones de vídeo entre los equipos del diseño del nuevo control de realización. También se ha incorporado en la memoria en su apartado 5.2.2.
- esquema\_conexiones\_audio.pdf. Plano en el que se detallan únicamente las conexiones de audio analógico y DANTE entre los equipos del diseño del nuevo control de realización. También se ha incorporado en la memoria en su apartado 5.2.3.
- esquema\_conexiones\_ethernet.pdf. Plano en el que se detallan únicamente las conexiones de la red Ethernet entre los equipos del diseño del nuevo control de realización. También se ha incorporado en la memoria en su apartado 5.2.4.
- esquema\_conexiones\_fibra.pdf. Plano en el que se detallan únicamente las conexiones de fibra óptica entre los equipos del diseño del nuevo control de realización. También se ha incorporado en la memoria en su apartado 5.2.5.