

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sist. de Telecomunicación)



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Diseño e instalación del sistema de sonorización sobre cableado estructurado del Bioparc”

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:
Vicente Ponce Moreno

Director/es:
D. Jaime Lloret Mauri

GANDIA, 2012

Agradecimientos

Als meus pares, per la seva infinita paciència.

Vicent Ponce Moreno

Mayo 2012

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos	3
1.3	Precedentes del proyecto.....	4
1.4	Estructura del proyecto	7
2	Protocolos de audio digital en red.....	9
2.1	Introducción.....	9
2.2	Transporte de audio en redes digitales.....	10
2.3	Redes y protocolos Ethernet.....	12
2.3.1	Introducción.....	12
2.3.2	VLAN (Virtual Local Area Network)	14
2.3.3	Agregación de enlaces (Link Agregación)	14
2.3.4	Trunking.....	14
2.3.5	Spanning Tree (Árbol de expansión).....	15
2.4	Topologías de red	15
2.4.1	P2P (Peer to Peer).....	16
2.4.2	Conexión en cadena (Daisy chain)	16
2.4.3	Anillo	17
2.4.4	Estrella	18
2.5	Tecnologías de audio en red.....	19
2.6	Cobranet	21
2.6.1	Características de funcionamiento.....	21
2.6.2	Estructura física de Cobranet	22
2.6.3	Modelo de capas Cobranet.....	23
2.6.4	Formato de la trama Cobranet.....	24
2.6.5	Tecnología Cobranet.....	26
2.6.6	Hardware Cobranet.....	27
2.6.7	Software Cobranet	29
2.6.8	Ventajas de la tecnología Cobranet	29
2.7	Ethersound.....	31
2.7.1	Hardware Ethersound.....	32
2.7.2	Formato de la trama Ethersound.....	33

2.7.3	Ethersound versión 1	35
2.7.4	Ethersound versión 2	36
2.7.5	Ethersound ES-100	38
2.7.6	Integración Ethersound ES-100 en una red.....	40
2.7.7	Direccionamiento Ethersound ES-100.....	41
2.7.8	Direccionamiento independiente del orden.....	42
2.7.9	Ajustes en anillo de Ethersound ES-100.....	43
2.7.10	Redundancia en Ethersound.....	44
2.7.11	Latencia en redes Ethersound.....	44
2.7.12	Software Ethersound.....	46
2.7.13	Ventajas de la tecnología Ethersound.....	47
3	Equipamiento del sistema de sonorización del Bioparc.....	48
3.1	Introducción.....	48
3.2	Definición de Procesador Digital de Señal (DSP).....	49
3.3	Procesador digital de señal (DSP), Symnet 8x8 Express Cobra	49
3.3.1	Especificaciones	49
3.3.2	Hardware	50
3.3.3	Software Symnet Designer.....	51
3.4	Transmisor/receptor Ethersound Netcira MS-88.....	52
3.5	Tarjeta de entradas/salidas bidireccional Netcira I/O-2C	53
3.6	Receptor Ethersound Netcira ES2-PRO	54
3.7	Controlador de red Labgruppen NLB-60.....	55
3.8	Etapa de potencia Labgruppen Serie C.....	57
3.9	Reproductor digital de mensajes Alcorn McBride AM-4.....	58
3.10	Touch panel PC Axiomtek GOT-5100T	60
3.11	Caja acústica Tannoy DI-5T	61
4	Distribución de zonas, topología física e interconexión de sistemas.....	63
4.1	Definición de las zonas del Bioparc a sonorizar.....	63
4.2	Ubicación del equipamiento de audio.....	65
4.2.1	Equipamiento instalado en las ubicaciones.....	67
4.3	Direccionamiento y asignación de VLAN	70
4.4	Topología de red Ethernet	73
4.5	Red Cobranet Bioparc.....	75
4.6	Topología de la red Cobranet	78

4.7	Red Ethersound Bioparc	79
4.8	Topología de la red Ethersound.....	81
4.9	Interconexión de las redes Cobranet y Ethersound.....	82
4.10	Integración del sistema reproductor de mensajes	83
4.11	Integración del sistema de control de amplificadores	84
4.12	Diagrama general RACK #1 (Oficinas)	85
4.13	Diagrama general RACK #2 (Anfiteatro)	86
4.14	Diagrama general RACK #3 al #8	87
4.15	Asignación de entradas / salidas analógicas en los DSP	88
4.16	Distribución y cableado de las líneas de megafonía	90
5	Programación y configuración de los DSP.....	97
5.1	Programación de los DSP con Symnet Designer.....	97
5.2	Programación de los DSP del Bioparc.....	100
5.2.1	Programación DSP #1 (Oficinas)	102
5.2.2	Programación DSP #2 (Anfiteatro)	111
6	Software de gestión y control del sistema	114
6.1	Creación del interface de control con Symnet Designer.....	114
6.2	Organización jerárquica del menú de control.....	117
6.3	Pantallas de control del sistema.....	118
6.4	Exportación de las pantallas de control por medio de Symvue.....	122
6.4.1	Protocolo de control externo y asignación de identificador.....	123
6.4.2	Exportación del sistema de control.....	125
6.5	Monitorización y control de los amplificadores.....	128
6.6	Gestión del sistema de reproducción de mensajes.....	131
6.6.1	Configuración de listas de reproducción.....	132
6.6.2	Reproducción programada de mensajes de audio.....	133
7	Presupuesto económico del sistema de sonorización del Bioparc	134
7.1	Presupuesto económico	134
8	Conclusiones	138
8.1	Cumplimiento del objetivo.....	138
8.2	Conclusiones sobre el proyecto	140
8.3	Problemas encontrados y soluciones aportadas.....	141
8.4	Aportaciones personales.....	143
8.5	Futuras líneas de trabajo.....	144

8.5.1	Sonorización de la zona Kitum.....	144
8.5.2	Conexionado al sistema de sonorización de las zonas del parking, y plaza de acceso exterior al Bioparc	146
8.5.3	Integración de todos los sistemas en un único interfaz de control	148
9	Referencias y bibliografía complementaria.....	150
9.1	Referencias	150
9.2	Bibliografía complementaria.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. ESTRUCTURA DE LA TRAMA ISOCRÓNICA	11
FIGURA 2.2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN	13
FIGURA 2.3. TOPOLOGÍA P2P (MADI)	16
FIGURA 2.4. TOPOLOGÍA CONEXIÓN EN CADENA.....	17
FIGURA 2.5. TOPOLOGÍA EN ANILLO.....	17
FIGURA 2.6. TOPOLOGÍA EN ESTRELLA	18
FIGURA 2.7. ARQUITECTURA COBRANET	22
FIGURA 2.8. MODELO DE CAPAS DE COBRANET – ETHERNET.....	23
FIGURA 2.9. PILA DE PROTOCOLOS TCP/IP - COBRANET.....	23
FIGURA 2.10. TRAMA “BEAT” DE COBRANET.....	24
FIGURA 2.11. TRAMA DE DATOS ISÓCRONOS	24
FIGURA 2.12. TRANSMISIÓN ISÓCRONA.....	25
FIGURA 2.13. ARQUITECTURA DEL CIRCUITO INTEGRADO CM-1	27
FIGURA 2.14. ARQUITECTURA TARJETA COBRANET CM-2.....	28
FIGURA 2.15. COBRACAD Y COBRANET DISCOVERY	29
FIGURA 2.16. ESQUEMA TÍPICO ETHERSOUND	32
FIGURA 2.17. ARQUITECTURA ETHERSOUND	32
FIGURA 2.18. TRAMA ETHERSOUND	34
FIGURA 2.19. CARGA ÚTIL, TRAMA ETHERSOUND	34
FIGURA 2.20. SINCRONIZACIÓN TRAMAS ETHERSOUND.....	35
FIGURA 2.21. MASTER ETHERSOUND	35
FIGURA 2.22. SLAVE ETHERSOUND	36
FIGURA 2.23. ETHERSOUND UPSTREAM/DOWNSTREAM	37
FIGURA 2.24. DISPOSITIVO LOOPBACK ETHERSOUND	37
FIGURA 2.25. PRIMARY MASTER ETHERSOUND	38
FIGURA 2.26. CONEXIÓN EN CADENA BIDIRECCIONAL.....	38
FIGURA 2.27. CONEXIÓN EN ANILLO REDUNDANTE Y ANILLO REDUNDANTE INTEGRADO	39

FIGURA 2.28. CONEXIÓN EN ESTRELLA	39
FIGURA 2.29. SISTEMA INTEGRADO ES-100 DEPENDIENTE DEL ORDEN	40
FIGURA 2.30. SISTEMA INTEGRADO ES100 INDEPENDIENTE DEL ORDEN	41
FIGURA 2.31. INSERCIÓN EN A Y EXTRACCIÓN EN B	42
FIGURA 2.32. EXTRACCIÓN CANAL VACIO	42
FIGURA 2.33. DIRECCIONAMIENTO INDEPENDIENTE DEL ORDEN.....	43
FIGURA 2.34. ANILLO ES-100 EN UNA CONEXIÓN EN CADENA INTEGRADA.....	44
FIGURA 2.35. LATENCIA RED ETHERSOUND	45
FIGURA 2.36. CÁLCULO LATENCIA RED ETHERSOUND	45
FIGURA 2.37. CAPTURA PANTALLA ES-MONITOR (1).....	46
FIGURA 2.38. CAPTURA PANTALLA ES-MONITOR (2).....	47
FIGURA 3.1. SYMNET 8X8 EXPRESS COBRA.....	50
FIGURA 3.2. SYMNET DESIGNER 10.0.....	51
FIGURA 3.3. BASTIDOR MS-88 CON TARJETA BIDIRECCIONAL IO-2C.....	52
FIGURA 3.5. TARJETA BIDIRECCIONAL ETHERSOUND I/O 2C	53
FIGURA 3.4. NETCIRA MS-88 CONTROLADO POR SOFTWARE	53
FIGURA 3.6. RECEPTOR ETHERSOUND (SLAVE) NETCIRA ES2-PRO	54
FIGURA 3.7. NETCIRA ES2-PRO CONTROLADO POR SOFTWARE.....	54
FIGURA 3.8. CONTROLADOR DE RED LABGRUPPEN NLB-60	55
FIGURA 3.9. CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL CONTROLADOR NLB-60	56
FIGURA 3.10. MÚLTIPLES CONTROLADORES CONECTADOS A UN ÚNICO PC.....	56
FIGURA 3.11. ETAPA DE POTENCIA LABGRUPPEN SERIE C	57
FIGURA 3.12. ESQUEMA DE BLOQUES Y POSIBILIDADES DE CONFIGURACIÓN	58
FIGURA 3.13. REPRODUCTOR DE MENSAJES ALCORN MCBRIDE AM-4	58
FIGURA 3.14. SOFTWARE DE GESTIÓN DEL REPRODUCTOR DIGITAL	59
FIGURA 3.15. TOUCH PANEL PC AXIOMTEK 5100T.....	60
FIGURA 3.16. CAJA ACÚSTICA TANNOY DI-5T	61
FIGURA 3.17. RESPUESTA EN FRECUENCIA (ON-AXIS).....	62
FIGURA 3.18. RESPUESTA EN FRECUENCIA (OFF-AXIS)	62
FIGURA 3.19. DIAGRAMA POLAR 1/3 OCTAVA (HORIZONTAL / VERTICAL).....	62

FIGURA 4.1. SECTORIZACIÓN ZONAS BIOPARC (PARQUE)	64
FIGURA 4.2. SECTORIZACIÓN ZONAS BIOPARC (ACCESO ZOOLOGICO)	64
FIGURA 4.3. UBICACIÓN RACKS BIOPARC (PARQUE)	66
FIGURA 4.4. UBICACIÓN RACKS BIOPARC (ACCESO)	66
FIGURA 4.5. TOPOLOGÍA DE RED ETHERNET	73
FIGURA 4.6. CONFIGURACIÓN DE LA LATENCIA	77
FIGURA 4.7. ASIGNACIÓN BUNDLES.....	77
FIGURA 4.8. TOPOLOGÍA DE RED COBRANET	78
FIGURA 4.9. ESTRUCTURA TRAMA ETHERSOUND	79
FIGURA 4.10. TOPOLOGÍA DE LA RED ETHERSOUND	81
FIGURA 4.11. INTERCONEXIÓN REDES COBRANET / ETHERSOUND	82
FIGURA 4.12. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA REPRODUCTOR DE MENSAJES.....	83
FIGURA 4.13. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE AMPLIFICADORES	84
FIGURA 4.14. DIAGRAMA GENERAL RACK #1 (OFICINAS)	85
FIGURA 4.15. DIAGRAMA GENERAL RACK #2 (ANFITEATRO).....	86
FIGURA 4.16. DIAGRAMA GENERAL RACK #3 AL #8	87
FIGURA 4.17. BELDEN 46381NH.....	90
FIGURA 4.18. CABLEADO AL <i>TRESBOLILLO</i>	92
FIGURA 4.19. INTERCONEXIÓN Y POTENCIA TOTAL.....	92
FIGURA 5.1. ENTORNO DE TRABAJO SYMNET DESIGNER	98
FIGURA 5.2. ESQUEMA GENERAL PROGRAMACIÓN DSP'S (SYMNET DESIGNER).....	99
FIGURA 5.3. ASIGNACIÓN DIRECCIÓN IP (DSP #1).....	101
FIGURA 5.4. ESQUEMA GENERAL DSP #1 (OFICINAS).....	102
FIGURA 5.5. PROGRAMACIÓN DSP #1 (OFICINAS)	103
FIGURA 5.6. MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS	103
FIGURA 5.7. PROGRAMACIÓN SELECTOR DE FUENTES	104
FIGURA 5.8. DETALLE SELECTOR DE FUENTES.....	104
FIGURA 5.9. SÚPER MÓDULO DE AVISOS Y EMERGENCIAS	105
FIGURA 5.10. EJEMPLO DUCKER.....	106
FIGURA 5.11. DETALLE PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DEL DUCKER	106

FIGURA 5.12. SELECCIÓN DE ZONAS (MENSAJES PREGRABADOS)	106
FIGURA 5.13. SELECCIÓN Y PRIORIDAD (AVISOS MICRÓFONO)	107
FIGURA 5.14. CONFIGURACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE COMANDOS RS-232	107
FIGURA 5.15. SÚPER MÓDULO PARA LA ACTIVACIÓN DE MENSAJES PREGRABADOS DE EXPLOTACIÓN.....	108
FIGURA 5.16. SÚPER MÓDULO PARA LA ACTIVACIÓN DE MENSAJES DE EMERGENCIA ..	109
FIGURA 5.17. BUNDLES DE TRANSMISIÓN RECEPCIÓN COBRANET	110
FIGURA 5.18. COBRANET BUNDLE MANAGER	110
FIGURA 5.19. ESQUEMA GENERAL DSP #2 (ANFITEATRO).....	111
FIGURA 5.20. CONMUTACIÓN ENTRE MODOS DE FUNCIONAMIENTO	112
FIGURA 5.21. CONTROL DE VOLUMEN	112
FIGURA 5.22. PROGRAMACIÓN DSP #2 (ANFITEATRO)	113
FIGURA 6.1. ASOCIACIÓN DE ELEMENTOS A PANTALLAS DE CONTROL	114
FIGURA 6.2. PROPIEDADES DEL ELEMENTO DE CONTROL.....	115
FIGURA 6.3. ASIGNACIÓN DE LOS NIVELES DE PRIVILEGIO PARA ACCESO A LAS PANTALLAS DE CONTROL	116
FIGURA 6.4. DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE PRIVILEGIO DE USUARIOS	116
FIGURA 6.5. ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA DEL MENÚ DE CONTROL.....	117
FIGURA 6.6. PANTALLA DE INICIO	118
FIGURA 6.7. PANTALLA DE SELECCIÓN DE FUENTES	119
FIGURA 6.8. PANTALLA AVISOS MICRÓFONO	119
FIGURA 6.9. PANTALLA MENSAJES PREGRABADOS	120
FIGURA 6.10. PANTALLA DE ACTIVACIÓN DE MENSAJES PREGRABADOS	120
FIGURA 6.11. PANTALLA DE ACTIVACIÓN MENSAJES DE EMERGENCIA	121
FIGURA 6.12. PANTALLA DE CONTROL DEL ANFITEATRO	121
FIGURA 6.13. PANTALLA DE ECUALIZACIÓN MICRÓFONO	122
FIGURA 6.14. ASIGNACIÓN DEL IDENTIFICADOR DE CONTROL.....	124
FIGURA 6.15. SELECCIÓN DE LAS PANTALLAS A EXPORTAR	125
FIGURA 6.16. CONFIGURACIÓN PARÁMETROS DE SEGURIDAD	126
FIGURA 6.17. FINALIZACIÓN PROCESO DE EXPORTACIÓN	126
FIGURA 6.18. PANTALLA DE ACCESO (SYMVUE)	127

FIGURA 6.19. ACCESO CONDICIONAL AL CONTROL DEL ANFITEATRO (SYMVUE)	127
FIGURA 6.20. PROGRAMACIÓN RED NOMADLINK BIOPARC (DEVICE CONTROL 2.1.0)	128
FIGURA 6.21. AGRUPACIÓN DE CANALES POR SUBREDES Y GRUPOS	129
FIGURA 6.22. INDICADORES DE AVISOS Y FALLOS DEL SISTEMA	129
FIGURA 6.23. CONFIGURACIÓN DIP SWITCHES (DEVICE CONTROL)	130
FIGURA 6.24. MONITORIZACIÓN INDIVIDUAL DE CANALES.....	130
FIGURA 6.25. DIGITAL MEDIA MANAGER	131
FIGURA 6.26. CONFIGURACIÓN LISTA DE REPRODUCCIÓN (PLAYLISTBUILDER).....	132
FIGURA 6.27. REPRODUCCIÓN PROGRAMADA (SCHEDULEBUILDER).....	133
FIGURA 8.1. ESQUEMA GENERAL ZONA KITUM	145
FIGURA 8.2. INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE LAS ZONAS DE ACCESO EXTERIOR Y PARKING.....	147
FIGURA 8.3. INTEGRACIÓN DE SISTEMAS MEDIANTE CONTROLADOR CRESTÓN AV-2....	149

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. TECNOLOGÍAS DE AUDIO EN RED	20
TABLA 2.2. CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN DE CANALES POR BUNDLE EN FUNCIÓN DE LA LATENCIA	26
TABLA 4.1. DEFINICIÓN ZONAS MEGAFONÍA BIOPARC.....	63
TABLA 4.2. UBICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE AUDIO	65
TABLA 4.3. EQUIPAMIENTO RACK 1 (OFICINAS)	67
TABLA 4.4. EQUIPAMIENTO RACK 2 (ANFITEATRO)	68
TABLA 4.5. EQUIPAMIENTO RACK 3 (ACCESO ZOOLOGICO).....	68
TABLA 4.6. EQUIPAMIENTO RACK 4 (CUARTO DE SERVICIO 1).....	68
TABLA 4.7. EQUIPAMIENTO RACK 5 (SALA DE FILTRACIÓN)	69
TABLA 4.8. EQUIPAMIENTO RACK 6 (CUARTO DE SERVICIO 2).....	69
TABLA 4.9. EQUIPAMIENTO RACK 7 (CUARTO DE SERVICIO 3).....	69
TABLA 4.10. EQUIPAMIENTO RACK 8 (CUARTO DE SERVICIO 4).....	70
TABLA 4.11. ASIGNACIÓN DE VLAN'S	70
TABLA 4.12. DIRECCIONAMIENTO IP.....	71

TABLA 4.13. ASIGNACIÓN BUNDLE /CANALES RACK 1 → RACK 2.....	76
TABLA 4.14. ASIGNACIÓN BUNDLE /CANALES RACK 2 → RACK 1.....	76
TABLA 4.15. ASIGNACIÓN DE CANALES ETHERSOUND	80
TABLA 4.16. ENTRADAS ANALÓGICAS DSP #1.....	88
TABLA 4.17. SALIDAS ANALÓGICAS DSP #1	88
TABLA 4.18. ENTRADAS ANALÓGICAS DSP #2.....	89
TABLA 4.19. SALIDAS ANALÓGICAS DSP #2.....	89
TABLA 4.20. RELACIÓN DE LA SECCIÓN CON LA IMPEDANCIA Y LAS PÉRDIDAS	91
TABLA 4.21. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA EXPLOTACIÓN	93
TABLA 4.22. LÍNEA MEGAFONÍA ZONA JUEGOS / PARRILLA	94
TABLA 4.23. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA JUEGOS / PARRILLA	94
TABLA 4.24. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA MADAGASCAR.....	94
TABLA 4.25. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA HIENAS.....	95
TABLA 4.26. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA LEONES	95
TABLA 4.27. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA GORILAS	95
TABLA 4.28. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA SABANA	96
TABLA 4.29. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA BOSQUE ECUATORIAL	96
TABLA 4.30. LÍNEAS MEGAFONÍA ZONA ANFITEATRO	96
TABLA 5.1. IDENTIFICADOR HARDWARE DSP'S.....	101
TABLA 7.1. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE SONORIZACIÓN DEL BIOPARC.....	137
TABLA 8.1. EQUIPAMIENTO ZONA KITUM.....	144
TABLA 8.2. ASIGNACIÓN NUEVOS CANALES ETHERSOUND.....	146

1 Introducción

1.1 Motivación

Bioparc es un zoológico de nueva generación inaugurado en Febrero de 2008, situado en la ciudad de Valencia, en el Parque de Cabecera en el antiguo cauce del río Turia. [1]

En su primera fase (está prevista una segunda fase) abarca una extensión aproximada de unos 100.000 m² donde se pretende recrear los diferentes hábitats del continente Africano.

En el presente proyecto abordaremos el diseño e instalación del sistema de sonorización del Bioparc, el cual pretende ofrecer cobertura y servicio a toda el área de pública concurrencia.

A la hora de enfrentarnos al reto de diseñar un sistema de estas características debemos tener presente cuales son los principales propósitos que debe cumplir el sistema de sonorización a nivel de cometido funcional.

Principalmente debe servir como una herramienta que permita una comunicación inmediata con todas las personas que se encuentren dentro del perímetro del zoológico y así facilitar en caso de emergencia la recepción clara y sin ambigüedades de las instrucciones necesarias por parte del personal autorizado.

Como segundo propósito debe potenciar la explotación de los servicios que ofrece el zoológico permitiendo gestionar cada una de las zonas de sonorización de una forma independiente.

La gestión y control del sistema de sonorización debe permitir una interacción simple e intuitiva por parte del personal autorizado en función de su nivel de privilegios.

Por último el sistema debe proporcionar una monitorización en tiempo real del estado de los elementos críticos de la instalación para asegurar así una alta disponibilidad del sistema.

Una vez definidos los principales objetivos funcionales del sistema, se realizará una breve introducción a la solución tecnológica adoptada para poder lograrlos según las necesidades mencionadas anteriormente.

En la actualidad la tecnología digital y las redes de cableado estructurado permiten que sobre un mismo medio físico ya sea cobre o fibra óptica se puedan implementar varios servicios simultáneamente como pueden ser voz, datos, audio, video, etc..., lo cual conlleva varias ventajas como son el ahorro en cableado, la gestión centralizada, simplificación en el mantenimiento de la red que soporta todos estos servicios, y la capacidad de escalabilidad de la red para dar cabida a nuevos servicios.

La red de cableado estructurado del Bioparc fue diseñada con la premisa que permitiese soportar los servicios de Telefonía IP, datos, TPV's, audio multicanal, y CCTV (Circuito Cerrado de Televisión).

En consecuencia la finalidad principal del proyecto será la de utilizar una infraestructura común ya desplegada, para sobre ella implementar un nuevo servicio que permita la transmisión/recepción de varios canales de audio en tiempo real, datos de control del sistema, etc...

Teniendo en cuenta esta premisa, a la hora de diseñar un sistema de sonorización para un área tan extensa y las características de esta, se presenta inviable el diseño de un sistema centralizado en un único punto que proporcione servicio a todas las instalaciones por lo que se optará por un diseño descentralizado, lo cual implicará necesariamente establecer varios canales de comunicación entre todos sus nodos distribuidos.

Para dicha comunicación se utilizará la red de cableado estructurado desplegada en el Bioparc, bien en forma de fibra óptica o cable UTP Cat.6 (Unshielded Twisted Pair).

Los dispositivos encargados de la interconexión entre los diferentes nodos serán conmutadores gestionables de Capa 2 (modelo de referencia OSI), comúnmente conocidos como switches cuyas características y configuración se verán en capítulos posteriores.

Entre los diferentes nodos deberán transmitirse tanto las señales de audio, como los datos de control del sistema.

Para la transmisión de audio multicanal en tiempo real se utilizarán dos protocolos de transmisión a Nivel de Enlace de Datos (Capa 2), Ethersound [2], y Cobranet [3], los cuales cada uno con sus características propias permitirán la transmisión en su configuración básica de hasta 64 canales de audio sin comprimir en tiempo real. La tecnología subyacente de cada uno de los protocolos se analizará posteriormente detalladamente.

Cada uno de estos nodos permitirá por tanto la recepción y transmisión (sólo en algunos de ellos) de los canales de audio, la gestión de control del sistema, y la amplificación de potencia para sonorizar por medio de los transductores acústicos la zona en cuestión.

Se definirá también el hardware necesario para poder implementar el sistema, como son los dispositivos de transmisión/recepción de audio multicanal sobre la Red de Área Local (RAL), así como de los DSP (Procesadores Digitales de Señal) encargados de la gestión, control, y enrutamiento de los canales de audio.

Se detallarán las características del hardware que permite la monitorización de los amplificadores de potencia, el cual nos proporcionará información en tiempo real del estado tanto del amplificador como de las líneas de megafonía asociadas a él.

Por último se especificará el software necesario para la programación, gestión, configuración y ajuste de todos subsistemas que permitirán el correcto funcionamiento de las instalaciones, como puede ser el software de programación de los DSP, el cual nos proporcionará una herramienta muy útil para poder crear un interface de administración y control a medida de las necesidades del zoológico, o como el software para la configuración de los transmisores/receptores de audio multicanal, o el de monitorización y control de las etapas de potencia, además del de gestión del sistema de mensajes pregrabados.

1.2 Objetivos

Como se mencionaba en el apartado anterior el principal objetivo que se pretende conseguir con este proyecto es diseñar un sistema de sonorización en el que utilizando la infraestructura de cableado estructurado desplegada en el Bioparc que en un principio únicamente estaría destinada para su uso con fines informáticos permita la implementación de un nuevo servicio como es la transmisión/recepción de señales de audio con una latencia (retardo) prácticamente despreciable que en gran parte es debida a la conversión A/D-D/A y a los dispositivos de conmutación presentes en la red de cableado estructurado que en este caso forman una red de área local.

Para ello se definirán los protocolos de transmisión/recepción de audio multicanal utilizados sobre redes de área local (LAN), cuáles son sus fundamentos, la tecnología involucrada, sus características más relevantes, las ventajas que aportan, etc...

Se determinará la topología física necesaria para la interconexión de los diferentes nodos que integrarán el sistema, tipo de medio físico empleado (fibra, cobre,...), electrónica de red indispensable para ello, número de nodos, número de zonas a sonorizar.

Otro objetivo importante será definir el impacto sobre la red de área local que tiene el empleo de los protocolos de transmisión/recepción de audio, como afecta su uso al tráfico de datos convencional, que precauciones se deben adoptar, cuáles son los requisitos a cumplir por la red de cableado estructurado para correcta implementación de estos protocolos y asegurar una completa compatibilidad con los dispositivos de conmutación que en último extremo van a ser los responsables de la comunicación entre los diferentes nodos que compondrán el sistema de sonorización.

Como cuarto objetivo que se pretende alcanzar en este proyecto será el de lograr que aunque el diseño del sistema se basará en una topología física descentralizada, la gestión y control de todos los nodos involucrados se asemeje a una topología lógica centralizada, es decir que desde cualquier punto de la red de área local del Bioparc, con un único PC sea posible el control y monitorización de todos los parámetros del sistema.

El siguiente objetivo será el de realizar la programación y configuración de los DSP (procesadores digitales de señal), los cuales van a ser el centro neurálgico encargados de dotar de inteligencia al sistema. La programación permitirá establecer las prioridades entre los diferentes tipos de mensajes (emergencias, explotación, sonido ambiente, etc...), enrutamiento, selección de zonas, control de volumen, ecualización, etc...

A continuación se tratará de diseñar un interface que permita el control del sistema de sonorización por parte del personal autorizado. Dicho interface deberá ser lo más intuitivo y manejable posible. Estará basado en perfiles de usuario los cuales en función del nivel de privilegio tendrán más o menos posibilidades de interacción con él.

Como último objetivo se integrará en el interface de control el sistema automático de gestión/reproducción de mensajes pregrabados, que permitirá la difusión de estos mensajes bien manualmente o vía programación horaria.

1.3 Precedentes del proyecto

A finales de los años 90's empezaron a desarrollarse varios protocolos de red que combinaban soportes físicos y soportes lógicos compatibles con redes Ethernet para distribuir audio digital en tiempo real y sin comprimir, gestionando libremente múltiples canales de audio desde cualquier ubicación de la cadena de sonido hasta cualquier punto de destino de esta.

Debido a que este tipo de protocolos no comprimen la información de audio, transmiten y reciben exactamente lo mismo en cada punto, lo cual significa que el sistema no afecta a la calidad del audio que viaja por éste, no aporta ninguna distorsión en el proceso de transmisión y conserva las propiedades de transmisión intactas.

Estos protocolos fueron diseñados para ser usados en instalaciones de audio a gran escala como estadios, aeropuertos, parques de atracciones, recintos para presentaciones en vivo, etc..., es decir para aplicaciones en las que un gran número de canales de audio deben ser transmitidos a lo largo de distancias relativamente largas, con varios puntos de partida de la señal para múltiples puntos de llegada.

Su primera aplicación práctica fue la puesta en marcha del hilo musical del parque temático Animal Kingdom en Estados Unidos aunque la velocidad máxima de transmisión era de 10 Mb/s de punto a punto y un número de canales limitado.

Posteriormente estos protocolos fueron mejorados consiguiendo una capacidad de envío de señal de hasta 64 canales por conexión Ethernet.

En el caso concreto de Cobranet su lanzamiento definitivo al mercado del audio digital tuvo lugar durante el descanso de la trigésimo primera edición de la Super Bowl en el año 1997.

Ethersound se mostró por primera vez en la convención IBC de Amsterdam en 2001. La versión 1.0 se desarrolló para utilizarse en conexiones de una vía de una consola de mezcla a un controlador de altavoces, utilizando un único y asequible cable CAT. 5. Esta nueva tecnología se aplicó por primera vez en un acontecimiento en

directo a gran escala en Septiembre de 2003 por el departamento de refuerzo de sonido de Radio France durante una interpretación de la ópera Carmen.

Estas tecnologías han ido consolidándose hasta tal punto que en la actualidad es impensable abordar un proyecto que por su envergadura implique la transmisión de varios canales de audio simultáneamente en tiempo real sin tener en cuenta cualquiera de las alternativas de transmisión de audio multicanal sobre redes Ethernet presentes hoy en el mercado.

Al ahorro evidente en cantidad de cableado, complejidad, y económico se une la separación física y funcional que aportan estas tecnologías, es decir una vez se haya distribuido el cableado, modificar la topología lógica de la instalación únicamente requerirá modificar la programación de los dispositivos de entrada y salida de señal.

La escalabilidad es otra de las ventajas que ofrecen este tipo de tecnologías ya que para añadir un nuevo punto de entrada/salida de señal al sistema, únicamente se precisa un punto de red disponible.

Llegados a este punto, a la hora de plantearse el proyecto de sonorización del Bioparc sobre la red de cableado estructurado, se ha tenido en cuenta la experiencia acumulada en varios proyectos de estas características en las que la empresa de la que formo parte ha participado en la elaboración del proyecto, ejecución y puesta en marcha.

Como pueden ser el diseño e instalación de los sistemas de audio y vídeo del Centro de Eventos de Feria Valencia [4], el cual dispone de un sistema de audio multicanal que utiliza el protocolo Cobranet sobre una red Ethernet dedicada para gestionar el audio de dos auditorios, dos salones de actos, cinco salas de conferencias, cinco salas de reuniones y tres salas multimedia.

También el Hotel Westin Valencia que incorpora un sistema con el protocolo Ethersound para la transmisión de canales de audio entre sus salones de banquetes, salas de reuniones, y megafonía del hotel.

La Terminal Regional del Aeropuerto de Valencia en el que se instalaron y programaron dos DSP's con puertos Cobranet para intercomunicar los sistemas de megafonía de la antigua terminal y la Nueva Terminal Regional.

A esto hay que sumarle la numerosa documentación disponible sobre instalaciones con las características del proyecto que nos atañe que nos puede dar una idea bastante exacta de cuáles pueden ser los requerimientos mínimos que debe cumplir un proyecto de esta envergadura.

A modo de ejemplo señalar, el que seguramente será mayor sistema de audio sobre Ethernet en España que es el Sistema de Megafonía de la Terminal T4 del Aeropuerto de Barajas [5], el cual está soportado sobre la red multiservicio de la terminal T4 y utiliza el protocolo Cobranet.

Otros ejemplos que puede servir de guía son estos enlaces sobre en dimensionamiento de sistemas de audio en parques de atracciones, que guarda bastante relación con el proyecto que nos atañe [6], [7].

Por otro lado, hasta la fecha de ejecución del proyecto de sonorización sobre la red de cableado estructurado del Bioparc, en la Universidad Politécnica de Valencia, se han realizado varios proyectos cuya finalidad principal era la transmisión de audio/vídeo digital empleando como base para dicha transmisión redes de área local, internet o redes conmutadas de paquetes.

A continuación se detallan los proyectos más destacados:

- “Sistema De Distribución De Audio Y Vídeo Usando Par Trenzado”, realizado por Ladislao Tamayo Cubilla en el año 2003, dirigido por José Joaquín Rieta Ibañez.
- “Analysis And Evaluation Of Audio And Video Streaming Over Ip Networks”, realizado por Luis Puchades Rincón De Arellano en el año 2003, dirigido por Vicente Ortuño Molins.
- “Sistema De Transmision De Audio En Tiempo Real Sobre Red De Área Local Con Protocolo Cdma/Csma”, realizado por Alexandre Nadal Juan en el año 1996, dirigido por Manuel Tomás Valero.
- “Transmisión De Audio Y Video En Tiempo Real A Través De Internet”, realizado por María Sagrario Ramírez Velado en el año 2002, dirigido por Manuel Agustí Melchor.
- “Software De Comunicación Audiovisual Para Redes Locales”, realizado por Abel Sáez Incertis en el año 2006, dirigido por Varios Directores.
- “Transmission Of Digital Audio With Improved Sound Quality For Hearing Aid Applications”, realizado por Antonio Ángel Asís López en el año 2001, dirigido por Ramón Miralles Ricós.
- “Transmisión De Radio Y Televisión Digital Por Redes Telefónicas Actuales”, realizado por Javier Gimenez Campos en el año 2005, dirigido por Fernando Boronat Seguí.

1.4 Estructura del proyecto

Acto seguido se especificará a modo de breve resumen los contenidos de los capítulos en los que se estructurará este proyecto.

En el Capítulo 2 se procederá a realizar una explicación en profundidad de los dos protocolos de red utilizados en este proyecto (Cobranet, Ethersound), que permiten la transmisión/recepción de audio multicanal sobre una red Ethernet. Qué son, cómo funcionan, cuáles son sus características más importantes, cuáles son sus ventajas, cuáles sus desventajas.

Se estudiarán las diferentes topologías que admiten cada uno de los protocolos, y los requisitos que debe cumplir la red y los dispositivos asociados a ella para una correcta implementación y funcionamiento.

El Capítulo 3 abordará todo lo relacionado con el hardware necesario para el adecuado dimensionamiento del sistema de sonorización.

Se enumerarán las características técnicas de los DSP, se profundizará en su arquitectura, en sus prestaciones, cómo se programan, cuáles son sus posibilidades de interconexión con otros dispositivos, etc...

También se estudiarán tanto los dispositivos de transmisión como los de recepción de audio multicanal, el sistema de gestión/reproducción de mensajes pregrabados, el hardware que permite la supervisión de las etapas de potencia, las propias etapas de potencia y las pantallas táctiles que permiten la interacción con el usuario.

En el Capítulo 4 se verá como está distribuido el Bioparc a nivel de zonas y en función de estas, cuál será la topología física del sistema. Ello nos permitirá determinar el número de nodos necesarios para garantizar una cobertura total del área de pública concurrencia.

Una vez determinadas el número de zonas necesarias en el Capítulo 5 se procederá a realizar la programación de los DSP que serán los encargados de la gestión, procesamiento, enrutamiento, ecualización, prioridades, etc... de todos los canales de entrada y salida del sistema. La programación se realizará mediante una aplicación suministrada por el fabricante del hardware llamada Symnet Designer.

En el Capítulo 6 crearemos el entorno de control del sistema que nos permitirá a través de varias pantallas gráficas seleccionables por medio de un menú en pantalla tener el control de los parámetros que permiten la gestión a nivel de audio del sistema. Podrá haber varios interfaces de control simultáneamente interactuando sobre un mismo DSP, incluso se podrá configurar si se tienen los permisos necesarios del administrador de la red para poder tener el control remoto del sistema a través de la WAN (Red de Área Extensa).

En el Capítulo 7 se evaluará aspecto económico de la ejecución del proyecto de sonorización del Bioparc. Se elaborará un presupuesto en función del coste tanto material como humano que representa la ejecución del proyecto.

El Capítulo 8 servirá para establecer las conclusiones del proyecto, si se han logrado los objetivos previstos al inicio del proyecto y cuál ha sido el camino para lograrlo.

Se repasarán los problemas encontrados a lo largo de la elaboración de este proyecto y como se han solventado.

Se propondrán posibles mejoras que permitan aumentar las prestaciones del sistema de sonorización.

Por último se intentará explicar lo que ha supuesto a nivel personal la elaboración de este proyecto.

2 Protocolos de audio digital en red

2.1 Introducción

Los sistemas de audio multicanal están presentes ampliamente en estudios de televisión y radio, eventos audiovisuales masivos, estudios de grabación y grandes espacios públicos donde se requiere establecer zonas específicas de sonorización.

La forma tradicional de distribuir audio multicanal, se realizaba mediante el uso de cables multifilares de cobre blindados e internamente agrupado en tres líneas, junto con robustos conectores que soporten la alta densidad de líneas. Esto permitía el envío de audio balanceado unidireccional, caracterizado por su buena inmunidad al ruido en distancias inferiores a 150 metros.

Las desventajas de éste sistema van desde: el costo elevado del cable multifilar proporcional a la distancia, al número de canales y al blindaje. La inmunidad al ruido del cable que depende de factores propios, como la agrupación estratégica de los conductores y factores externos como la humedad y la temperatura.

Junto a lo anterior, es necesario destacar la poca capacidad que tienen estos sistemas para cambiar su topología o realizar copias de canales específicos.

Gracias al desarrollo tecnológico actual, y en particular al aumento de las velocidades de funcionamiento de los sistemas electrónicos, es posible digitalizar canales de audio analógicos y enviarlos a gran velocidad por redes digitales ya implementadas, sin deteriorar la calidad de la señal.

Esto permite una nueva visión de los sistemas de audio multicanal, donde el proceso de tratamiento de la señal es más complejo, pero las prestaciones son mejores.

El método actual de transporte de audio pasa por la codificación y decodificación digital de la señal analógica, para poder transportar esta información de un lugar remoto a otro.

La primera etapa del sistema consiste en acondicionar la señal analógica para que llegue en buenas condiciones a los conversores analógico-digital (ADC), esta señal optimizada será inyectada a los ADC, haciéndolos trabajar a full scale (FS) para no perder información, luego esto debe ser transportado a los controladores de red que crearán las futuras tramas que viajarán por las redes que llevarán las señales a destino, para luego ser decodificadas por conversores digital-analógicos (DAC) y restauradas como señales analógicas. Cumpliendo el propósito del transporte de la señal.

Ante esta nueva forma de transporte, es posible observar los beneficios: como lo es la flexibilidad del redireccionamiento de canales, la simplicidad de copiar o distribuir canales de audio, debido a la filosofía de redes digitales que toma éste sistema, la reducción del material requerido por el sistema proporcionalmente a las distancias de uso, la escalabilidad del sistema en la medida que el ancho de banda de la red lo permita, el control y monitorización de las señales de audio y el costo de implementación en relación directa de los canales y la distancia del sistema de canalización de audio.

Cabe destacar que estos sistemas presentan desventajas relacionadas con la incompatibilidad entre protocolos que actualmente disputan el dominio de las redes digitales de audio, como pueden ser Peak audio con la creación de su sistema Cobranet y Digigram con su protocolo Ethersound, donde ambos ofrecen prestaciones similares y diferencias en sus topologías.

2.2 Transporte de audio en redes digitales

Numerosos métodos han sido utilizados para transportar audio digital, todos ellos utilizan estándares propietarios e incompatibles.

Los últimos intentos usan la plataforma IEEE 802.3 Ethernet Protocol [8], son incompatibles a nivel de transporte y aplicación, no así en las capas más bajas del sistema OSI [9], pudiendo utilizar: routers, conversores de medios, switches, cables CATV, fibra óptica, entre otros productos orientados a las redes Ethernet.

Cada dispositivo de audio en red compatible con Ethernet, como por ejemplo los dispositivos CobraNet y EtherSound, tiene una NIC integrada para poder enviar y recibir información en una red Ethernet. Los protocolos de audio utilizan la capa de dirección MAC para enviar y recibir los datos. Puesto que las direcciones MAC son únicas, los dispositivos funcionarán en cualquier red Ethernet del mundo.

La diferencia fundamental entre el transporte de datos digitales y audio digital, se plantea en la definición de una red determinística, más que aleatoria. Es necesario recomponer los datos de audio en un tiempo mínimo para mantener inalterada la señal de audio. La transmisión de audio digital se puede clasificar en tres tipos, según la forma de enviar los paquetes de información: transmisión asíncrona, síncrona e isocrónica.

La transmisión asíncrona se caracteriza por la definición de un servidor y varios clientes, los cuales solicitan o reciben información aleatoria al servidor. Para la implementación adecuada de éste sistema se deben considerar robustos sistemas electrónicos de almacenamiento de datos de los equipos definidos como clientes, para reordenar las numerosas tramas de información, que no necesariamente llegan en orden correlativo. Este método permite usar la red con datos complementarios de control y monitorización, pero presenta un alto grado de latencia y una dependencia a las interrupciones del servicio dependiendo del grado de ocupación de la red.

Un segundo método utilizado para la transmisión de audio por redes digitales es el síncrono: donde uno de los equipos toma el control de un reloj de sincronización y todos los demás se adaptan a esa señal, intercambiando información específica de audio.

Este método es altamente dependiente del conocimiento adelantado del tipo de dato que se desea transmitir, utilizándose en sistemas dedicados.

Debido a su alta especificidad, los costos de implementación de éste tipo de sistemas suelen ser elevados.

El tercer método utilizado es el transporte isocrónico [10], que se basa en acuerdos mutuos de funcionamiento, entre un nodo actuando como servidor y otro como cliente. Este acuerdo especifica: disponibilidad de ancho de banda, latencia en las comunicaciones y posibles variaciones a esta latencia. La clave del correcto funcionamiento de éste método, radica en emular un medio de transporte síncrono mediante la distribución de un reloj de sincronismo común, en forma de paquete denominado beat packet. Los datos originales de audio transmitidos, son particionados en paquetes digitales, insertándoles una marca de tiempo antes de ser enviados, cada 1.33 ms. En la recepción, los paquetes de información son revisados en sus marcas de tiempo, para determinar su orden, recomponiendo de manera correcta la cadena de datos originales. La señal de reloj o beat packet, se envía en forma de paquetes de alta prioridad y los tiempos de llegada de cada paquete, son asegurados por el acuerdo de funcionamiento isocrónico, posibilitando un flujo continuo de audio, con niveles de latencia específicos, (ver figura 1). En éste método de transporte, además se puede enviar información complementaria y asíncrona, estableciéndose como paquetes de baja prioridad en la red.

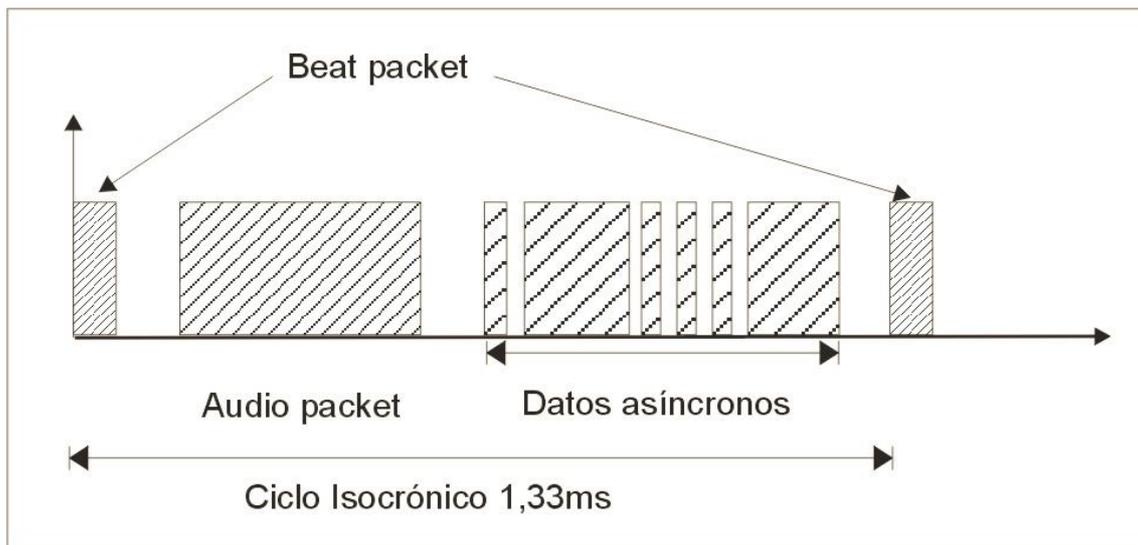


Figura 2.1. Estructura de la trama isocrónica

2.3 Redes y protocolos Ethernet

2.3.1 Introducción

ETHERNET fue desarrollada por Digital Equipment Corporation, Intel Corporation y XEROX en 1980, es compatible con IEEE 802.3, estándar que se basó en ETHERNET.

Es una red de difusión que se basa en el Acceso Múltiple por Escucha de Portadora y Detección de Colisión (CSMA / CD).

Está basado en la premisa de que cualquier máquina puede iniciar una transmisión (acceso múltiple), para ello verifica que no haya ninguna otra comunicación en el medio, detectando la presencia de la portadora (Carrier Sense). Si el medio está ocupado, la estación espera hasta que se desocupe, de otra manera, transmite de inmediato. Si dos o más estaciones empiezan a transmitir simultáneamente, habrá una colisión terminarán su transmisión y después de esperar un tiempo aleatorio repetirán de nuevo todo el proceso.

El retardo de propagación tiene un efecto importante en el desempeño de esta técnica, y aún si no existiera, existe la probabilidad de que se produzcan colisiones.

Las redes Ethernet constan de los siguientes componentes:

- Hosts (computadoras)
- Tarjetas de interfaz de red (NIC) o adaptador LAN
- Dispositivos periféricos (impresoras, escáner, modem...)
- Medios de transmisión (UTP, fibra óptica)
- Dispositivos de networking (hubs, bridges, switches, routers)

Ethernet funciona dividiendo flujos de información en pequeños paquetes y enviándolos a través de la red a una determinada dirección receptora especificada por el emisor. Cada tarjeta de interface de red (NIC) dispone de una dirección y switches, y conserva listas de direcciones conectadas a la red en su memoria para saber dónde deben enviar los paquetes. Cada NIC del mundo dispone de una única dirección "Media Access Control" (MAC) (Control de acceso al medio) programada por el fabricante. Existen 280 billones de direcciones MAC distintas y sólo existe una empresa en el mundo, la organización de estándares IEEE, que distribuye estas direcciones a los fabricantes. De esta forma, todas las direcciones MAC de todas las NICs del mundo son únicas, no existen duplicados y el sistema siempre funciona.

Además de las direcciones MAC, se utiliza una capa de direccionamiento “definible por el usuario” para que la gestión de la red sea más fácil para las redes locales. Esta dirección de usuario adicional se conoce como dirección Internet Protocol y se abrevia como dirección “IP”. La dirección IP siempre tiene 4 bytes de longitud, divididos en un número de red y una dirección host. Esta división está determinada por una clave que también tiene una longitud de 4 bytes y se conoce como “máscara de subred”; cada bit de la dirección IP que tiene un número 1 en la máscara de subred pertenece al número de red, todos los bits con un cero pertenecen a la dirección host. El truco es que sólo las NICs con el mismo número de red pueden intercambiar información.

MEDIOS TÍPICOS	ANCHO DE BANDA MAXIMO TEORICO	DISTANCIA MAXIMA TEORICA
Cable coaxial de 50 ohm (Ethernet 10 BASE 2)	10Mbps	185m
Cable coaxial de 50 ohm (Ethernet 10BASE 5)	10Mbps	500m
Cable de par trenzado no blindado de categoria 5 (UTP) (Ethernet 10BASE-T)	10Mbps	100m
Cable de par trenzado no blindado de categoria 5 (UTP)(Ethernet 100BASE- TX)	100Mbps	100m
Cable de par trenzado no blindado de categoria 5 (UTP) (Ethernet 1000BASE-TX)	1000Mbps	100m
Fibra óptica Multimodo (62.5/125µm) (100BASE-FX Ethernet)	100Mbps	2000m
Fibra óptica Multimodo (62.5/125µm) (1000BASE-SX Ethernet)	1000Mbps	220m
Fibra óptica Multimodo (50/125µm) (1000BASE-SX Ethernet)	1000Mbps	550m
Fibra óptica Monomodo (9/125µm) (1000BASE-LX Ethernet)	1000Mbps	5000m

Figura 2.2. Medios de transmisión

2.3.2 VLAN (Virtual Local Area Network)

El estándar 802.1q [11] de Ethernet permite crear redes de área local virtuales (VLANs) en una red de gran velocidad.

De esta forma, pueden co-existir múltiples redes lógicas que utilicen el mismo hardware, por ejemplo para crear múltiples redes de audio para obtener más canales. La mayoría de switches gestionados son compatibles con el estándar VLAN.

2.3.3 Agregación de enlaces (Link Agregación)

El estándar de agregación del enlace Ethernet IEEE 802.1.ad [12] permite conectar switches gestionados con 2 o más cables, para distribuir el tráfico de información que pasa por los cables. Esta función también se denomina troncalización. Una gran ventaja de este tipo de sistemas es que si falla un cable, los otros cables asumen la conexión perdida automáticamente. El enlace agregado pasará a una velocidad inferior cuando pierda un cable, por lo que los enlaces agregados deberían diseñarse con espacio abundante.

La troncalización sólo hace redundante la conexión, si falla uno de los switches, se desconectan los dispositivos adjuntados al mismo.

2.3.4 Trunking

El protocolo IEEE 802.1Q, también conocido como dot1Q, fue un proyecto del grupo de trabajo 802 de la IEEE para desarrollar un mecanismo que permita a múltiples redes compartir de forma transparente el mismo medio físico, sin problemas de interferencia entre ellas (Trunking). Es también el nombre actual del estándar establecido en este proyecto y se usa para definir el protocolo de encapsulamiento usado para implementar este mecanismo en redes Ethernet.

El estándar define el protocolo de encapsulamiento usado para multiplexar varias VLAN a través de un solo enlace, e introduce el concepto de las VLAN nativas. Las tramas pertenecientes a la VLAN nativa no se etiquetan con el ID de VLAN cuando se envían por el trunk. Y en el otro lado, si a un puerto llega una trama sin etiquetar, la trama se considera perteneciente a la VLAN nativa de ese puerto. Este modo de funcionamiento fue implementado para asegurar la interoperabilidad con antiguos dispositivos que no entendían 802.1Q.

La VLAN nativa es la vlan a la que pertenecía un puerto en un switch antes de ser configurado como trunk. Sólo se puede tener una VLAN nativa por puerto.

Para establecer un trunking 802.1q a ambos lados debemos tener la misma VLAN nativa porque la encapsulación todavía no se ha establecido y los dos switches deben

hablar sobre un link sin encapsulación (usan la native VLAN) para ponerse de acuerdo en estos parámetros.

En los equipos de Cisco Systems la VLAN nativa por defecto es la VLAN 1. Por la VLAN 1 además de datos, se manda información sobre PAgP, CDP, VTP.

2.3.5 Spanning Tree (Árbol de expansión)

En las redes en estrella los paquetes de información se envían a través de la red basándose en direcciones IP y MAC. Es vital que la red disponga de una arquitectura lógica: para cada combinación de origen-destino, puede haber sólo una ruta por los switches y los cables. Si hay más rutas pueden producirse bucles, con el peligro de que los paquetes de información fluyan siempre por el bucle, lo que podría deteriorar o incluso desactivar la red.

Por lo tanto, los bucles no se permiten en las redes en estrella, excepto en redes que utilizan switches gestionados compatibles con IEEE 802.1w [13] Spanning Tree Protocol, abreviado STP. Los switches compatibles con STP pueden bloquear los puertos que provocan un bucle pero desbloquearlos cuando el puerto activo del bucle falla. Se pueden crear varios bucles en una red para proteger áreas de red.

Para una redundancia total, una red puede simplemente construirse doble, con dobles switches en todas las ubicaciones conectadas entre ellas.

La ventaja es que el sistema puede recuperarse de cualquier fallo, y la desventaja es que tarda un poco: hasta 30 segundos para redes grandes.

Recientemente, se ha desarrollado el protocolo IEEE 802.p Rapid STP que reduce el tiempo de recuperación hasta los 100 milisegundos. La mayoría de switches gestionados permiten alguna forma de STP.

2.4 Topologías de red

A continuación se expondrán las cuatro topologías de red más usadas para la transmisión de audio digital. Para cada aplicación concreta, se verá cual de las topologías de red es más apropiada o la combinación de algunas de ellas. Los parámetros de decisión incluyen el número de ubicaciones, el número de canales, la latencia, los costes estimados del sistema, la fiabilidad, la ampliación, tecnología Ethernet estándar, abierta o cerrada o sistemas patentados, etc.

2.4.1 P2P (Peer to Peer)

Estrictamente, una topología Point to Point (P2P) no es una red, aunque puede usarse una red para crear este tipo de sistemas.

Un sistema P2P incluye sólo dos ubicaciones con una conexión multicanal fija. Los ejemplos de formatos de audio digital para sistemas P2P son AES/EBU y MADI.

Puede utilizarse un dispositivo de distribución como un divisor o un matrix router para incluir más ubicaciones en el sistema.

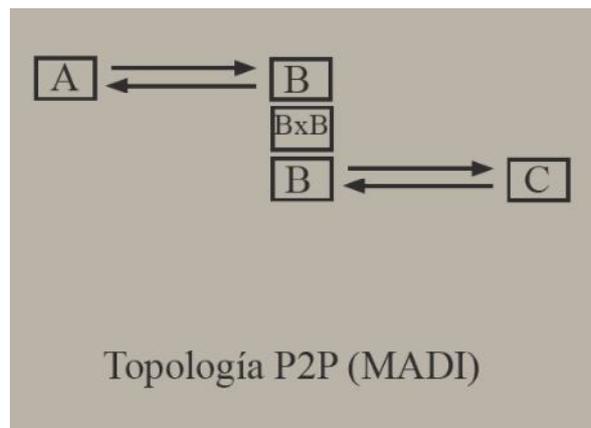


Figura 2.3. Topología P2P (MADI)

2.4.2 Conexión en cadena (Daisy chain)

La conexión en cadena es una topología simple que conecta dispositivos en serie. El protocolo EtherSound™ permite realizar conexiones utilizando una topología de conexión en cadena, con dispositivos que leen y escriben canales de audio en un flujo de datos bidireccional con una amplitud de banda fija de 64 canales en ambas direcciones. Una de las ventajas de esta topología es que el direccionamiento de la información de red es relativamente simple y, por lo tanto, rápido; un dispositivo EtherSound conectado en cadena añade latencia de sólo 1,4 microsegundos a la red.

El inconveniente de la topología de conexión en cadena es el comportamiento del sistema en caso de fallo de un dispositivo de la cadena: si falla un dispositivo, el sistema se corta en dos partes, sin ninguna conexión entre ellas.

Las conexiones en cadena EtherSound pueden dividirse utilizando switches en una topología de ubicación central, pero en este caso los datos de audio pueden fluir por los switches del sistema sólo en una dirección.

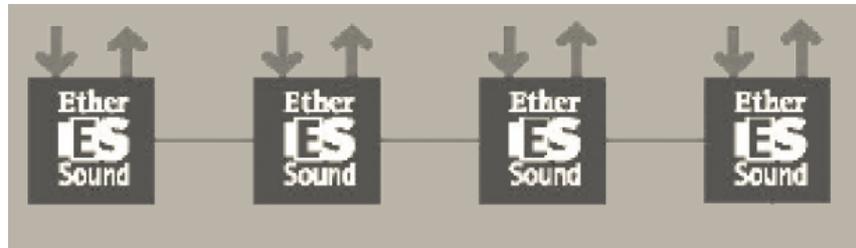


Figura 2.4. Topología conexión en cadena

2.4.3 Anillo

Una topología en anillo es una conexión en cadena donde el último dispositivo se conecta al primero para formar un anillo.

Puesto que todos los dispositivos conectados al anillo pueden llegar a otros dispositivos en dos direcciones, la redundancia está integrada: si un dispositivo falla, sólo se desactiva ese dispositivo. Para mayor redundancia, puede utilizarse un doble anillo. OPTOCORE® ofrece un sistema patentado que utiliza una topología en anillo con una gran amplitud de banda de hasta 500 canales de audio, vídeo y conexiones serie.

El estándar EtherSound ES-100 permite una topología en anillo redundante que ofrece 64 canales de audio.

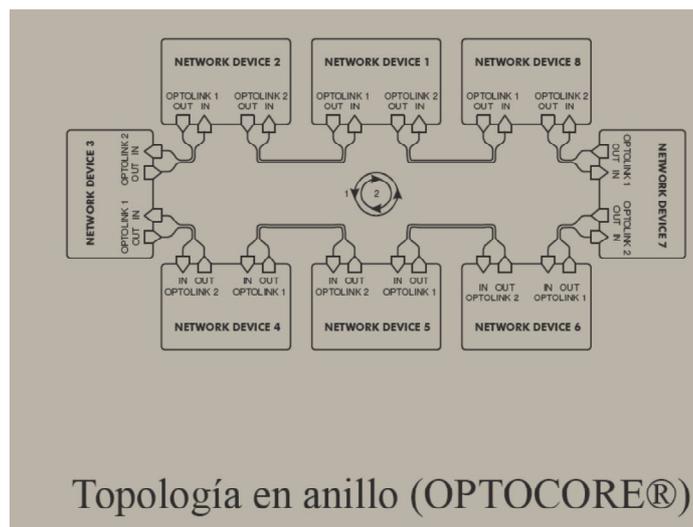


Figura 2.5. Topología en anillo

2.4.4 Estrella

Puesto que una topología en estrella consigue la máxima eficiencia de uso de la amplitud de banda de una red, la mayoría de redes informáticas se diseñan en estrella. El centro de una estrella que lleva el máximo tráfico de información de la red se puede diseñar con más potencia de procesamiento y redundancia, mientras que las ubicaciones finales de una red en estrella no necesitan tanta potencia de procesamiento. Las variaciones de una topología en estrella son el “árbol” y la “estrella de estrellas”.

Una topología en estrella también permite una fácil ampliación, se pueden conectar nuevas ubicaciones en cualquier lugar de la red. Un inconveniente es el importante papel de la ubicación central, ya que toda la información de la red hacia y desde los dispositivos conectados pasan por la misma; si falla, queda afectada una gran parte de la red. Una red que utilice una topología en estrella puede hacerse redundante utilizando el protocolo Ethernet Spanning Tree (árbol de expansión). CobraNet™ utiliza una topología en estrella.

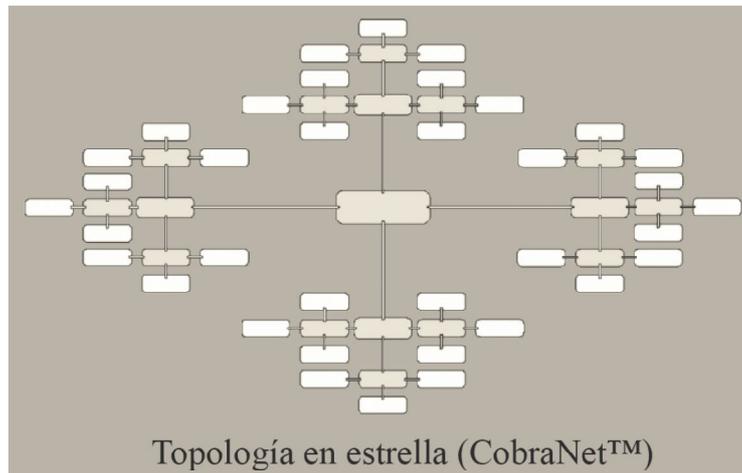


Figura 2.6. Topología en estrella

2.5 Tecnologías de audio en red

Tecnología	Transporte	Esquema de transmisión	Uso de red compartido	Control de comunicaciones	Topología	Tolerancia a fallos	Distancia	Diámetro	Capacidad de la red	Latencia	Capacidad muestreo max.
AES47 www.aes.org	ATM	Isócrona	Coexiste con ATM	Protocolo IP o ATM	Malla	Proporcionada por ATM	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	∞	∞	125µs por salto	192 KHz
AES50 www.aes50.com	Ethernet	Isócrona o síncrona	Dedicado Cat.5	Ethernet	Punto a punto	FEC, enlace redundante	Cat.5=100m	∞	48 canales	63µs	384 KHz
AudioRail www.audiorail.com	Ethernet	Síncrona	Cat.5 o fibra óptica	Propietario	Daisy chain	ninguno	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	∞	32 canales	4.5µs + 0.25 µs por salto	48 KHz (32ch), 96 KHz (16ch)
Aviom Pro64 www.aviom.com	Ethernet	Síncrona	Dedicado Cat.5 y fibra óptica	Propietario	Daisy chain (bidireccional)	Enlace redundante	Cat.5=120m MM=2Km SM=70Km	9520 Km	64 canales	322µs + 1.34µs por salto	208 KHz
Cobranet * ¹ www.cobranet.info	Ethernet	Isócrona	Coexiste con Ethernet	Ethernet, SNMP, MIDI	Spanning tree	Proporcionado por 802.1	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	7 saltos, 10 Km	∞	1.33 y 5.33ms	96 KHz
Dante * ² www.audinate.com	Cualquier medio IP	Isócrona	Coexiste con otro tráfico	IP	Cualquier L2 o IP	Proporcionado por 802.1 + enlace redund.	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	∞	700 canales	84µs	192 KHz
Ethersound ES-100 * ³ www.ethersound.com	Ethernet	Isócrona	Ethernet dedicada	Propietario	Estrella, daisy chain, y anillo	Anillo tolerante a fallos	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	∞	64 canales	84-125 µs + 1.24µs/nodo	96 KHz
Ethersound ES-Giga * ⁴ www.ethersound.com	Ethernet	Isócrona	Coexiste con Ethernet	Propietario	Estrella, daisy chain, y anillo	Anillo tolerante a fallos	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	∞	512 canales	84-125 µs + 0.5µs/nodo	96 KHz
HyperMAC	Gigabit Ethernet	Isócrona	Dedicado Cat.5 y fibra óptica	Ethernet	Punto a punto	Enlace redundante	Cat.6=100m MM=500Km SM=10Km	∞	384 canales	63µs	384 KHz
Livewire * ⁴ www.axiaaudio.com	Cualquier medio IP	Isócrona	Coexiste con Ethernet	Ethernet, HTTP, XML	Cualquier L2 o IP	Proporcionado por 802.1	Cat.5=100m MM=2Km SM=70Km	∞	32760 canales	0.75ms	48 KHz
mLAN * ^b www.yamaha.com.jp	IEEE-1394	Isócrona	Coexiste con IEEE-1394	IEEE-1394, MIDI	Árbol	Proporcionado por 1394b	1394 cable, 4.5m	100 m	63 dispositivos	354.17µs	192 KHz

Nexus ^{*6} www.atagetec.com	Fibra óptica dedicada	Síncrona	Fibra óptica dedicada	Propietario	Anillo	Proporcionado por FDDI	MM=2Km	10 Km	256 canales	6 muestras	96 KHz
Optocore www.optocore.com	Fibra óptica dedicada	Síncrona	Fibra óptica dedicada	Propietario	Anillo	Anillo redundante	MM=700m SM=110Km	∞	512 canales	41.6µs	96 KHz
Rocknet www.medianum.com	Ethernet	Isócrona	Dedicado Cat.5 y fibra óptica	Propietario	Anillo	Anillo redundante	Cat.5=150m MM=2Km SM=20Km	10 Km	160 canales	400µs	96 KHz
UMAN	IEEE-1394 y Ethernet AVB	Isócrono y asíncrono	Coexiste con Ethernet	IP-based XFN	Daisy chain, anillo, arbol, o estrella	Anillo tolerante a fallos	Cat.6=75m MM=1Km SM=>2Km	∞	400 canales	354 µs + 125µs por salto	192 KHz

Tabla 2.1. Tecnologías de audio en red

- *1 El diámetro indicado corresponde a una latencia de 5.33 ms. Cobranet tiene reglas más estrictas para valores de latencia menores. La redundancia de red la proporciona 802.1 Ethernet, STP, agregación de enlace, conexión de red redundante (Dual link), y soporta dispositivos redundantes (BuddyLink).
- *2 La capacidad está basada sobre un muestreo de 24 bits/48 KHz operando sobre una red de 1 Gbps. El valor de la latencia está basada en cuatro muestras (samples) con la configuración anterior. Tener en cuenta que la latencia es dependiente de las limitaciones de ancho de banda de la topología, por ejemplo 800 µs sobre una red de 100 Mbps.
- *3 Ethersound permite inyectar o extraer canales en cada nodo a lo largo del daisy chain (cadena) o anillo. Aunque el número de canales entre cualesquiera dos puntos está limitado a 64 canales, dependiendo de los requerimientos de enrutamiento el número de canales podría ser significativamente mayor.
- *4 La redundancia de red la proporciona 802.1 Ethernet, STP, y agregación de enlace (link aggregation).
- *5 Muchos dispositivos mLAN tienen una velocidad máxima de muestreo de 96 kHz, pero esto es una limitación de los integrados utilizados para implementar el núcleo (core) mLAN.
- *6 La tolerancia a fallos la proporciona la estructura FDDI del anillo, la cual tolera el fallo de un único dispositivo o el fallo de un enlace.

2.6 Cobranet

Cobranet es una tecnología creada por la empresa Peak Audio que combina software, hardware y protocolos de red, con el fin de permitir la transmisión de varios canales de audio sobre una red Ethernet.

En el año 2001 la empresa Cirrus Logic adquirió los activos de Peak Audio e introdujo su tecnología DSP para desarrollar un chip con un circuito integrado más económico para el procesamiento de la señal convirtiendo la tecnología CobraNet en la más solicitada por los fabricantes de equipos de audio e instalaciones de grandes dimensiones a nivel mundial.

2.6.1 Características de funcionamiento

Los datos en CobraNet viajan a la velocidad de la luz, lo cual reduce considerablemente la latencia de la información entre un punto y otro de la cadena. Esta información se organiza en canales de audio y paquetes o bundles. Cada bundle tiene un número de identificación, siendo el máximo 65.279 para una red estándar, que especifica el origen y destino del bundle. Para asignar un número a un bundle específico, para el envío y recepción de la información, se usa software en una computadora a través de una conexión Ethernet o USB o con un interruptor pulsador ubicado en el propio dispositivo que administra los datos. Una señal típica de Cobranet puede tener hasta 4 bundles con información que viaja de forma bidireccional convirtiéndose en 8 bundles (4 que envían y reciben datos) y cada bundle puede contener hasta 8 canales de audio digital (si la frecuencia de muestreo es de 48kHz con una cuantificación de 20bits), lo cual quiere decir que es capaz de gestionar hasta 64 canales de audio digital, es decir 128 canales de información que viaja de forma bidireccional (64 que envían y reciben datos). Esta capacidad de transmisión se puede incrementar o disminuir en función de la cuantificación que se utilice ya que Cobranet gestiona tres niveles: 16bits, 20bits y 24 bits.

El protocolo Cobranet tiene definidos tres tipos diferentes de bundles [14]:

- **Unicast:** Son números de bundle que se envían desde un dispositivo Cobranet a otro u otros configurados para recibir este número. A pesar de lo que indica su nombre, los bundle Unicast pueden ser enviados a múltiples dispositivos bien sea duplicando la señal de audio digital o utilizando direcciones multicast, lo cual se conoce como multi-unicast. Su efectividad reside en el hecho de que intentan viajar solamente a dispositivos que realmente quieren recibirlos. Los números asignables a este bundle van desde el 256 hasta el 65.279.

- **Multicast:** Son números de bundle que se envían desde un dispositivo CobraNet de origen a cada destino de la red y puede obtenerse desde cualquier punto de ésta usando un Ethernet multicast addressing.

Cada dispositivo receptor determina individualmente si usará o no este número. Los números reservados para este bundle van desde el 1 hasta el 255.

- **Privados:** Son números de bundle que pueden ser utilizados en direcciones unicast o multicast y están asociados a la dirección MAC del equipo que los transmite. Para recibir un bundle privado se debe especificar en el equipo receptor el número de bundle y la dirección MAC. Los números asignables en este caso van desde el 65.279 hasta el 65.535.

2.6.2 Estructura física de Cobranet

La estructura física de una red Cobranet es igual a la de cualquier LAN, pero además se requiere de otros elementos como:

- Un Equipo Terminal de Datos Cobranet, puede ser cualquier dispositivo de audio equipado con un codificador para convertir la señal de audio analógica a digital o viceversa, y con un núcleo (Cobranet core), que incorpora varios DSP's que son los encargados de formar las tramas de audio, de implementar el mecanismo de acceso al medio para evitar colisiones, garantizar que no haya perdida de información, y aprovechar al máximo el ancho de banda de la red.

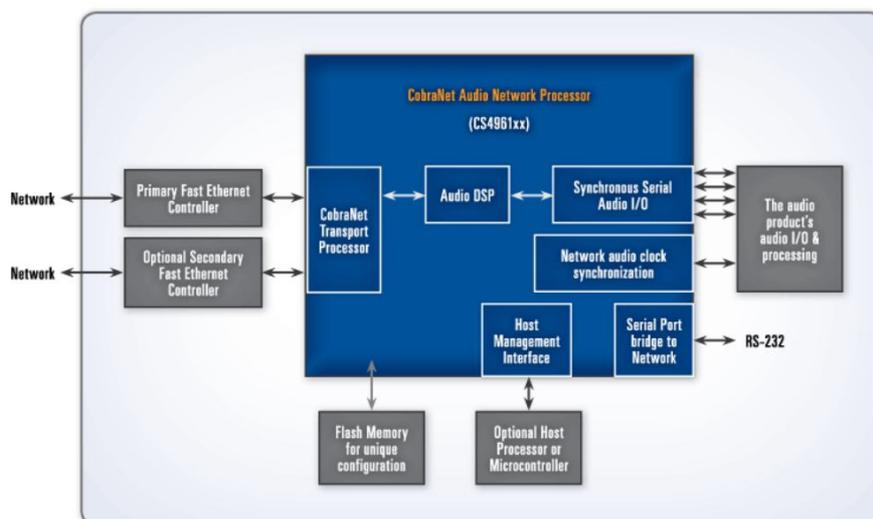


Figura 2.7. Arquitectura Cobranet

- También se requiere lo que se denomina un Conductor que es un DTE (Equipo Terminal de Datos) que genera el reloj de sincronización para la red. El Conductor envía un pequeño “paquete de tiempo” multicast, disponible en toda la red con una latencia extremadamente corta. Los demás dispositivos Cobranet sincronizan sus generadores wordclock a este paquete de tiempo de forma que todas las señales se sincronizan con el temporizador de conductor. Al recibir un paquete de tiempo, todos los dispositivos Cobranet del sistema envían de inmediato los paquetes de audio correspondientes, pero esperan un tiempo fijo para recibirlos. En caso de fallo del Conductor se selecciona otro DTE para que lo reemplace con un sistema rápido de arbitraje, en el peor de los casos esta operación produce un retraso de 10 ms.

2.6.3 Modelo de capas Cobranet

Cobranet trabaja en las capas 1 y 2 del modelo OSI, y además incorpora servicios que abarcan la capa de red, transporte y aplicación.



Figura 2.8. Modelo de capas de Cobranet – Ethernet

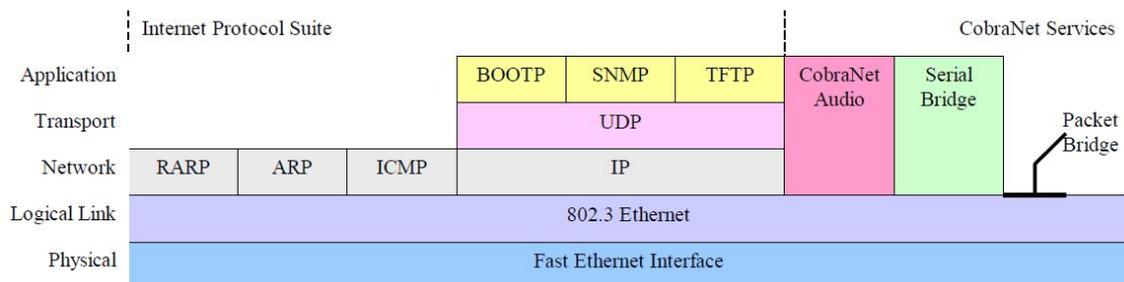


Figura 2.9. Pila de protocolos TCP/IP - Cobranet

2.6.4 Formato de la trama Cobranet

Existen tres tipos de tramas en una red Cobranet:

- Las tramas “beat” isócronas, que viajan a intervalos regulares (750 tramas por segundo) desde el conductor hasta los dispositivos DTE y transportan información de sincronización que permite a cada DTE regenerar localmente la señal de reloj, además contiene una lista ordenada de permisos de transmisión que permiten operar al protocolo O-Persistente de forma eficaz. El formato de la trama se muestra a continuación:

PREÁMBULO	DIRECCIÓN DESTINO	DIRECCIÓN ORIGEN	TIPO	CABECERA	BITS DE SINC	LISTA DE PERMISOS ISÓCRONOS	CRC
-----------	-------------------	------------------	------	----------	--------------	-----------------------------	-----

Figura 2.10. Trama “Beat” de Cobranet

- Las tramas de datos isócronas de audio que son transmitidas por DTE después de que haya llegado la trama beat, llevan información de audio de varios canales, y los atributos de cada canal (bits de resolución, frecuencia de muestreo, etc).

El formato de la trama se muestra en la siguiente figura:

PREÁMBULO	DIRECCIÓN DESTINO	DIRECCIÓN ORIGEN	TIPO	CABECERA ISÓCRONA	CABECERA CANAL 1	DATOS CANAL 1	CABECERA CANAL 2	DATOS CANAL 2	CABECERA CANAL N	DATOS CANAL N	CRC
-----------	-------------------	------------------	------	-------------------	------------------	---------------	------------------	---------------	------	------------------	---------------	-----

Figura 2.11. Trama de datos isócronos

- Tramas de reserva que son transmitidas una vez por segundo, y que sirven para controlar el estado de los dispositivos Cobranet.

La unidad básica de transmisión de Cobranet se denomina “Bundle”. Un bundle es la agrupación de varios canales de audio. Para las señales de audio con resolución de 16 o 20 bits, pueden agruparse un máximo de 8 canales por bundle, pero si la resolución de la señal es de 24 bits, el máximo número de canales por bundle se reduce a siete. A cada bundle se le asigna una dirección antes de ser enviado por la red Cobranet, esta dirección es única y no tiene ninguna relación con la dirección MAC, o la dirección IP.

El núcleo de Cobranet almacena las tramas isócronas de datos y las “beat frame” en un buffer para luego formar el tren de bits (ciclo isócrono), durante este proceso necesariamente se presenta un retraso que es del orden de 5 ms para cualquier tipo de fuente o dispositivo de audio.

El ciclo isócrono de Cobranet es de duración fija, y comienza con la trama beat, luego encapsula la información de audio de múltiples canales, el resto de ciclo isócrono es utilizado para enviar información de control de los datos de audio.

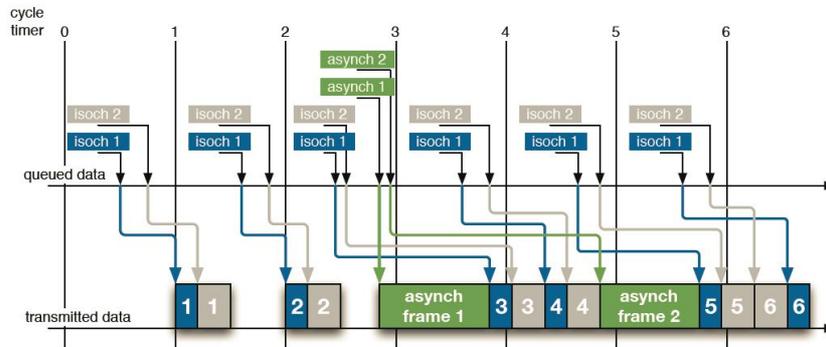


Figura 2.12. Transmisión isócrona

El código de tiempo lo genera el mismo dispositivo o puede recibirlo de un dispositivo externo. De esta forma, si todos los dispositivos Cobranet tienen la misma configuración, el primero de ellos que logre ingresar a la red será el conductor mientras que los demás se sincronizarán a éste como los esclavos. Si por alguna razón el dispositivo conductor se retirara o fallase al generar los códigos de tiempo, todos los dispositivos detectarían el fallo y cualquier otro de la cadena, de forma arbitraria, se convertirá en el nuevo conductor en tan sólo milisegundos.

Una vez determinado quién es el conductor y quiénes los esclavos cada dispositivo envía los bundles de audio correspondientes y esperan un tiempo fijo para recibirlos. El nivel de imprecisión del reloj es de 5 millonésimas de segundo (a 48KHz) lo cual es realmente insignificante y, debido a las constantes correcciones que realiza el sistema, las imperfecciones del código de tiempo, conocidas como Jitter, se mantienen a menos de una mil millonésima de segundo.

Cada bundle contiene hasta ocho canales de audio no comprimido con una frecuencia de muestreo que puede ser de 48KHz o de 96KHz y una cuantificación de 16, 20 ó 24bits. Para cualquiera de los casos Cobranet ha estandarizado su modo de latencia en 1,33 milisegundos para aplicaciones de dimensiones medias, 2,66 milisegundos para aplicaciones grandes y 5,33 milisegundos para aplicaciones gigantes. Tener una latencia fija asegura que todos los dispositivos conectados al sistema funcionarán con el mismo retardo sin importar la distancia que deba viajar la señal, haciéndola controlable y manejable a efectos de tratamientos sonoros finales por parte de los operadores del equipo. Sin embargo la reducción de esta latencia tiene sus contrapartidas ya que esto requiere la utilización de más recursos del sistema para procesar la señal y en algunos casos habrá dispositivos que pierdan la capacidad de procesar todos los bundles que reciba simultáneamente.

Latencia	Canales por bundle					
	16 bit, 48 Khz	20 bit, 48 Khz	24 bit, 48 Khz	16 bit, 96 Khz	20 bit, 96 Khz	24 bit, 96 Khz
$5\frac{1}{3}$ ms	8	8	7	5	4	3
$2\frac{2}{3}$ ms	8	8	8	8	8	7
$1\frac{1}{3}$ ms	8	8	8	8	8	8

Tabla 2.2. Capacidad de transmisión de canales por bundle en función de la latencia

En el momento de diseñar una red Cobranet hay que tener en cuenta que si se envían datos asincrónicos en tramas normales de Ethernet por el mismo medio de transmisión de la red Cobranet, estos generan un tráfico irregular que puede interferir con las transmisiones isócronas de Cobranet, además el ancho de banda disponible se verá reducido.

Para resolver este inconveniente se emplean switches gestionables, que permiten separar el tráfico de la red en dos o más VLAN's (redes virtuales de área local) utilizando la misma red física.

Este dispositivo es una alternativa para crear redes que manejen datos y audio ya que presenta las siguientes características:

- El tráfico de audio se puede separar del resto de tráfico de la red utilizando una VLAN.
- Configurando el switch es posible dar prioridad en cuanto a disponibilidad de ancho de banda para las transmisiones de audio con lo que se garantiza que no habrá *dropouts* (pérdida de señal)
- Los switches ofrecen la posibilidad de conectar Cobranet a otros tipos de redes, como Gigabit Ethernet o ATM

De tal forma que datos isócronos de Cobranet coexisten con datos asincrónicos de Ethernet.

2.6.5 Tecnología Cobranet

El sistema más adecuado para implementar una red Cobranet es la tecnología 100 Mbps Fast Ethernet, con una topología en estrella y utilizando un dispositivo concentrador Ethernet. Cobranet soporta cualquier dispositivo Ethernet como son hubs, bridges, switchs, etc... Aunque en la actualidad, teniendo en cuenta el abaratamiento de los dispositivos de conmutación (switches), los hubs y los bridges prácticamente han caído en desuso.

Para interconectar los diferentes DTE de audio, la conexión entre switches y los DTE se puede realizar con cable UTP (Unshielded Twisted Pair) categoría 5, que soporta transmisión full dúplex de 64 canales muestreados a 48 Khz en cada sentido, es decir 128 canales.

La conexión entre varias estrellas se puede realizar con UTP categoría 5, con fibra multimodo (con un alcance de 2 Km), y fibra óptica monomodo para distancias entre 0 y 300Km., radicando allí el éxito de esta tecnología con respecto al audio analógico ya que su calidad no se degrada por el efecto de las interferencias electromagnéticas, picos de voltaje, o la longitud de los cables utilizados.

Este protocolo también puede funcionar de forma inalámbrica con el uso de Internet, siempre que las condiciones de conectividad a la red sean ideales en cuanto a la fiabilidad y velocidad de la banda ancha, pero debido a que las conexiones típicas de Internet tienden a sufrir desconexiones inesperadas, su uso de esta forma sólo es posible usando sistemas láser.

El número de dispositivos transmitiendo en una red Cobranet depende de dos propiedades; el ancho de banda disponible, y la capacidad del Conductor para dar permisos y habilitar la transmisión de los DTE, la longitud máxima de la trama “beat” del conductor es de 1500 bytes y en base a esto se ha establecido que se pueden tener 184 dispositivos activos si cada DTE transmite un bundle, pero si cada uno transmite 4 bundles sólo se pueden tener activos 105 elementos.

Cobranet no introduce distorsión digital, para señales de 20 bits tiene una relación S/N de 122.16 dB y un 0.000078% de distorsión, para señales de 24 bits, la relación S/N es de 146.24 dB y tiene un 0.0000049% de distorsión, y en cualquiera de los casos su respuesta en frecuencia a ± 0 dB es de 0Hz a 24KHz de tal forma que la calidad de la señal se ve limitada sólo por la calidad de los conversores A/D y D/A.

2.6.6 Hardware Cobranet

Existen muchos modelos de tarjetas CobraNet y algunas de ellas pueden soportar más canales que otras. Independientemente del modelo, las tarjetas tienen dos puertos Ethernet identificados como “primario” y “secundario”, siendo necesario conectar únicamente el puerto primario para poder funcionar y el secundario para garantizar el correcto funcionamiento del sistema ya que, si el puerto primario se desconectara de la red, el secundario automáticamente se conectaría sin representar una falla significativa en el sistema ni en el resultado final del procesamiento de la señal.

Las tarjetas CobraNet comúnmente distribuidas por Cirrus Logic son:

- CM-1, es una solución DSP que se proporciona en forma de interfaz. Destaca por sus 32 canales simultáneos, cada uno con distribución digital de entrada de audio y salida. [15]

Los CM-1 están diseñados para ser fácilmente integrados en una amplia variedad de productos profesionales de audio como procesadores de señal, mezcladores, amplificadores y altavoces autoamplificados.

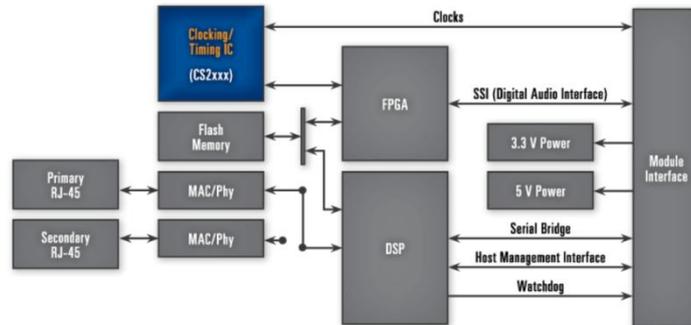


Figura 13. Arquitectura tarjeta Cobranet CM-1

- CM-2 es la más económica, compacta y menos potente pudiendo gestionar 8 ó 16 canales simultáneamente. Está basado en el chip CS1810xx suministrando la interfaz de forma compacta y de bajo precio. [16]

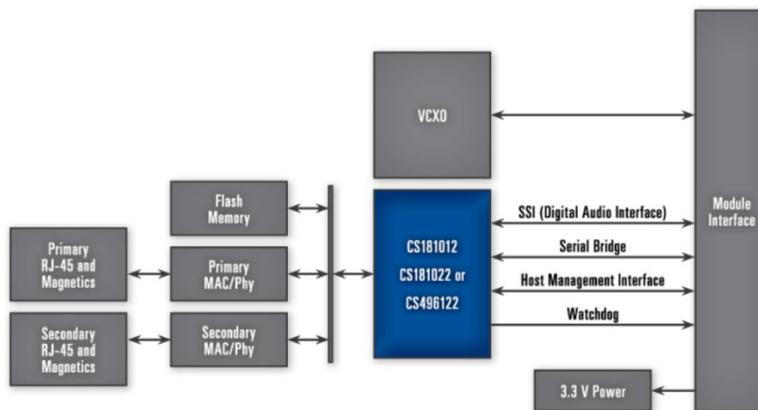


Figura 2.14. Arquitectura tarjeta Cobranet CM-2

2.6.7 Software Cobranet

Cirrus Logic provee a sus clientes con el software CobraCAD que es capaz de diseñar sistemas Cobranet y comprobar si la amplitud de la banda en la red es suficiente para gestionar la cantidad de bundles del diseño planteado. Igualmente, el software detecta si la comunicación entre los dispositivos es la correcta para su óptima operatividad y si puede haber una latencia no deseada en determinada configuración del sistema.

Además de CobraCAD, existe el software Discovery [17] que sirve para monitorizar los dispositivos Cobranet usados en la red con el fin de verificar los posibles errores que se presenten mientras el audio fluye a través de éstos, para lo cual genera archivos de informes que contienen los errores generados y los ajustes realizados. Además los dispositivos pueden ser seleccionados y actualizados a través de la red a partir de la aplicación.

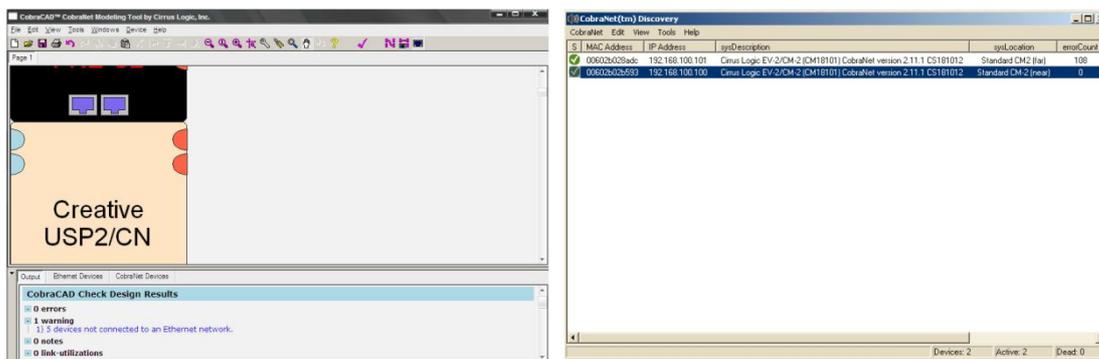


Figura 2.15. CobraCAD y Cobranet Discovery

2.6.8 Ventajas de la tecnología Cobranet

- **Coste del cableado:** La ventaja más palpable en términos de tiempo es precisamente todo el que se ahorra al realizar una instalación de audio a gran escala, ya que las labores de montaje se reducen a la conexión de un cable a través del que viaja toda la información que antes viajaba a través de 64 cables. Otra ventaja relacionada con la anterior, es de tipo económico ya que los costos pasan de la compra y mantenimiento de grandes cantidades de cables y conectores analógicos a la adquisición de un solo cable por dispositivo y un par de conectores por cable, razón por la cual los gastos de traslado e instalación de los equipos, para eventos en directo por ejemplo, se ven también reducidos.

- **Flexibilidad:** una red bien diseñada provee una flexibilidad mejorada en futuros cambios en el sistema. Por ejemplo los cambios en el enrutamiento de audio pueden ser realizados en cuestión de segundos a través del software y no requiere cableado adicional. La configuración del sistema se guarda automáticamente en el dispositivo que se utilice y puede ser modificada, cambiada o borrada fácilmente sin que sea necesaria la desinstalación de los equipos, las modificaciones estructurales en recintos de instalación fija o la desconexión y reconexión de sus cables.
- **Confiabilidad:** para aplicaciones críticas, una red Cobranet puede ser cableada con un enlace redundante. En caso de que un cable o una conexión fallaran, el otro enlace tomaría su lugar inmediatamente. El sistema que está diseñado prácticamente para operar sin que se generen errores producidos por las interferencias electromagnéticas, los picos de voltaje, el crosstalk y las coloraciones del sonido no deseadas por el uso de grandes longitudes de cable. Además, el sistema se mantiene en constante monitorización y corrección de errores generados por la pérdida de los códigos de tiempo, latencias, etc.
- **Calidad de audio:** la calidad del sonido que se transmite a través de Cobra Net no sufre ningún tipo de alteración, modificación o compresión, lo cual significa que lo mismo que entra en el sistema es lo que se escucha.

2.7 Ethersound

Al cambiar de siglo, tres ingenieros de I+D de Digigram estudiaron métodos de distribución de audio de acuerdo con Ethernet, con CobraNet como estándar mundial en ese momento.

CobraNet estaba desarrollado para funcionar en aplicaciones complejas a gran escala, pero los tres ingenieros no concebían una aplicación tan amplia en sus mentes. Lo reducían al mercado de refuerzo del sonido en directo, que requería topologías y protocolos mucho más simples. El resultado fue EtherSound versión 1.0

En el apartado anterior se ha explicado cómo se soluciona el problema de la temporización y sincronización, provocado por la latencia Ethernet, en el protocolo Cobranet.

Un dispositivo Cobranet envía un paquete sincronizado en un momento de baja actividad de la red, para que pueda transmitirse a todos los otros dispositivos con un retardo extremadamente bajo. Luego, después de recibir los paquetes sincronizados prácticamente a la vez, todos los dispositivos de audio envían el audio y cada dispositivo espera una cantidad de tiempo fija, antes de que se envíe el audio recibido. Este método proporciona el búfer de tiempo requerido para tratar con retardos de cola y almacenamiento/avance en la red. Esto es CobraNet, en pocas palabras.

Los desarrolladores de Ethersound realizaron una simplificación genial, afirmando que la red debe ser una conexión en cadena o una topología de árbol.

En una conexión en cadena, cada dispositivo tiene sólo un dispositivo fuente del que recibir datos y un dispositivo de destino al que enviarlos, por lo que el dispositivo no debe estudiar la dirección MAC del paquete Ethernet para decidir a dónde debe dirigirse el paquete. Esto también significa que en un sistema EtherSound nunca se producen retardos de cola y almacenamiento/avance. Los chips EtherSound de Digigram son capaces de transmitir un paquete Ethernet en tan sólo 1,4 microsegundos.

En el terreno del audio, empezamos a preocuparnos sólo si un retardo supera los 11 microsegundos (que es la mitad de una muestra a 48kHz), así que una conexión en cadena con hasta 7 dispositivos no representa ningún tipo de problema.

Y puesto que el retardo puede calcularse con exactitud, teniendo en cuenta el retardo de 1,4 microsegundos de un dispositivo EtherSound, los sistemas con más de 7 dispositivos pueden ajustarse sincronizados con retardos digitales cortos de algunas muestras.

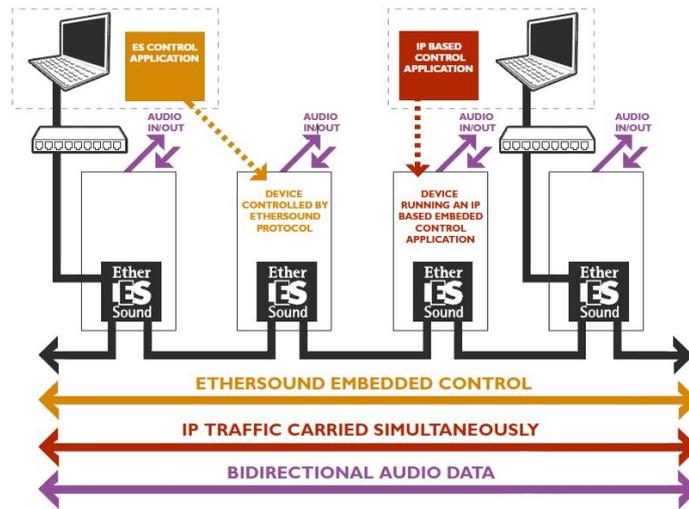


Figura 2.16. Esquema típico Ethersound

2.7.1 Hardware Ethersound

La arquitectura integrada de chip MSx 88, proporciona el esquema electrónico y el código binario del FPGA que permite a los diferentes fabricantes integrar la tecnología Ethersound en sus productos.

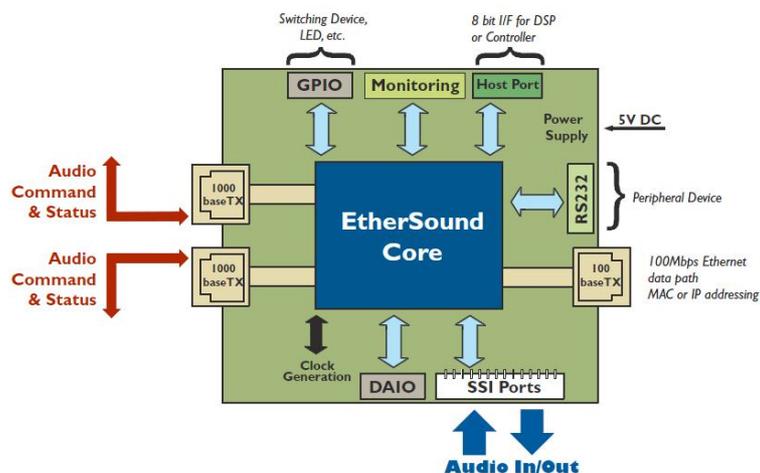


Figura 2.17. Arquitectura Ethersound

El diseño de referencia ESnet MSx 88 [18] proporciona además 8 entradas de audio y 8 salidas.

Cada módulo dispone de dos puertos RJ45 y seis HE10 puertos de conexión:

- Puerto Ethernet de salida: Puerto RJ45 usado para enviar tramas Ethersound dentro de una red Ethersound.

- Puerto de entrada Ethersound: Puerto RJ45 usado para:
 - Recibir tramas Ethersound desde una red Ethersound.
 - Para control vía software y gestión desde una computadora (Primary Master únicamente).
- SSI Port: Interface serie estándar para conectar interfaces de audio serie.
- GPIO Port: Entradas y salidas de propósito general.
- DAIO Port: Puerto reservado por Digigram y no disponible para su uso.
- Puerto de monitorización: Usado para el reset, apagado, selección de canal de audio y configuración de audio hardware/software.
- RS232 Port: Puerto serie usado para conectar dispositivos periféricos a un equipo Ethersound. También incluye un pin para la selección maestro/esclavo.
- Host Port: Interface de 8 bits usado para el control de un dispositivo Ethersound desde un DSP o un microcontrolador.

2.7.2 Formato de la trama Ethersound

Las tramas Ethersound están empaquetadas dentro de una trama Ethernet estándar y tiene dos partes principales:

- Cabecera Ethersound, que incluye toda la información relevante del protocolo.
- La carga útil Ethersound, que son los paquetes de audio y control transmitidos a través de la red.

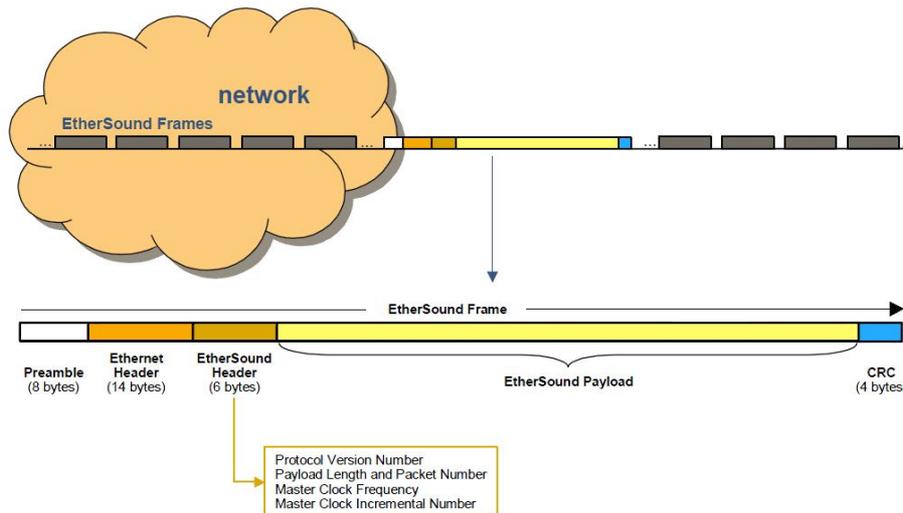


Figura 2.18. Trama Ethersound

La carga útil Ethersound, como las tramas Ethernet, está dividida en paquetes. Cada paquete está compuesto por:

- La cabecera del paquete, donde el tipo de paquete y su estructura son definidos.
- El paquete de datos.

La actual versión de Ethersound , transmite en cada trama dos paquetes:

- Un paquete de comando que transmite un comando. Este comando puede ser un comando de control o un comando de petición de estado.
- Un paquete de audio que transmite hasta 64 canales de audio a 44.1 Khz o 48 Khz.

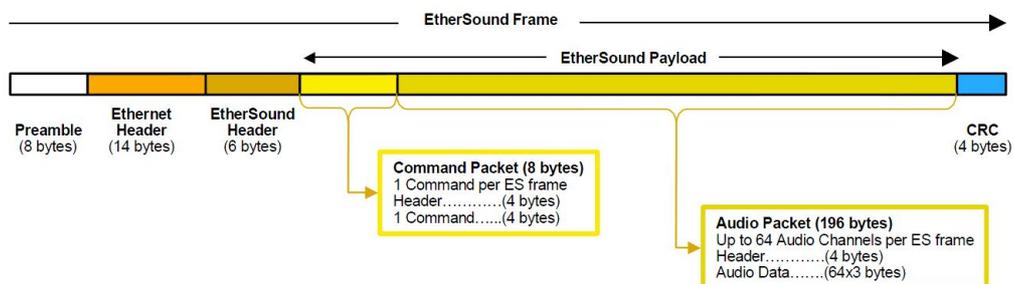


Figura 2.19. Carga útil, trama Ethersound

2.7.3 Ethersound versión 1

EtherSound versión 1 incluye las muestras de 24 bits de 64 canales de audio en un paquete y lo envía por la conexión en cadena con un ritmo de 48.000 paquetes por segundo.

El número de paquetes es igual a la frecuencia de muestreo de 48kHz, por lo que el dispositivo receptor puede utilizar el flujo de paquetes como una fuente para conseguir un wordclock estable. Todos los dispositivos de la conexión en cadena reciben los paquetes uno detrás del otro, sustituyendo y/o insertando rápidamente muestras individuales en los paquetes antes de que éstos continúen su trayecto, y todo ello en 1,4microsegundos.

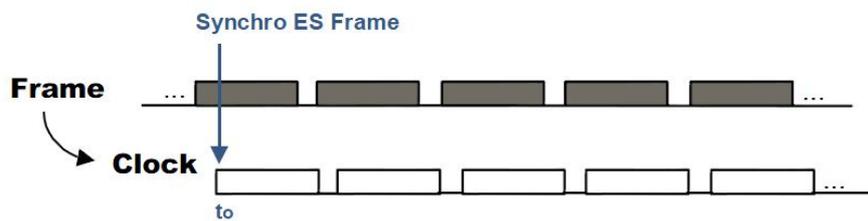


Figura 2.20. Sincronización tramas Ethersound

Un dispositivo que inserta audio en el flujo de paquetes se denomina dispositivo “maestro”.

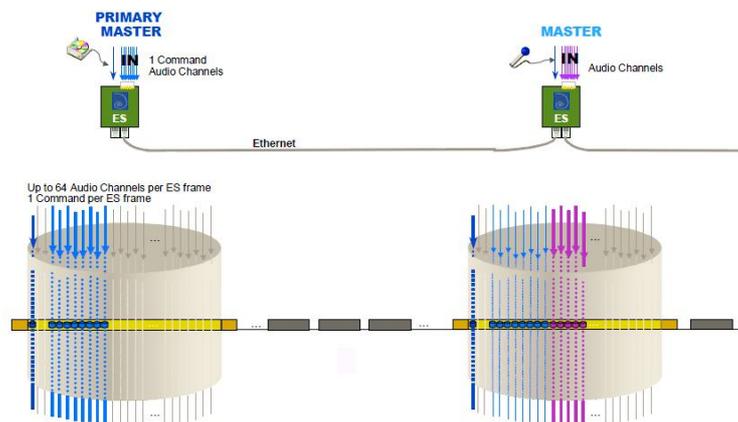


Figura 2.21. Master Ethersound

Un dispositivo que extrae canales del flujo de paquetes se denomina dispositivo “esclavo”. Al final de la conexión en cadena, en el último dispositivo, los paquetes de audio se envían al último conector sin nada conectado.

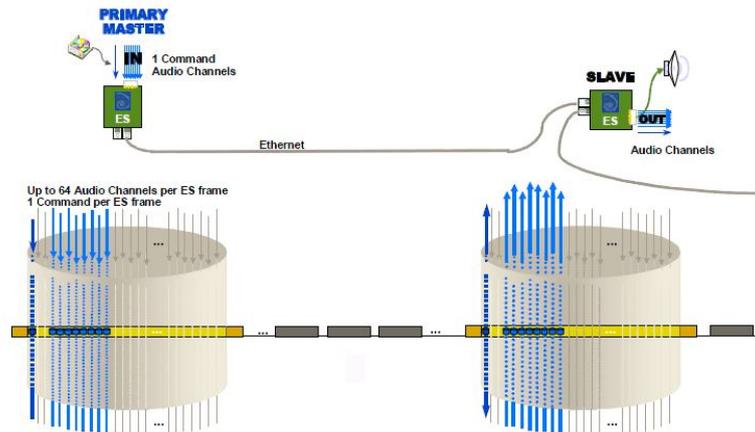


Figura 2.22. Slave Ethersound

Dentro de los paquetes, el primer dispositivo de la red también transmite algunos datos de control para controlar los ajustes del resto de los dispositivos. El primer dispositivo siempre es “maestro”: el primero en recibir los canales de audio en el flujo de paquetes.

Por lo tanto, todo el audio fluye del conector IN de los dispositivos al conector OUT; esta dirección se denomina “downstream”.

La conexión Ethernet también tiene una conexión que fluye del último dispositivo EtherSound al primero, denominado “upstream”. Esta conexión la utilizan los dispositivos para enviar la información de estado de nuevo al primer dispositivo. Un ordenador conectado al primer dispositivo puede controlar y monitorizar el resto de los dispositivos de la conexión en cadena utilizando software EtherSound Monitor.

2.7.4 Ethersound versión 2

Después de distribuirse las primeras licencias de EtherSound y de diseñar los primeros productos, como los de Digigram, Fostex/Netcira y Auvitran, los ingenieros de Digigram decidieron rellenar la conexión upstream también con audio, de forma que éste pudiera desplazarse no sólo del primer dispositivo al último, sino también a la inversa. Esto era posible con EtherSound versión 2 y posteriores, pero sólo si el hardware era compatible con este modo bidireccional.

En este modo, el último dispositivo de la conexión en cadena hace que el flujo de paquetes entre en un bucle, ofreciendo un sistema capaz de conectar 64 canales downstream y 64 canales upstream simultáneamente, lo que totaliza 128 canales.

Para que esto funcione, el último dispositivo debe estar programado para que aplique un bucle al audio, de downstream a upstream.

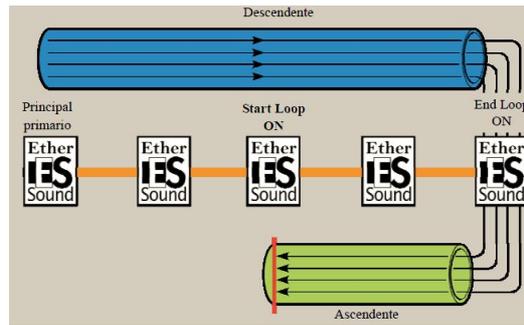


Figura 2.23. Ethersound Upstream/Downstream

Los datos upstream terminarán de nuevo en el primer dispositivo de la conexión en cadena, lo que significa que no se envían al conector IN, ya que esto sobrecargaría la NIC del ordenador conectado para controlar y monitorizar el sistema.

Para permitir el modo bidireccional, el vocabulario de EtherSound se amplió con “dispositivo loopback” y “Primary Master” respectivamente.

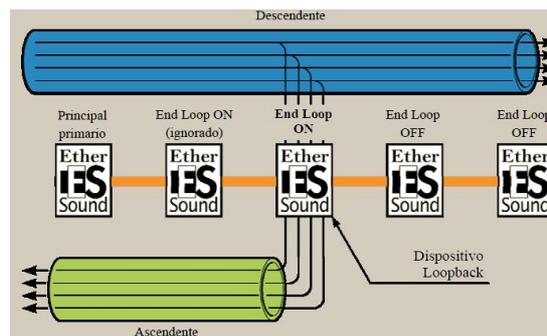


Figura 2.24. Dispositivo Loopback Ethersound

Cualquier dispositivo Ethersound puede ser el PrimaryMaster.

Puesto que el Primary Master también es la fuente wordclock, un sistema Ethersound no puede sincronizarse al mundo exterior, ya que fijaría la posición del dispositivo wordclock, y si se produjera una emergencia y el Primary Master cambiara, entonces el dispositivo sincronizado al mundo exterior dejaría de estar sincronizado.

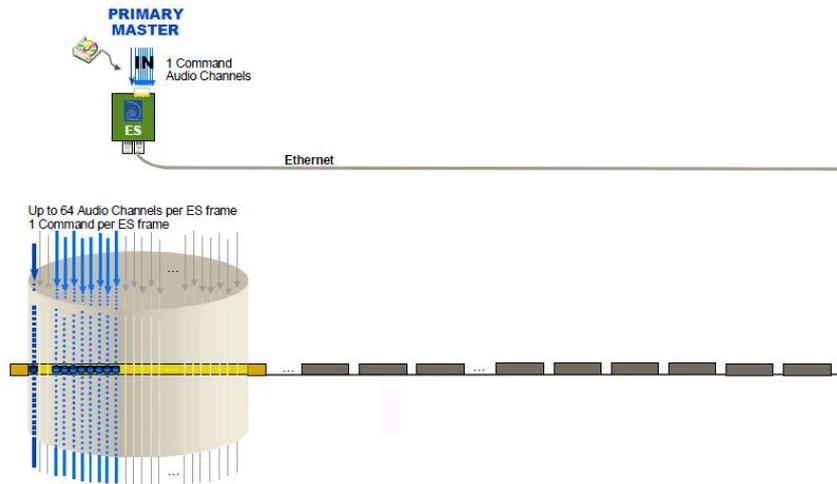


Figura 2.25. Primary Master Ethersound

Las últimas actualizaciones del protocolo EtherSound incluían los ajustes “principio del bucle” y “final del bucle”, que permiten la existencia de múltiples bucles en una conexión en cadena.

2.7.5 Ethersound ES-100

Utilizando una topología de conexión en cadena, EtherSound ofrece una configuración muy simple, baja latencia y una alta capacidad de canales. Pero existe un inconveniente... las conexiones en cadena son peligrosas. Si se estropea un cable o un dispositivo, la red se corta en dos partes.

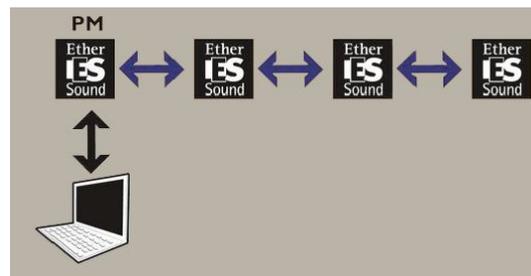


Figura 2.26. Conexión en cadena bidireccional

Utilizando los protocolos de enlace de Ethernet en un switch gestionable o en unidades específicas como la AV-RED de Auvitran, se pueden proteger cables específicos de una conexión en cadena, pero el sistema en sí no se puede recuperar de la mayoría de fuentes de errores en la red.

El ES100 [18] es la versión más reciente de EtherSound, con lo que se añade un protocolo de redundancia similar al Spanning Tree de Ethernet. Con este protocolo, la conexión en cadena se puede cerrar para convertirse en un anillo redundante, capaz de recuperarse con gran rapidez de cualquier fallo de la red.

Para este caso, el vocabulario de EtherSound se ha ampliado con un nombre para el dispositivo que gestiona el enlace de reserva en el anillo: el “Preferred Primary Master”. Para permitir que la redundancia se recupere de todas las conexiones de la red, debe utilizarse una forma especial de direccionamiento independiente del orden (más información sobre este tema, en un capítulo posterior).

La recuperación de fallos de los anillos ES100 con el reloj de emergencia activado en todos los dispositivos se produce prácticamente sin problemas.

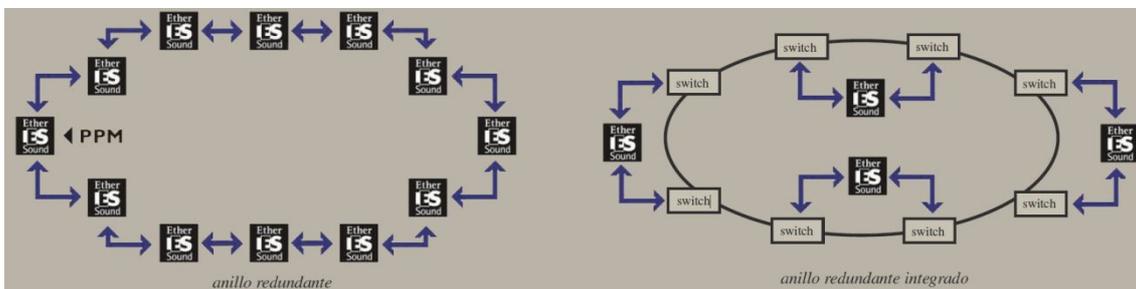


Figura 2.27. Conexión en anillo redundante y anillo redundante integrado

Ethersound fue diseñado fundamentalmente para topologías en anillo y de cadena (daisy chain). No obstante, en algunos casos la ubicación física de los dispositivos podría hacer recomendable una topología con bifurcaciones. Dicha topología es la de árbol. Al utilizar topologías de árbol, los dispositivos situados por debajo del conmutador no pueden transmitir a los canales ascendentes a través del conmutador.

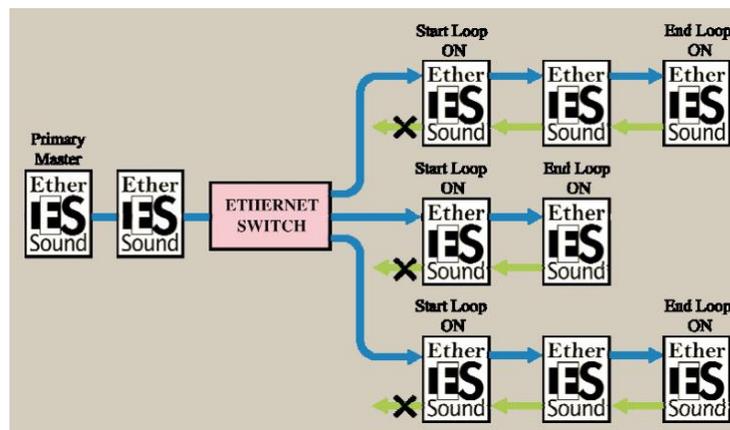


Figura 2.28. Conexión en estrella

2.7.6 Integración Ethersound ES-100 en una red

Un dispositivo ES100 envía audio como paquetes Ethernet estándar: difusión para downstream, un único destinatario para upstream. Esto permite que los flujos de paquetes del ES100 recorran la red utilizando VLANs.

En una red de topología en estrella, esto terminaría en un sistema no redundante, pero cuando el ES100 pasa en túnel por una topología en anillo, el sistema permanece redundante y ofrece la posibilidad de aplicar un túnel a otras VLANs junto con el flujo de audio del ES100, como vídeo IP, datos de control para los controladores de los altavoces, StudioManager, DME Designer, controles de luz DMX.

Si un anillo del eje central de una red Gigabit se fija con Spanning Tree Protocol, el tiempo de recuperación del ES100 se ralentiza según el intervalo de tiempo de recuperación del STP. Si se permite que sólo el ES100 sea una topología en anillo y el resto de la red una conexión en cadena sin ninguna redundancia, la recuperación del ES100 es prácticamente continua cuando se activa el reloj de emergencia.

Para realizar la integración de Ethersound ES-100 en una red Gigabit existen dos formas:

Una forma sería diseñar una estructura VLAN que conecte los segmentos del ES100 individualmente, considerando sólo la anchura de banda de los segmentos entre los dispositivos conectados; en la siguiente imagen las VLANs ESA, ESB, ESC y ESD conectan todos los segmentos del anillo. Esto permite utilizar switches de baja capacidad asequibles.

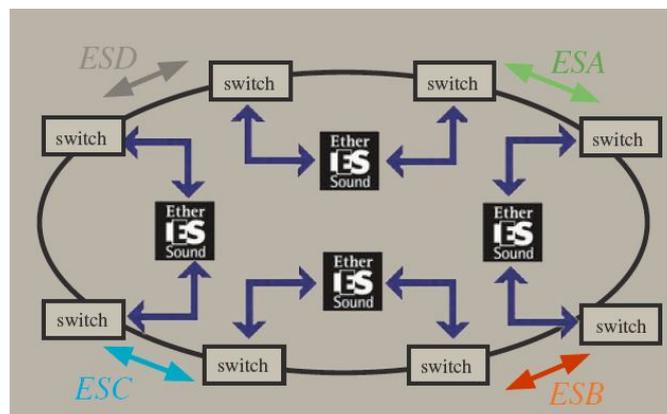


Figura 2.29. Sistema integrado ES-100 dependiente del orden

El inconveniente es que este tipo de sistemas ya no es independiente del orden; las ubicaciones deben conectarse de una forma predeterminada.

Aunque ahora físicamente, el sistema depende del orden, la conexión funcional de los dispositivos ES100 sigue siendo independiente del orden, por lo que sigue aceptando la redundancia del ES100.

Otra forma es diseñar las VLAN del segmento para cubrir todas las ubicaciones. Esto permite que las conexiones físicas de las ubicaciones sean independientes del orden. El inconveniente es que todas las ubicaciones contendrán los flujos de paquetes de emisión de todos los segmentos (una carga de aproximadamente 85 MB por flujo de paquetes, en la siguiente imagen 4 flujos por cable/8 flujos por switch), por lo que los switches deben ser de alta capacidad.

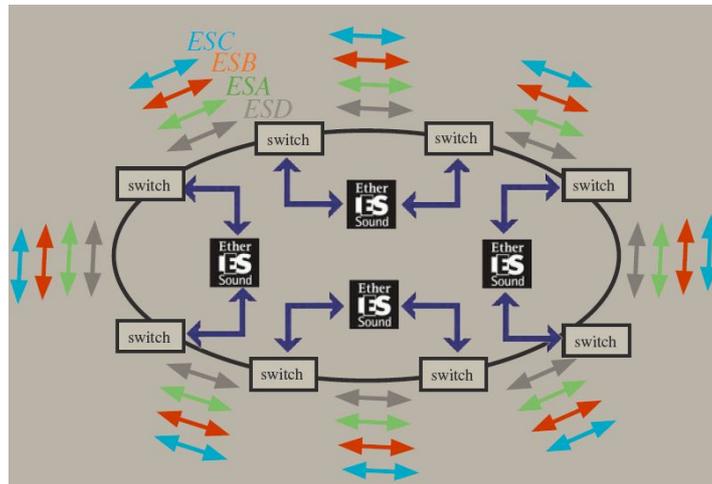


Figura 2.30. Sistema integrado ES100 independiente del orden

2.7.7 Direccionamiento Ethersound ES-100

Un flujo de paquetes Ethersound ES100 consta de 48.000 paquetes por segundo, cada uno con 64 muestras. Este arreglo utiliza una anchura de banda Ethernet de aproximadamente 85 MB.

Un dispositivo de un anillo ES100 acepta dos flujos de paquetes llamados “downstream” y “upstream”.

Los paquetes downstream son paquetes de emisión, recibidos del par RX del conector IN de 100 MB y enviados al par TX del conector OUT de 100 MB. Los paquetes upstream son paquetes unicast, recibidos del dispositivo downstream conectado al par RX del conector OUT, y enviado a la dirección MAC del dispositivo. Después de insertar/extraer canales, estos paquetes se envían a la dirección MAC del dispositivo upstream conectado al par TX del conector IN de 100 MB.

Aunque la explicación anterior suena muy compleja, es muy fácil de utilizar. Un dispositivo puede recibir canales del exterior en un flujo de paquetes downstream o upstream, seleccionando uno de los 64 canales del paquete.

2.7.8 Direccionamiento independiente del orden

La capacidad de enviar canales tanto downstream como upstream, significa que cada dispositivo puede enviar canales a 128 destinos: 64 canales downstream y 64 canales upstream.

Pero esto tiene una trampa: al direccionar canales de esta forma, se asume un orden fijo de los dispositivos del anillo.

Imaginemos una conexión en cadena del ES100 con un dispositivo que envía audio a un dispositivo downstream, utilizando el flujo de paquetes downstream. El dispositivo receptor recibe los canales del flujo de paquetes downstream y lo envía al terreno analógico.

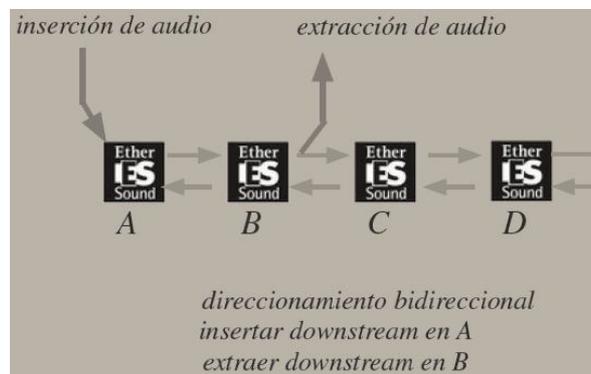


Figura 2.31. Inserción en A y extracción en B

Entonces, por algún motivo el dispositivo receptor se mueve a una posición upstream. Ahora el downstream ya no puede llegar al dispositivo receptor.

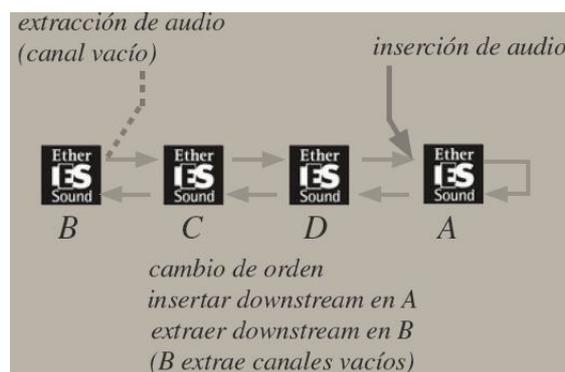


Figura 2.32. Extracción canal vacío

Esto significa que el direccionamiento de 128 canales depende del orden: si cambia el orden de los dispositivos, el direccionamiento será incorrecto.

La solución es el direccionamiento independiente del orden. Esto puede conseguirse simplemente insertando sólo canales downstream y extrayendo sólo upstream.

De esta forma, el direccionamiento permanece válido, independientemente del orden de los dispositivos en la conexión en cadena. Esto limita el recuento total de canales a 64.

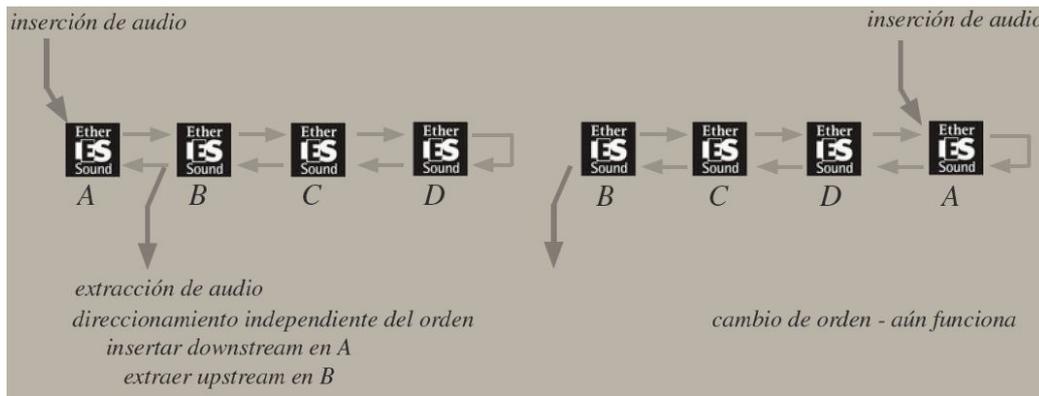


Figura 2.33. Direccionamiento independiente del orden

2.7.9 Ajustes en anillo de Ethersound ES-100

Una de las características principales del protocolo ES100 es la topología en anillo redundante, que asigna un dispositivo como “Preferred Primary Master” (PPM). El PPM bloqueará la entrada y la desbloqueará, tan pronto como se rompa el anillo.

En el estado redundante, el anillo funciona como una conexión en cadena, con el audio downstream empezando en el PPM y el upstream del dispositivo relativo al PPM operando como un dispositivo loopback.

Si el anillo está dañado, el PPM desbloqueará la entrada y el dispositivo downstream de la desconexión releva la función Primary Master. Por lo tanto, se formará una nueva conexión en cadena, con un Primary Master y un dispositivo loopback distintos, comparado con el estado redundante, con lo cual cambiará el orden de los dispositivos en la conexión en cadena funcional resultante.

Para que un sistema en anillo redundante pueda recuperar no sólo las conexiones, sino también el direccionamiento de audio, debe utilizarse el método de direccionamiento independiente del orden.

De hecho, tan pronto como se activa el modo de anillo en un sistema ES100 (asignando el PPM), la página de direccionamiento del software ES Monitor, permite inserciones sólo en los canales downstream y extracciones en los canales upstream.

El software no aceptará ningún otro direccionamiento.

2.7.10 Redundancia en Ethersound

Un sistema de topología en anillo ES100 integrado combina el protocolo de redundancia ES100 con el protocolo de redundancia de red Ethernet.

El protocolo de redundancia ES100 es muy rápido; si se activa el reloj de emergencia en todos los dispositivos, prácticamente no surgen problemas. Desafortunadamente, cuando el Spanning Tree Protocol del anillo Ethernet (que soporta el anillo ES100 a través de una estructura VLAN) empieza a reaccionar frente a un evento de emergencia, es posible que bloquee todos los puertos de la red durante un corto periodo de tiempo, impidiendo que el protocolo ES100 se restablezca de manera uniforme.

De nuevo, existen dos formas de utilizar los dos protocolos de redundancia.

Una forma es utilizarlos ambos, en cuyo caso el tiempo de recuperación del audio es lento, como mínimo de varios segundos.

Una forma alternativa es utilizar el sistema Ethernet como una conexión en cadena, cerrando el anillo sólo entre dos dispositivos ES100.

En este caso no es necesario STP, ya que la red física es una conexión en cadena no redundante. Sin embargo, las conexiones del ES100 forman un anillo redundante, con un tiempo de recuperación rápido.

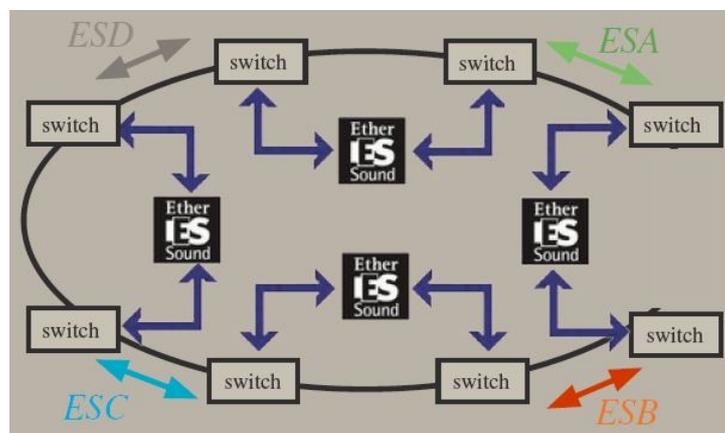


Figura 2.34. Anillo ES-100 en una conexión en cadena integrada

2.7.11 Latencia en redes Ethersound

En un estadio, un programa pregrabado o un anuncio desde la cabina de control puede tardar su tiempo en llegar a la audiencia. Pero desde el escenario, los intérpretes y la audiencia deben escuchar en tiempo real. Si la red de audio retarda la señal por encima del umbral de la audibilidad, el sistema es inútil.

Ethersound fue diseñado desde su comienzo para aplicaciones profesionales y minimizar la latencia fue un requerimiento clave.

Ningún otro protocolo ofrece tan baja latencia para tantos canales para esta frecuencia de muestreo (48 KHz). El tiempo de transmisión end-to-end entre la entrada y la salida es de 6 samples, o 125 microsegundos a 48 KHz. La latencia Ethersound es independiente del número de canales que se van a transmitir. Cada módulo entre la entrada y la salida de esta red introducirá latencia, pero cada módulo de la cadena Ethersound añadirá menos de 1.5 microsegundos, mientras que los switch Ethernet convencionales añadirán de 2 a 20 microsegundos. Incluso las redes Ethersound más complejas operan con una latencia de red de menos de medio milisegundo. En un sistema que incluye micrófonos, altavoces y otros aparatos analógicos, los que más incrementan la latencia total del sistema son los conversores analógico-digital y digital-analógico.

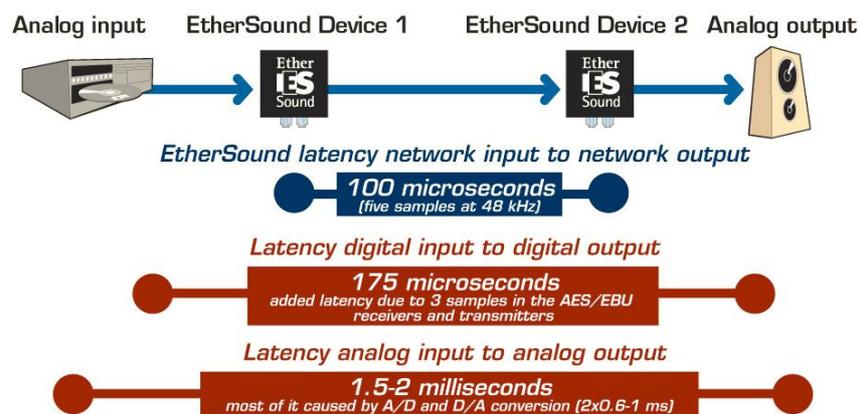


Figura 2.35. Latencia red Ethersound

A continuación se muestra un ejemplo del cálculo de la latencia en redes Ethersound:

Típica latencia introducida por la red Ethersound cuando se usan switches y largas distancias de cable Cat.5.

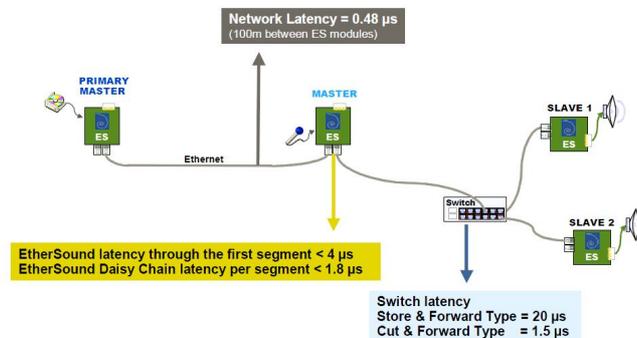


Figura 2.36. Cálculo latencia red Ethersound

2.7.12 Software Ethersound

La aplicación que permite la configuración de los dispositivos Ethersound y la gestión de la red Ethersound, direccionamiento de canales, enrutamineto, procesado, etc... se denomina ES-MONITOR [19].

Sus características son:

- Gestión de múltiples redes Ethersound desde un mismo interface.
- Conexión a la red Ethersound vía red Ethernet no dedicada.
- Aplicación multiusuario.
- Conexión al servidor desde cualquier lugar vía TCP/IP (internet). Posibilidad de control remoto para gestión y diagnostico del sistema.
- GPIO control.
- Detección automática de dispositivos en la red.
- Back up automático de la configuración para posteriores recargas del sistema.

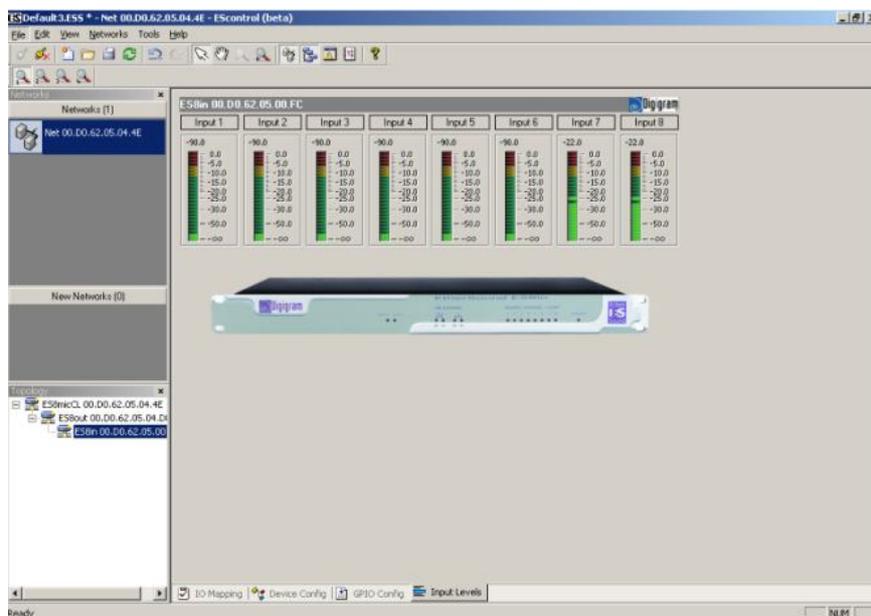


Figura 2.37. Captura pantalla ES-MONITOR (1)

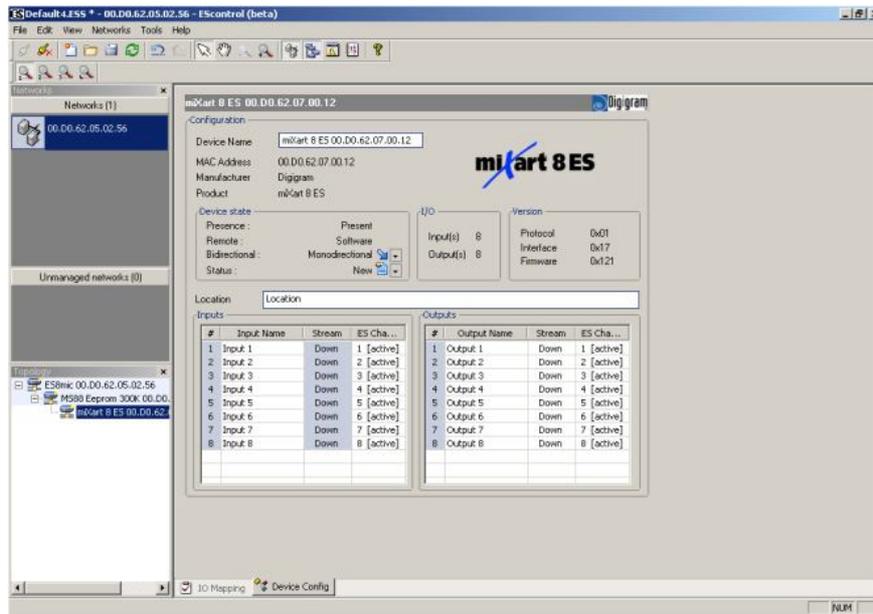


Figura 2.38. Captura pantalla ES-MONITOR (2)

2.7.13 Ventajas de la tecnología Ethersound

- Permite hasta 64 envíos y 64 retornos de audio no comprimido por un solo cable.
- Bidireccionalidad.
- Calidad de formato de audio: 24 bits PCM a 48 KHz.
- Latencia de red muy baja y estable, perfecta para el sonido en directo (104 μ s)
- Flexibilidad de red: Permite topologías en cadena, estrella, anillo, o combinación de ambas.
- Cumple completamente con el estándar Ethernet IEEE 802.3. Soporta periféricos de capa 2, como pueden ser los switches.
- Largas distancias: 100 metros con cable Cat.5 o varios kilómetros con fibra óptica.
- Compatibilidad: mesas de mezclas, amplificadores, altavoces auto-amplificados, procesadores, etc...

3 Equipamiento del sistema de sonorización del Bioparc

3.1 Introducción

En este capítulo se especificarán las características técnicas y funcionales del equipamiento hardware más importante que compone el sistema de sonorización de este proyecto.

A la hora de diseñar una instalación de esta índole, cabe tener en cuenta unos parámetros básicos de diseño para seleccionar adecuadamente el hardware necesario.

La topología física y lógica a emplear, tal y como se ha visto en el capítulo anterior cobra una importancia decisiva, así como también el medio a través del cual se va a transmitir la información.

Habrà que tener en cuenta que con toda seguridad será necesario realizar un proceso de conversión de medio de transmisión, lo cual condicionará la elección de los dispositivos encargados de esa tarea.

También será relevante la tecnología o tecnologías de transmisión de audio digital multicanal elegida, esa elección condicionará gran parte de la instalación. Ya que una elección errónea puede suponer un mayor coste económico en equipamiento y cableado.

Se definirán y detallaran las características de los DSPs encargados de procesar las señales de audio analógicas de entrada y salida y acondicionarlas para su posterior transmisión a través de la red.

En este proyecto se contará con dos DSPs funcionando en paralelo en ubicaciones físicas distintas para poder cubrir las necesidades de la instalación, pero a nivel de lógico se comportarán como un único dispositivo. Se estudiará cual es el procedimiento empleado para comunicarse entre los DSPs y como es su configuración.

Otro factor importante, será el del control remoto de los amplificadores y las líneas de megafonía, ya que al final será esa parte de la instalación la encargada de llegar a cada uno de los puntos del área de cobertura del zoológico.

Veremos las características técnicas de los transductores acústicos empleados para realizar la sonorización. Debido a que se trata de una instalación al aire libre los transductores empleados deberán cumplir unos requisitos mínimos en cuanto a protección a fenómenos ambientales, humedad, temperatura, etc...

3.2 Definición de Procesador Digital de Señal (DSP)

Un procesador digital de señales o DSP (sigla en inglés de digital signal processor) es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesamiento y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras (samples en inglés), normalmente provenientes de un convertor analógico/digital (ADC).

Se ha dicho que puede trabajar con señales analógicas, pero es un sistema digital, por lo tanto necesitará un convertor analógico/digital a su entrada y digital/analógico en la salida. Como todo sistema basado en procesador programable necesita una memoria donde almacenar los datos con los que trabajará y el programa que ejecuta.

Si se tiene en cuenta que un DSP puede trabajar con varios datos en paralelo y un diseño e instrucciones específicas para el procesamiento digital, se puede dar una idea de su enorme potencia para este tipo de aplicaciones. Estas características constituyen la principal diferencia de un DSP y otros tipos de procesadores.

3.3 Procesador digital de señal (DSP), Symnet 8x8 Express Cobra

3.3.1 Especificaciones

Symnet 8x8 Express Cobra [21] es un DSP para aplicaciones de audio que incorpora 2 procesadores Analog Devices SHARC 21161N @ 100 Mhz que permiten el procesamiento de hasta 200 MIPS (millones de instrucciones por segundo).

Los convertidores Sigma Delta A-D / D-A permiten una cuantificación de 24 bits.

Incorpora 8 entradas de audio balanceadas a nivel micro/línea y 8 salidas balanceadas a nivel de línea.

Dispone de un puerto Cobranet que incorpora el módulo CM-2 de Cirrus Logic que permite la transmisión de hasta 32 canales (16 canales en cada uno de los sentidos).

Especificaciones:

- Conversor A-D/D-A: 24-bit Sigma Delta
- Muestreo: 48 kHz, +/- 100 ppm
- Respuesta en frecuencia: +/- 0.5 dB, 20 Hz - 20 kHz
- A/D rango dinámico: > 110 dB (A-weighted)

- D/A rango dinámico: > 110 dB (A-weighted)
- Total THD+Ruido: < 0.005% @ 1 kHz, -1 dBFS
- Retardo de memoria: 43 seconds (mono)
- Impedancia de entrada: 6.67k Ohms, Balanced
- Impedancia de salida: 204 Ohms, Balanced
- Máximo nivel de entrada: +29 dBu, con 6 dB pad activado, +23 dBu sin pad (típico)
- Máximo nivel de salida: +24 dBu, 100k Ohms o +21 dBu, 600 Ohms (típico)
- Phantom power: +48 VDC, 10 mA (por entrada)
- CMR: > 70 dB @ 60 Hz
- Separación entre canales: > 100 dB @ 1 kHz

3.3.2 Hardware

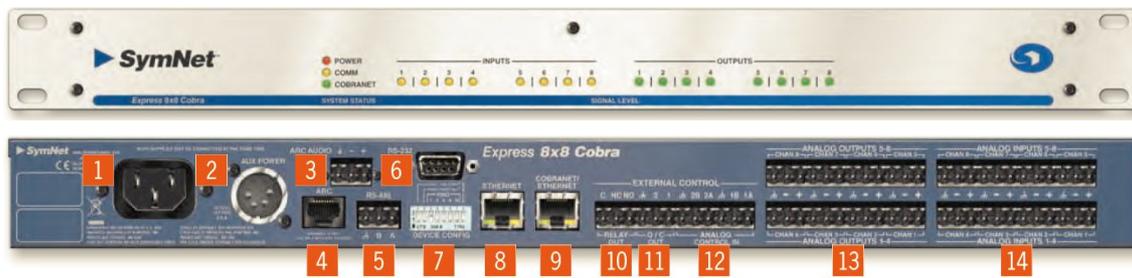


Figura 3.1. Symnet 8x8 Express Cobra

1. Alimentación principal: IEC cable (100-240 VAC, 50-60 Hz, 60 W)
2. Alimentación auxiliar: 24 VDC, 2.5 A, 60 W
3. ARC audio: Separa el canal de nivel de línea de audio del puerto ARC
4. ARC: Distribuye alimentación y señal RS-485 a uno o más dispositivos ARC
5. RS-485: Puerto de conexión para un dispositivo de control entrada/salida.
6. RS-232: Interface de comunicación serie para control desde PC o un 3^{er} dispositivo.
7. Configuración: Configura el modo del puerto RS-232, el baud rate, y el número de anillo (identificador hardware).
8. Ethernet: Puerto 10/100 Base-T Ethernet para el control a través de IP
9. Cobranet/Ethernet: Puerto 10/100 Base-T para audio Cobranet, 16 envíos/16 retornos
10. Salida de relé: 1 SPDT @ 3^a, 24 VDC
11. Salida de colector abierto: 2 salidas de colector abierto, 5V
12. Entrada de control: 2 entradas de control analógicas
13. Salidas analógicas: 8 salidas analógicas de nivel de línea con nivel seleccionable de señal vía software
14. Entradas analógicas: 8 entradas analógicas de nivel micro/línea con nivel seleccionable de señal vía software

3.3.3 Software Symnet Designer

Symnet Designer [22] es una aplicación para Windows que controla y configura el hardware de Symnet.

Symnet Designer usa tecnología CAD para permitir que el diseñador de sistemas de audio diseñe sistemas complejos de procesamiento digital de audio.

Los diseños generados por el diseñador pueden ser rápidamente compilados y descargados al hardware con sólo presionar una tecla.

El enfoque del Symnet designer no limita al diseñador a un conjunto de procesos predeterminados de fábrica, sino que permite crear procesos más complejos a partir de procesos básicos.

El usuario está habilitado para seleccionar el número de procesos necesarios para lograr la funcionalidad deseada.

Utiliza la tecnología arrastrar y soltar (drag and drop) para la programación de los diseños.

Cuando el usuario descarga el diseño, el código binario de los procesos elegidos son dinámicamente ubicados en uno de los dos procesadores DSP de coma flotante.

En ese momento son asignados recursos de DSP y memoria para cada proceso, siempre que haya recursos disponibles.

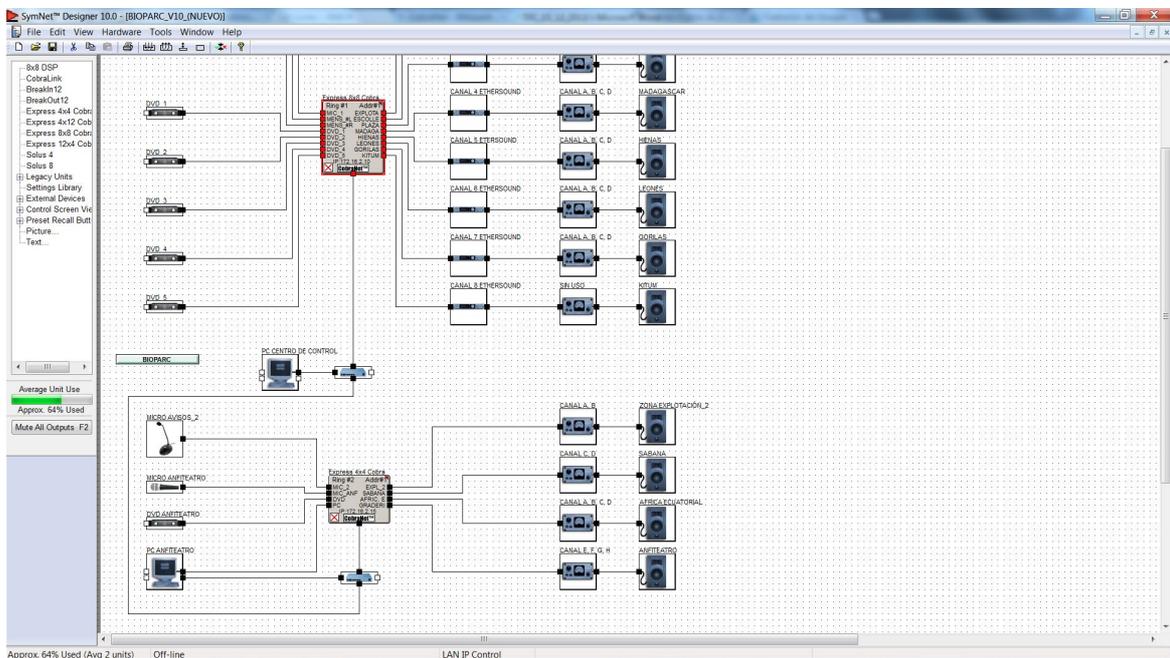


Figura 3.2. Symnet Designer 10.0

3.4 Transmisor/receptor Ethersound Netcira MS-88



Figura 3.3. Bastidor MS-88 con tarjeta bidireccional IO-2C

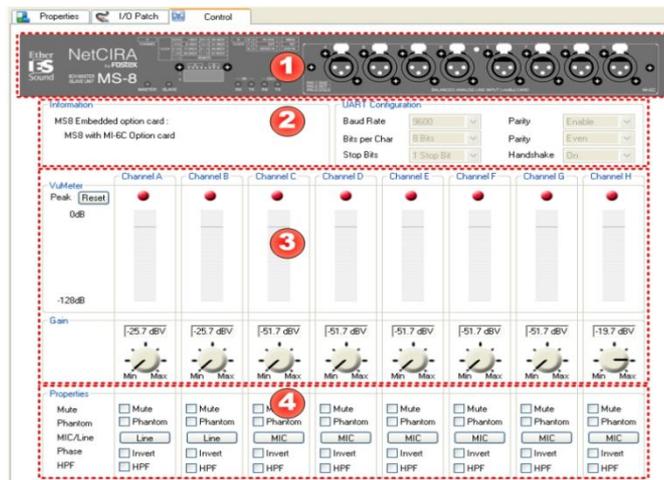
El bastidor Netcira MS-88 [23] es un dispositivo Ethersound que puede hacer funciones de transmisor (master) o receptor (slave).

Acepta tarjetas de entrada o salida en formato de audio balanceado a nivel de micro/línea o no balanceado a nivel de línea, así como en formato digital S-PDIF y AES-EBU.

El MS-88 es capaz de codificar/decodificar canales Ethersound en cualquier dirección (upstream o downstream) sobre un único cable UTP Cat.5.

Especificaciones:

- Configuración automática como transmisor (master) o receptor (slave) dependiendo de la tarjeta insertada.
- Asignación de canales de transmisión/recepción en bloque de 8 canales desde el panel frontal o de manera libre a través de software.
- Permite sincronización interna, externa o Word clock digital con entrada salida en formato BNC.
- Muestreo seleccionable a 44.1 Khz o 48 Khz.
- Puerto RS-232 para control desde PC, o desde un 3^{er} dispositivo de control
- Conectores profesionales Neutrik EtherCon RJ45.



1. Control del estado del hardware
2. Información del tipo de tarjeta insertada y configuración del interface RS-232
3. Ganancia y nivel de señal de los canales
4. Configuración de las entradas/salidas

Figura 3.4. Netcira MS-88 controlado por software

3.5 Tarjeta de entradas/salidas bidireccional Netcira I/O-2C

Tarjeta Ethersound bidireccional que permite la transmisión de 8 canales de audio balanceado a nivel de línea y la recepción de 8 canales de audio balanceado a nivel de línea.



Figura 3.5. Tarjeta bidireccional Ethersound I/O 2C

Especificaciones:

- 8 entradas de nivel micro/línea balanceadas y 8 salidas de nivel de línea balanceadas en formato DB-25.
- Alimentación phantom de +48 V.
- PAD (micro/línea).
- Filtro paso alto.
- Control de nivel de entrada/salida desde panel frontal o vía software.
- Selección de canales en bloques de 8 canales desde panel frontal o canales independientes vía software.

3.6 Receptor Ethersound Neticira ES2-PRO

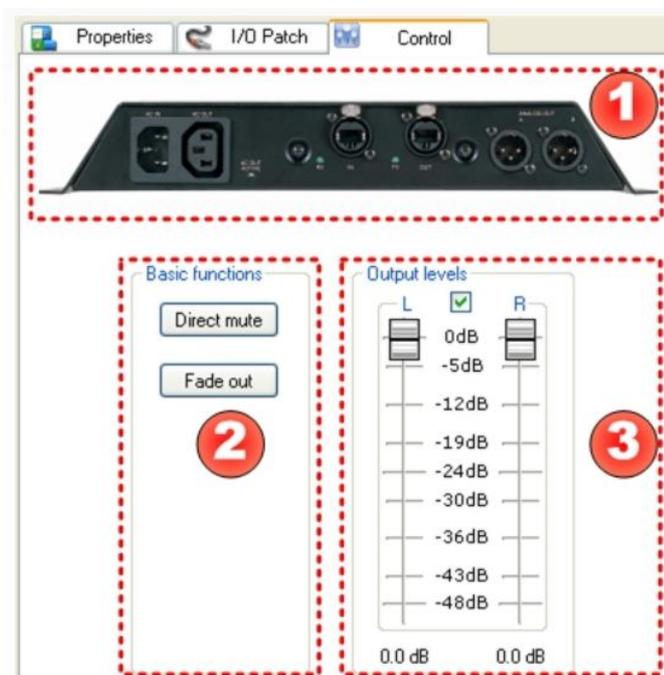


Figura 3.6. Receptor Ethersound (slave) Neticira ES2-PRO

Receptor Ethersound de nivel profesional Neticira ES2-PRO [24]. Permite la recepción de dos canales Ethersound. Admite la recepción simultánea del mismo canal para aplicaciones estéreo o dos canales independientes.

Especificaciones:

- Recepción de un canal simultáneamente en paralelo o dos canales independientes.
- Control remoto de la activación de la alimentación primaria
- Salida de señal balanceada a nivel de línea
- Selección de los canales desde panel frontal o vía software
- Control de volumen a través de software
- Conectores profesionales Neutrik Ethercon RJ45



1. Control del estado del hardware
2. Control del mute y fading
3. Control del nivel de salida de los dos canales

Figura 3.7. NetCIRA ES2-PRO controlado por software

3.7 Controlador de red Labgruppen NLB-60



Figura 3.8. Controlador de red Labgruppen NLB-60

1. Puerto Ethernet 10/100 Base-T con conector profesional Neutrik Ethercon RJ45 para control a través de IP
2. Puertos RJ45 de entrada salida Nomadlink para conexión con etapas de potencia LABGRUPPEN
3. Puertos GPI (General Purpose Input)
4. Alimentación primaria (100–240 VAC 50 Hz, 35 W)

El controlador de red Labgruppen NLB-60 [25] permite como elemento independiente la monitorización de los parámetros del amplificador, detectando condiciones de fallo, y controlando funciones como el apagado/encendido secuencial de los amplificadores utilizando un protocolo propietario denominado Nomadlink que permite el control de hasta 60 amplificadores.

Si se conecta el controlador a un PC, mediante la aplicación Device Control aumentan las posibilidades de control y monitorización disponibles a través de Nomadlink.

En esta configuración el controlador funciona como puente proporcionando información del estatus del amplificador e información operacional al host conectado a través de una red TCP/IP estándar.

También permite transmitir la configuración de control generada desde la aplicación Device Control al controlador NLB-60.

Permite la creación de múltiples niveles de privilegio para prevenir el acceso no autorizado a la red de control de los amplificadores.

Para permitir la ubicación remota de los amplificadores, el protocolo Nomadlink permite una distancia de hasta 300 metros entre cualesquiera dos dispositivos Nomadlink y una distancia total del bucle de hasta 700 metros utilizando cables UTP Cat.5 convencionales.

El NLB dispone de tres entradas GPI (General Purpose Inputs), una entrada de control por voltaje y dos entradas de contacto.

El controlador de red es capaz de gestionar hasta 16 subredes a través de TCP/IP con 60 amplificadores cada una lo que suma un total de 960 amplificadores en su configuración más compleja.

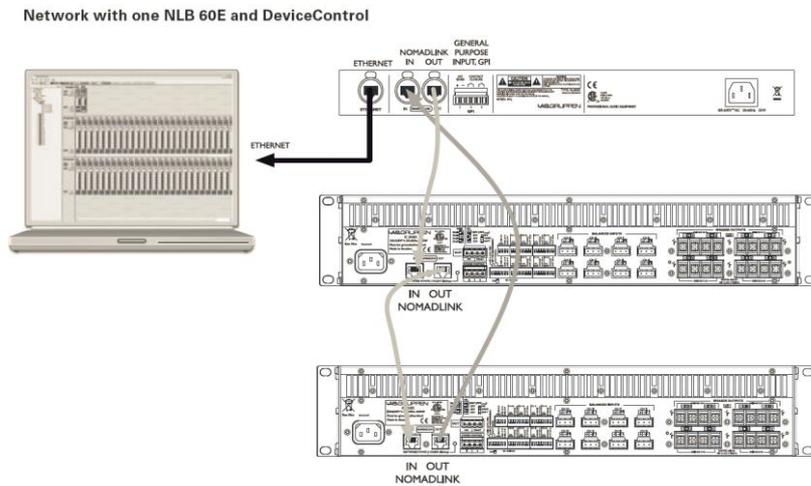


Figura 3.9. Configuración básica del controlador NLB-60

Multiple NomadLink® subnets connected to Ethernet LAN and controlled from single PC (up to 16 subnet's possible)

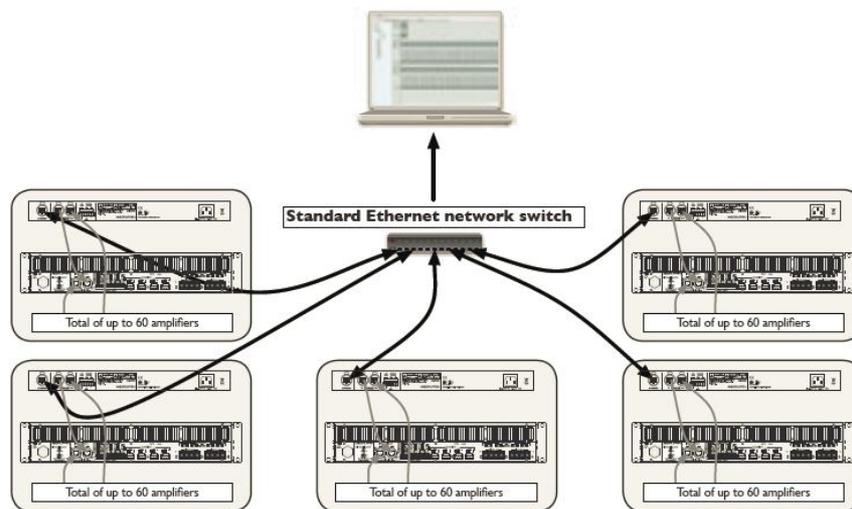


Figura 3.10. Múltiples controladores conectados a un único PC

Como se ha mencionado anteriormente Device Control es una potente herramienta que permite el control y monitorización del estado de los amplificadores a través de la red TCP/IP.

Ofrece la posibilidad de gestionar los amplificadores por zonas, dispositivos o canales de amplificación lo cual dota de una flexibilidad enorme al sistema.

3.8 Etapa de potencia Labgruppen Serie C

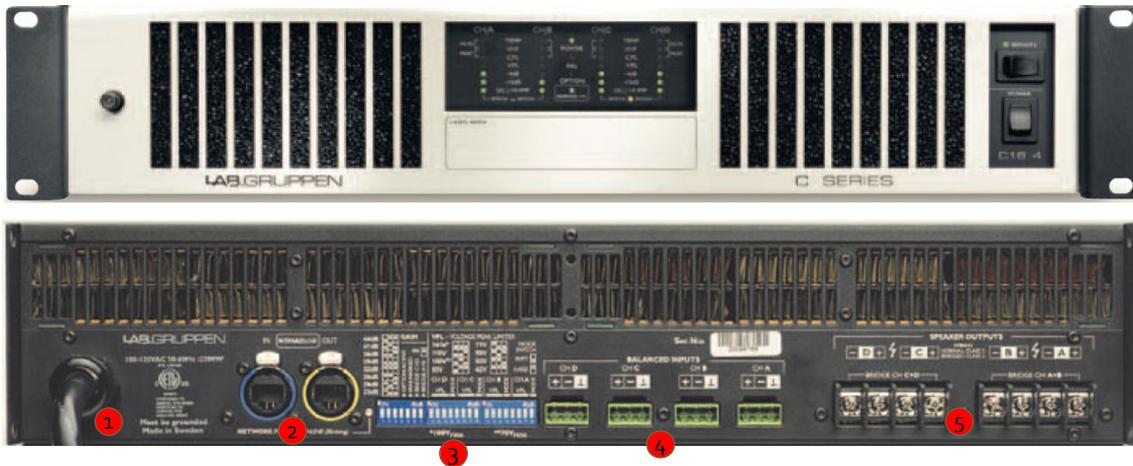


Figura 3.11. Etapa de potencia Labgruppen serie C

1. Alimentación primaria 115-240 V, 16 A
2. Puertos RJ45 de entrada/salida Nomadlink para conexión con controlador NLB-60.
3. Dip-switches para la configuración de los parámetros del amplificador
4. Entradas de señal balanceada a nivel de línea.
5. Salidas de potencia en baja o alta impedancia seleccionable mediante la configuración de VPL (Voltage Peak Limiter)

La serie C de etapas de potencia Labgruppen [26] dispone de modelos de cuatro y ocho canales independientes de potencia que pueden funcionar con cargas de 16, 8, 4 Ω o con líneas de alta impedancia a 70 o 100 V RMS.

Debido su tecnología patentada que permite al amplificador trabajar en clase TD que aúna la eficiencia de la clase D con la superior calidad sónica de la clase B.

Permite la conexión mediante sus puertos RJ45 a una red Nomadlik que proporciona control, monitorización y gestión remota.

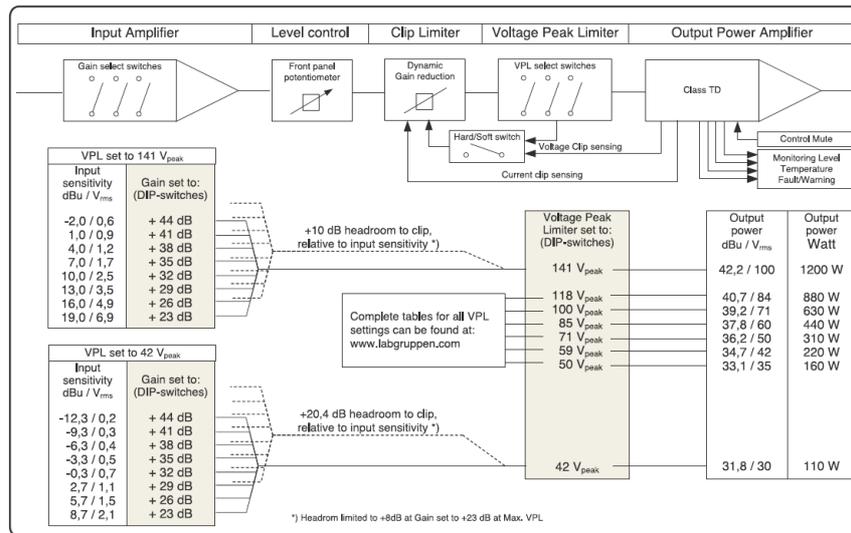


Figura 3.12. Esquema de bloques y posibilidades de configuración

3.9 Reproductor de mensajes Alcorn McBride AM-4



Figura 3.13. Reproductor de mensajes Alcorn McBride AM-4

Nota: La configuración empleada en el proyecto incluye un módulo de comunicación Ethernet, y salidas de audio en formato balanceado. Ambos módulos no aparecen en la configuración de la figura anterior.

El reproductor de mensajes Alcorn McBride AM-4 [27] permite reproducir pistas de audio en formato mp3 y WAV.

Permite el almacenamiento de las pistas de audio en una tarjeta compact flash, para su acceso y reproducción inmediatos.

Se pueden crear y editar las pistas de audio usando un PC de escritorio y posteriormente volcarlas en el reproductor de mensajes vía Ethernet por medio de un servidor FTP incorporado en el reproductor.

Las pistas de audio pueden ser activadas usando cierre de contactos, por control de voltaje, puerto RS-232, y Ethernet.

Admite asimismo la reproducción programada de mensajes y la creación de listas de reproducción.

Especificaciones:

- Resolución DAC: 16 bits
- Rango dinámico: 94 dB
- Respuesta en frecuencia: 10 – 20 Khz +/- 0.1 dB
- Nivel de salida: + 4 dB (balanceada)
- Compact flash: 2 GB max.
- Formatos de audio soportados: mp3 fijo/variable bit rate, y 16 bit PCM (WAV)
- Puerto Ethernet RJ-45 10/100 baseT
- Protocolos soportados: FTP (File Transfer Protocol), y UDP control protocol
- Entradas de control paralelo: DB-37F
- Puerto serie RS-232
- Tiempo de respuesta: menor de 33 ms

La aplicación Digital Media Manager facilita la gestión del reproductor digital de mensajes, permitiendo reproducir pistas, crear listas de reproducción, programar listas de reproducción en función del día, la fecha y la hora.

Por otra parte gracias al servidor FTP que incorpora el reproductor, será posible descargar tanto las pistas de audio, como las listas de reproducción y su programación de forma remota.

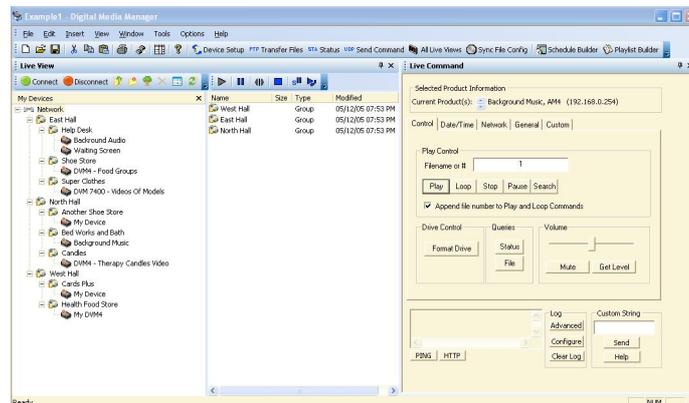


Figura 3.14. Software de gestión del reproductor digital

3.10 Touch panel PC Axiomtek GOT-5100T



Figura 3.15. Touch panel PC AXIOMTEK 5100T

Especificaciones:

- Display: Panel LCD 12.4" SVGA TFT
- Brillo (cd/m^2): 230 nits
- Resolución: 1280 x 1024
- Ángulo de vision: 140°/120°
- CPU: Intel Atom N270 1.6 GHz
- Memoria RAM: 1 GB DDR2 SODIMM
- Almacenamiento: 80 GB 2.5" SATA HDD, Compact Flash
- Tarjeta gráfica: Intel integrada 945GSE
- Puerto serie RS-232
- Puerto multipropósito RS-232/422/485
- 4 x USB 2.0
- Puerto Ethernet 10/100/1000 Mbps
- Salida de audio nivel de línea
- Salida gráfica VGA
- Pantalla táctil: Tipo resistiva
- Índice de protección: IP-65
- Dimensiones: 292.5 x 45.8 x 235 mm
- Peso: 1.8 Kg

3.11 Caja acústica Tannoy DI-5T



Figura 3.16. Caja acústica TANNROY DI-5T

Se trata de un recinto acústico compacto para instalaciones de intemperie con un transductor de 130 mm (4.5”). Diseñado específicamente para refuerzo sonoro en instalaciones al aire libre [28].

Protección a la intemperie IP-64 EN-60529 y fabricada en poliestireno de alto impacto (HIPS).

Va equipada con un transformador de bajas pérdidas con una potencia máxima de 30 W con selector de 70 o 100 V para su funcionamiento en líneas de alta impedancia.

Especificaciones:

- Respuesta en frecuencia: 90 – 25 KHz @ -3dB
- Sensibilidad. 88 dB (1 W @ 1 m)
- Ángulo de cobertura: 90° cónico
- Factor de directividad (Q): 5.3 @ 1 -10 KHz
- SPL máximo: 103 dB
- Impedancia nominal: 6 Ohms
- Transformador: 30,15,7.5 W y baja impedancia en líneas de 70 y 100 V
- Recinto: Poliestireno de alto impacto (HIPS)
- Protección a la intemperie: IP-64 EN-60529
- Dimensiones: 240.7 x 155 x 162 mm
- Peso neto: 2.7 Kg

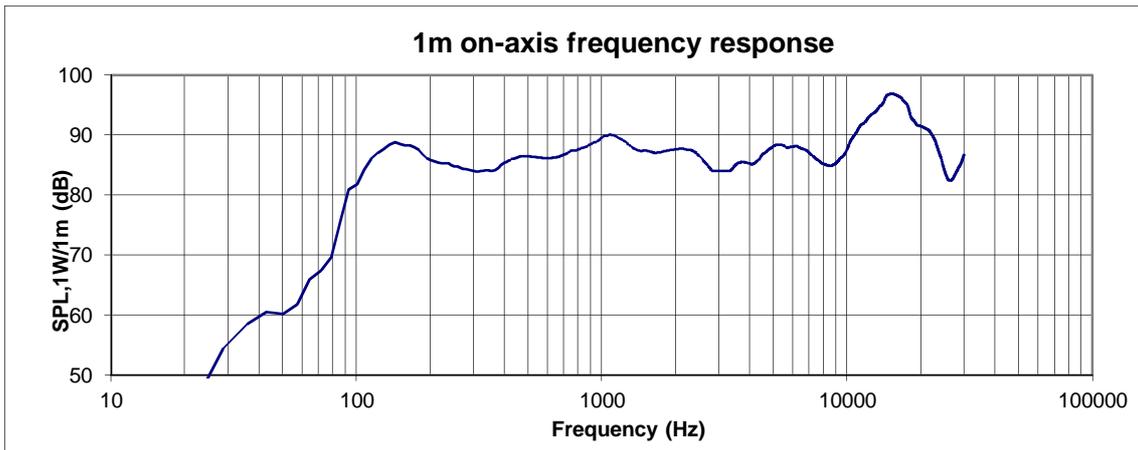


Figura 3.17. Respuesta en frecuencia (on-axis)

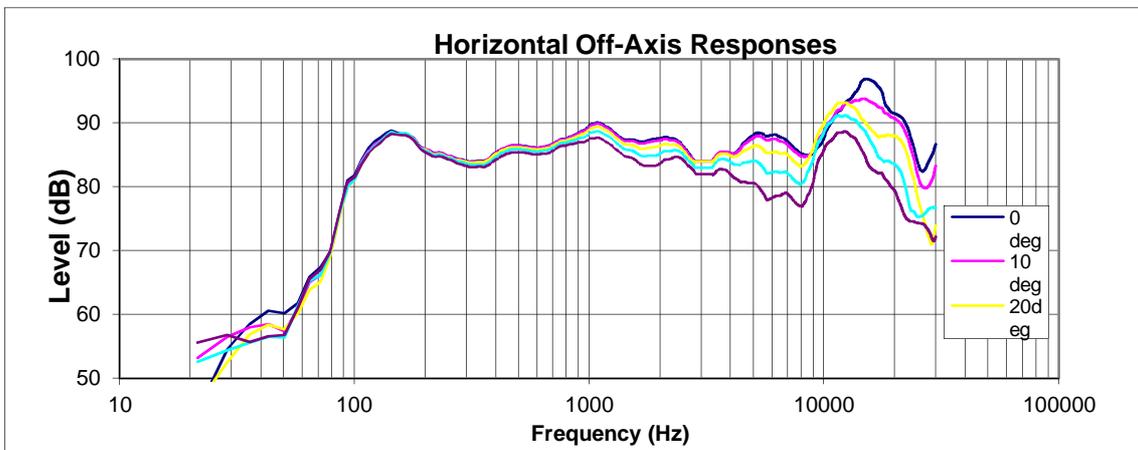


Figura 3.18. Respuesta en frecuencia (off-axis)

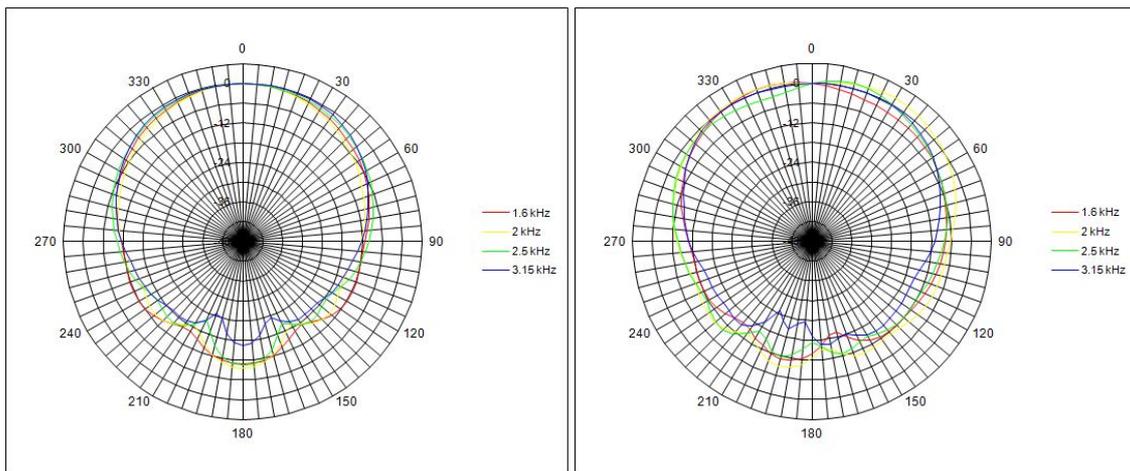


Figura 3.19. Diagrama polar 1/3 octava (Horizontal / Vertical)

4 Distribución de zonas, topología física e interconexión de sistemas

En este apartado se enumerarán y definirán las zonas o áreas susceptibles de ser sonorizadas en las que se ha dividido la instalación.

Una vez hecho esto se detallará el equipamiento encargado de dar servicio a cada una de las zonas, así como la interconexión entre ellos tanto a nivel de red como de electrónica específica de audio.

4.1 Definición de las zonas del Bioparc a sonorizar

En la actualidad las instalaciones del Bioparc están sectorizadas en once zonas diferenciadas en lo que a sonorización se refiere.

Ello quiere decir que tanto a nivel de avisos manuales o pregrabados como de programa convencional pueden funcionar de una forma totalmente independiente unas de otras o de forma conjunta en función de las necesidades de la instalación.

A continuación se muestra una tabla donde se detallan cada una de estas zonas:

ZONA	NOMBRE ZONA	Nº LÍNEAS MEGAFONÍA	POTENCIA TOTAL	NÚMERO DE ALTAVOCES	TIPO TRANSMISIÓN
1	Explotación	5	2000 W	42	Cobranet / Analógica
2	Juegos / Parrilla	1	400 W	15	Analógica
3	Plaza de entrada	3	1200 W	9	Ethersound
4	Madagascar	4	1600 W	23	Ethersound
5	Hienas	4	1600 W	25	Ethersound
6	Leones	4	1600 W	24	Ethersound
7	Gorilas	4	1600 W	26	Ethersound
8	Kitum	Pendiente	Pendiente	Pendiente	Pendiente
9	Sabana	2	800 W	21	Cobranet
10	Bosque ecuatorial	4	1600 W	29	Cobranet
11	Anfiteatro	8	2000 W	16	Cobranet

Tabla 4.1. Definición zonas megafonía Bioparc

Nota: Aunque en el proyecto se ha tenido en cuenta la zona de Kitum a todos los efectos, esta zona se encuentra actualmente pendiente de sonorizar



Figura 4.1. Sectorización zonas Bioparc (Parque)

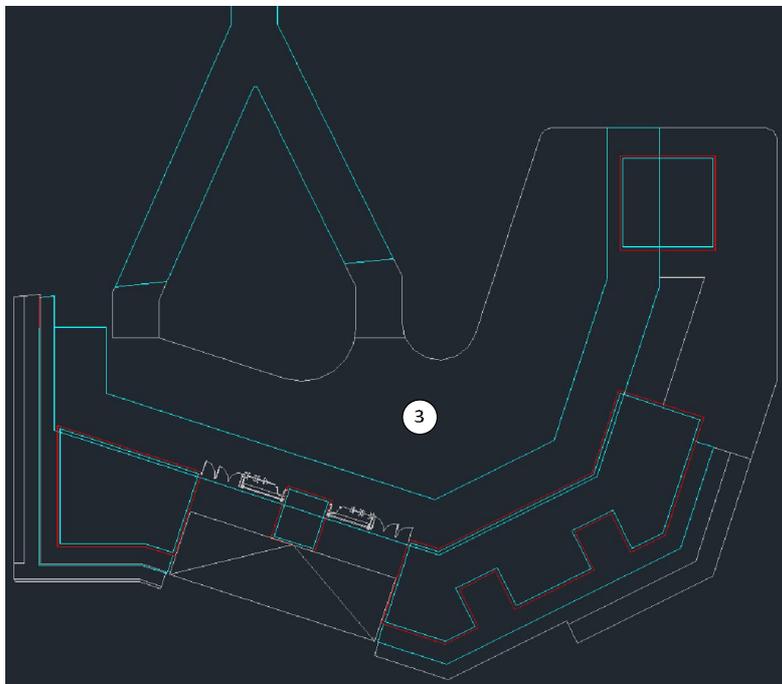


Figura 4.2. Sectorización zonas Bioparc (Acceso Zoológico)

4.2 Ubicación del equipamiento de audio

Para poder dar servicio a todas las zonas mencionadas en el apartado anterior, el equipamiento necesario se ha distribuido en un total de ocho ubicaciones distintas las cuales están interconectadas entre ellas por medio de fibra óptica monomodo (Single Mode Fiber).

Dos de estas ubicaciones permiten la transmisión / recepción de canales de audio tanto para insertar como para extraer canales de audio, y las restantes permiten sólo la recepción de los canales de audio generados.

Existen ubicaciones que proporcionan servicio a más de una única zona, lo que permite optimizar el espacio dedicado a la instalación de equipamiento.

El equipamiento necesario se encuentra instalado sobre bastidores rack de 19" con unas dimensiones de 15", 24", 42" de altura en función de las necesidades y la cantidad de equipos instalados.

NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE UBICACIÓN	CONTROL SISTEMA	ZONAS DE COBERTURA
Rack #1	Oficinas	Transmisión / Recepción	Si	Explotación
				Juegos / Parrilla
Rack #2	Anfiteatro	Transmisión / Recepción	Si	Explotación
				Sabana
				Bosque Ecuatorial
				Anfiteatro
Rack #3	Acceso Zoológico	Recepción	No	Plaza de entrada
Rack #4	Cuarto de servicio 1	Recepción	No	Madagascar
Rack #5	Sala Filtración	Recepción	No	Hienas
Rack #6	Cuarto de servicio 2	Recepción	No	Leones
Rack #7	Cuarto de servicio 3	Recepción	No	Gorilas
Rack #8	Cuarto de servicio 4	Recepción	No	Kitum

Tabla 4.2. Ubicación del equipamiento de audio

Nota: Sólo se han detallado las ubicaciones específicas donde se ha instalado equipamiento de audio para dar servicio a las zonas de megafonía.

En la tabla anterior no figuran las ubicaciones intermedias con elementos de red que permiten la interconexión entre las diferentes ubicaciones.

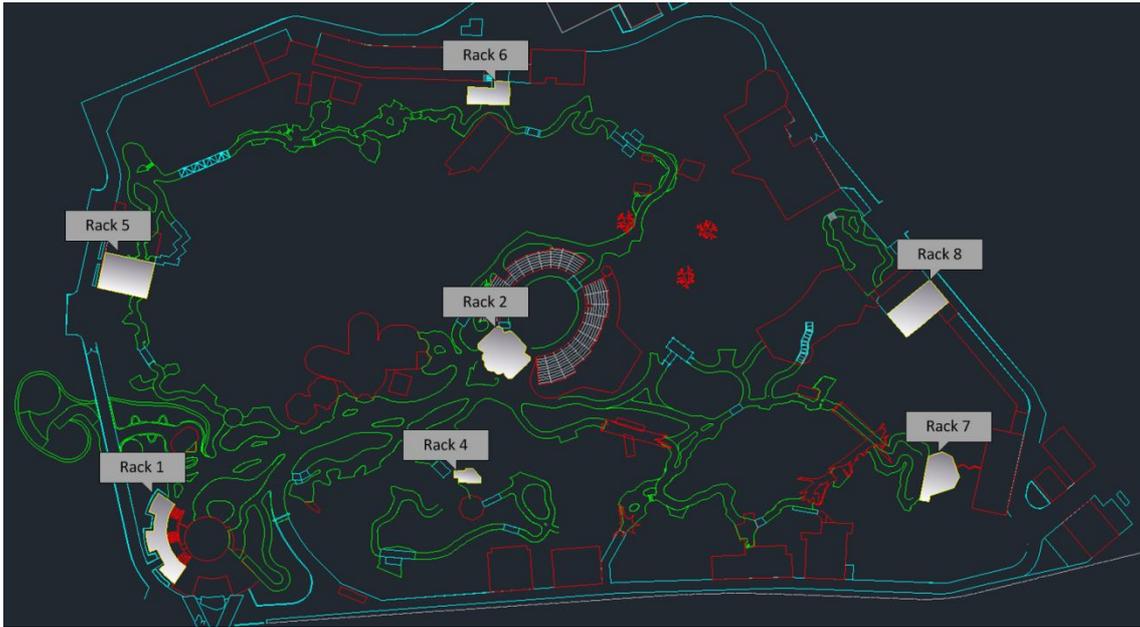


Figura 4.3. Ubicación Racks Bioparc (Parque)

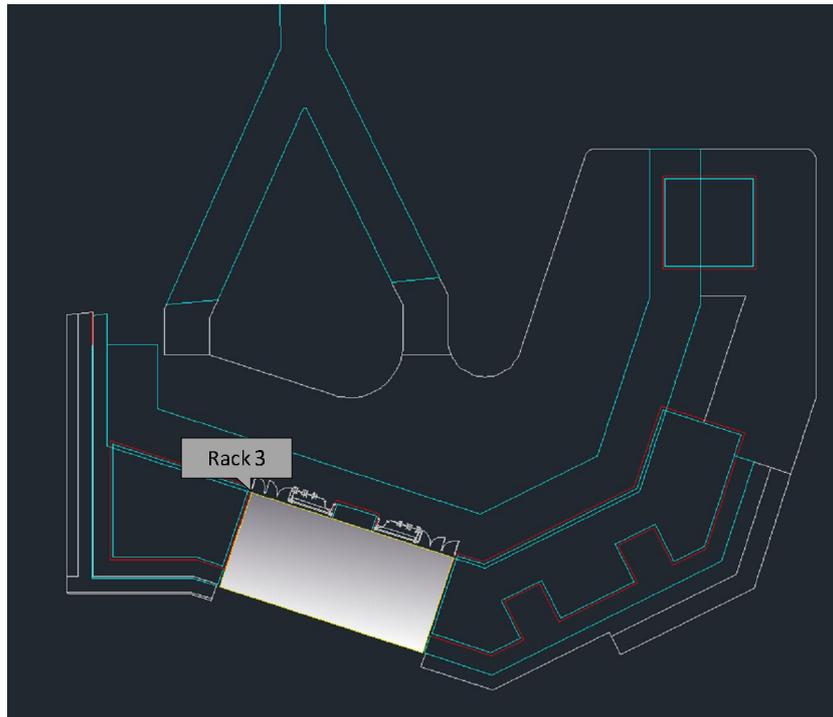


Figura 4.4. Ubicación Racks Bioparc (Acceso)

4.2.1 Equipamiento instalado en las ubicaciones

En este apartado se definirá y enumerará el equipamiento instalado en cada una de las ubicaciones, así como la información básica del hardware que nos permitirá posteriormente caracterizar a nivel de topología de red, equipos y programación el proyecto de instalación.

Se definirán únicamente los equipos principales necesarios para el funcionamiento del sistema, obviando los elementos accesorios como pueden ser por ejemplo, reproductores de audio o sistemas de microfonía, etc.

Como se ha señalado anteriormente de todas las ubicaciones donde se ha instalado equipamiento, cobran especial importancia dos de ellas ya que estas incorporan DSP's de audio que nos permitirán el dotar de inteligencia a la instalación.

A continuación se detalla el equipamiento disponible en cada una de las ubicaciones definidas anteriormente.

- **RACK #1 (Oficinas)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
Symnet 8x8 Express Cobra	Procesador Digital de Audio (DSP)	172.16.3.10 / 24	301 (Control)
			303 (Cobranet)
NetCIRA MS-88	Transmisor / Receptor Ethersound	---	301 (Control)
			302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.11 / 24	301 (Control)
Alcorn McBRIDE AM-4	Reproductor digital de mensajes	172.16.3.12 / 24	301 (Control)
AXYOMTEK GOT-5100	Pantalla táctil	172.16.3.13 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.31 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.3. Equipamiento RACK 1 (Oficinas)

- **RACK #2 (Anfiteatro)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
Symnet 8x8 Express Cobra	Procesador Digital de Audio (DSP)	172.16.3.20 / 24	301 (Control)
			303 (Cobranet)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.21 / 24	301 (Control)
AXYOMTEK GOT-5100	Pantalla táctil	172.16.3.22 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.32 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---
Labgruppen C20:8X	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.4. Equipamiento RACK 2 (Anfiteatro)

- **RACK #3 (Acceso Zoológico)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.31 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.33 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.5. Equipamiento RACK 3 (Acceso Zoológico)

- **RACK #4 (Cuarto de servicio 1)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.41 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.34 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.6. Equipamiento RACK 4 (Cuarto de Servicio 1)

- **RACK #5 (Sala de Filtración)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.51 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.35 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.7. Equipamiento RACK 5 (Sala de Filtración)

- **RACK #6 (Cuarto de Servicio 2)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.61 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.36 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.8. Equipamiento RACK 6 (Cuarto de Servicio 2)

- **RACK #7 (Cuarto de Servicio 3)**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.71 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.37 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.9. Equipamiento RACK 7 (Cuarto de Servicio 3)

- **RACK #8 (Cuarto de Servicio 4) → No instalado**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.81 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.38 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C16:4	Etapa de potencia	---	---

Tabla 4.10. Equipamiento RACK 8 (Cuarto de Servicio 4)

4.3 Direccionamiento y asignación de VLAN

En este proyecto además de los recursos de red dedicados necesarios para la instalación del sistema de sonido, el Bioparc también soporta sobre su red otros servicios como son Telefonía IP (Asterisk), CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), y servicios informáticos (servidores, PC's, TPV's, etc...), por ello se hace necesario gestionar todos estos servicios de una forma eficaz.

Para gestionar todos estos servicios sobre una misma red empleamos VLAN's (Virtual Local Area Networks) que nos permiten separar de una forma virtual todos estos servicios, y funcionar como si de redes independientes se trataran.

En la instalación de la red informática se han configurado un total de 7 VLAN's, para dar cabida a todas las necesidades del zoológico.

En la siguiente tabla se enumeran cada una de las VLAN:

VLAN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Nativa	Soporta tráfico no etiquetado. Gestión switches
50	Asterisk	Servicio de telefonía IP
100	Informática	Servicios informáticos (PC's, servidores, TPV...)
101	Quota	Sistema de gestión
201	CCTV	Sistema de CCTV (Circuito Cerrado de TV)
301	Control Audio	Gestión y control de los equipos de audio
302	Ethersound	Transmisión / recepción canales de audio Ethersound
303	Cobranet	Transmisión / recepción canales de audio Cobranet

Tabla 4.11. Asignación de VLAN's

Las tres VLAN's asignadas al sistema de sonorización son la 301, 302, 303 las cuales nos permitirán por un lado controlar y monitorizar el funcionamiento del sistema, y por otro lado transmitir y recibir canales de audio en formato Cobranet y Ethersound.

Se han creado VLAN's dedicadas para la transmisión de audio debido a que las especificaciones de ambos protocolos, sobre todo en el caso de Ethersound son muy estrictas en ese sentido y si bien el tráfico convencional de datos puede ser perfectamente compatible con estos protocolos, los dispositivos de red pueden tener habilitados protocolos que generen un tráfico que afecten gravemente a la calidad de la transmisión.

Por ejemplo el protocolo CDP de Cisco o los paquetes BPDU que genera el protocolo Spanning-tree entre otros pueden ocasionar problemas de transmisión en el protocolo Ethersound, por lo que se recomienda deshabilitarlos y crear una VLAN dedicada.

También en función del número de canales en uso totales si se utilizase únicamente una VLAN podría dar lugar en momentos puntuales debido al alto consumo de ancho de banda utilizado a que la calidad de servicio se degradase de una forma considerable.

Una vez definidas las VLAN's que se van a utilizar, es importante a su vez confeccionar un plan de direccionamiento de red para los equipos utilizados en la instalación, ya que si bien en la actualidad el número de dispositivos no es elevado, podría darse el caso en un futuro que se precisase aumentar el número de equipos y si la planificación no se realizó adecuadamente en su día podría generar un direccionamiento de red inconsistente.

Se muestra una tabla con el direccionamiento de red de los equipos empleados únicamente en el proyecto de sonorización:

DIRECCIÓN PRIMERA	DIRECCIÓN ÚLTIMA	DESCRIPCIÓN
172.16.1.1 / 24	172.16.1.254 / 24	Direccionamiento equipos de red
172.16.3.1 / 24	172.16.3.9 / 24	Futuras ampliaciones
172.16.3.10 / 24	172.16.3.19 / 24	Direccionamiento equipos RACK 1
172.16.3.20 / 24	172.16.3.29 / 24	Direccionamiento equipos RACK 2
172.16.3.30 / 24	172.16.3.39 / 24	Direccionamiento equipos RACK 3
172.16.3.40 / 24	172.16.3.49 / 24	Direccionamiento equipos RACK 4
172.16.3.50 / 24	172.16.3.59 / 24	Direccionamiento equipos RACK 5
172.16.3.60 / 24	172.16.3.69 / 24	Direccionamiento equipos RACK 6
172.16.3.70 / 24	172.16.3.79 / 24	Direccionamiento equipos RACK 7
172.16.3.80 / 24	172.16.3.89 / 24	Direccionamiento equipos RACK 8
172.16.3.90 / 24	172.16.3.254 / 24	Futuras ampliaciones

Tabla 4.12. Direccionamiento IP

Cabe señalar que en la actualidad ninguno de los equipos instalados tiene conexión con otras redes, enrutamiento entre VLAN's, o salida a internet por lo que cualquier acceso a los equipos se deberá realizar desde dentro de la subred 172.16.3.0 / 24.

Según se observa en la tabla el direccionamiento, los equipos de red (switches, routers) pertenecen a la subred 172.16.1.0 / 24, esto es debido a que aunque son una parte crucial del sistema de sonorización, es una infraestructura desplegada previamente a este, y como se ha señalado anteriormente soportan varios servicios simultáneamente, por lo que a la hora de asignar un espacio de red para la gestión de estos dispositivos se optó por asignar una subred totalmente independiente de cualquier servicio.

La subred 172.16.1.0 / 24 se encuentra en la VLAN nativa lo cual quiere decir que cualquier puerto de un dispositivo de red no asignado a una VLAN específica tendrá acceso a esta subred, y por la tanto acceso a la configuración de los switches.

4.4 Topología de red Ethernet

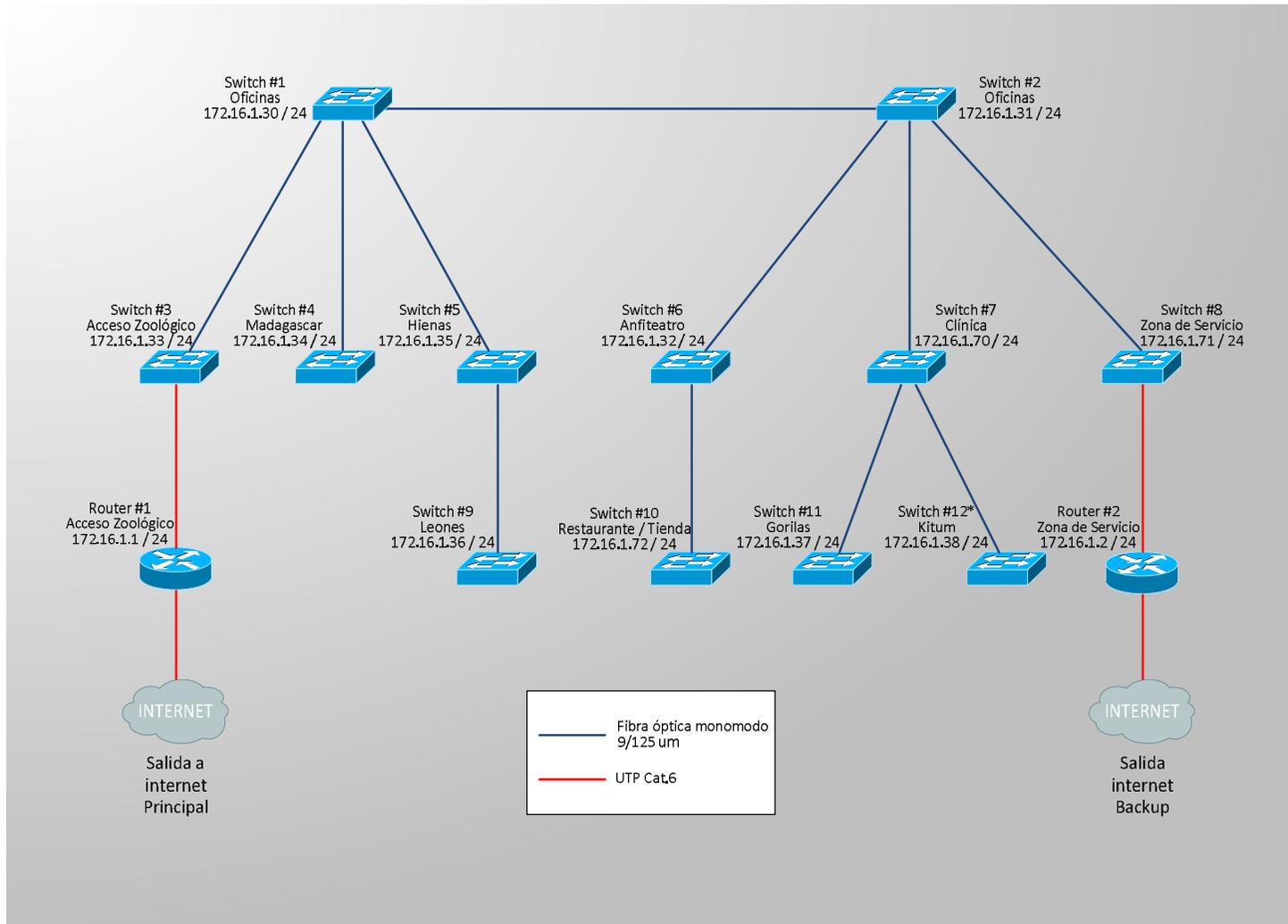


Figura 4.5. Topología de red Ethernet

En la ilustración anterior se muestra una topología de red completa de la instalación del Bioparc.

Como se muestra en ella también aparecen los dispositivos de red intermedios que facilitan la interconexión total de la red, así como otros dispositivos de red no mencionados hasta ahora ya que están destinados a ofrecer servicios que nada tienen que ver con el proyecto de sonorización.

La interconexión entre los switches se realiza en todos los casos a través de fibra óptica monomodo ya que debido a las grandes distancias entre las distintas ubicaciones hacía del todo inviable la utilización de otro medio que no fuera fibra óptica.

Se realiza mediante módulos transceptores SFP (Small Form Pluggable) 1000 Base-LX para una conexión Gigabit Ethernet. [29]

En la topología se puede observar que el diámetro máximo de red es de 5 saltos entre los puntos más alejados de la red, esto es importante ya que los protocolos de transmisión de audio a través de Ethernet tienen un diámetro de red máximo establecido (en función del protocolo).

De cualquier forma en lo que al sistema de sonorización se refiere el número máximo de saltos es tres, por lo que el diseño de la topología no representa ningún inconveniente en este sentido.

Para establecer los enlaces troncales entre los switches se utiliza el protocolo IEEE 802.1Q denominado trunking que como se explicó en una sección anterior permite etiquetar y transmitir VLAN's de forma independiente por un mismo medio físico. Esto nos permitirá propagar las VLAN's de sonido y control únicamente a los switches que tengan asociados a ellos equipamiento de audio, y de esta forma evitar tráfico inútil en partes de la red que no lo precisan.

Es importante señalar también que el protocolo STP (Spanning Tree) se encuentra habilitado en toda la red tanto en los enlaces troncales como en los puertos de acceso excepto en los puertos utilizados por los equipos Cobranet y Ethersound que son sensibles a este tipo de protocolos.

Como también se puede observar tampoco existe ningún tipo de redundancia de red lo cual en caso de fallo de algún dispositivo o del enlace puede suponer la pérdida de conectividad total de una parte del zoológico.

Por último el Bioparc dispone de dos salidas independientes a internet, una primaria o principal y una de respaldo (backup) contratada con un ISP (proveedor de servicios) diferente que permite en caso de fallo seguir manteniendo la conectividad hacia el exterior.

En estos momentos el sistema de sonorización no es accesible desde la WAN, pero está previsto en un futuro proveer de acceso a los equipos desde el exterior para en casos de fallo o necesidad de reconfigurar algún equipo poder realizarlo de forma remota.

4.5 Red Cobranet Bioparc

El protocolo Cobranet es empleado en este proyecto para la transmisión / recepción bidireccional de canales de audio entre los DSP's.

En una primera fase de proyecto únicamente estaba prevista la instalación de un único DSP (RACK #1) por lo que toda la transmisión de canales de audio en red se realizaría a través del protocolo Ethersound, limitando la instalación con el equipamiento disponible en ese momento a un máximo de 8 zonas.

En una fase posterior surgió la necesidad de dotar de un equipamiento más amplio la zona del Anfiteatro ya que en ella estaba previsto realizar espectáculos y eventos por lo que se precisaba un refuerzo especial de sonido manteniendo a la vez la condición de zona de megafonía.

Con estos condicionantes se dotó a la ubicación del Rack #2 que proporciona servicio a la zona del Anfiteatro de un segundo DSP para poder gestionar de una forma independiente el audio generado en el evento y a la vez cuando se requiriese poder unir esa zona al sistema de sonorización general.

Aprovechando que la ubicación del RACK #2 proporcionaba servicio a tres zonas más (Explotación, Sabana, y Bosque Ecuatorial), y que se disponía de hardware gracias a los DSP'S para la transmisión de canales de audio en formato Cobranet, se transmitirían los cuatro canales correspondientes a esas zonas a través de Cobranet liberando de esa forma cuatro canales Ethersound que podrían ser utilizados para futuras ampliaciones.

De esta manera se consigue aumentar el número máximo de zonas que el sistema es capaz de gestionar con el equipamiento actual a doce.

Otra ventaja importante es que al ser Cobranet un protocolo bidireccional es posible enviar también canales de audio en el otro sentido es decir RACK #2 → RACK #1 por lo que se envían canales de audio hacia al ubicación principal (RACK #1) permitiendo añadir otro punto desde donde emitir los mensajes de megafonía y distribuirlos a las zonas deseadas, además si se desea, se habilitó la posibilidad de transmitir el audio generado en el espectáculo del Anfiteatro hacia el sistema de megafonía y que este lo distribuyese a algunas o todas las zonas si así se estimaba oportuno.

Por lo tanto el número de canales transmitidos en el sentido RACK #1 → RACK #2 es de 4 y en el sentido RACK #2 → RACK #1 es de 2 (en realidad se envía un canal más en cada sentido cuya finalidad únicamente es la de testear el correcto funcionamiento de la transmisión ya que su cometido consiste en generar un tono, enviarlo por un canal en un sentido y recibirlo en el otro sentido).

Como se explicó en un apartado anterior un bundle es una agrupación de canales a los que se les asigna un identificador numérico que va desde 1 a 65279 y que permite la transmisión de ese bundle en modo unicast (256 - 65279) o multicast (1 – 255).

En el caso nuestro caso particular únicamente emplearemos bundles unicast ya que sólo disponemos de dos equipos Cobranet.

A continuación se muestra la asignación N° Bundle / Canales y su correspondencia con las zonas:

- **DSP #1 → DSP #2**

BUNDLE	NÚMERO DE CANALES	ASIGNACIÓN ZONAS	
258	5	Canal #1	Explotación
		Canal #2	Sabana
		Canal #3	Bosque Ecuatorial
		Canal #4	Anfiteatro Megafonía
		Canal #5	Test

Tabla 4.13. Asignación Bundle /Canales RACK 1 → RACK 2

- **DSP #2 → DSP #1**

BUNDLE	NÚMERO DE CANALES	ASIGNACIÓN ZONAS	
257	3	Canal #1	Micro Avisos #2
		Canal #2	Audio Anfiteatro
		Canal #3	Test

Tabla 4.14. Asignación Bundle /Canales RACK 2 → RACK 1

La asignación de los bundles y el número de canales por bundle se configura desde la aplicación Symnet Designer que se emplea para la programación de los DSP. También permite configurar tanto la latencia como la cuantificación (20 o 24 bits).

A la hora de configurar la latencia en una red Cobranet se debe tener muy en cuenta que el valor de dicha latencia sea la misma en todos los dispositivos. Además si se elige una cuantificación de 24 bits y la máxima latencia 5.33 ms la capacidad máxima de transmisión de canales se reducirá a 7.

Recordar que la tarjeta Cobranet que incorpora el DSP es la CM-2 que permite la transmisión / recepción de 16 canales en cada sentido.

Otro aspecto importante que cabe mencionar es la importancia que la versión del firmware Cobranet sea la misma en toda la red ya que según anuncia el fabricante (Cirrus Logic), de lo contrario pueden ocurrir dropouts (pérdida de señal) durante la transmisión.

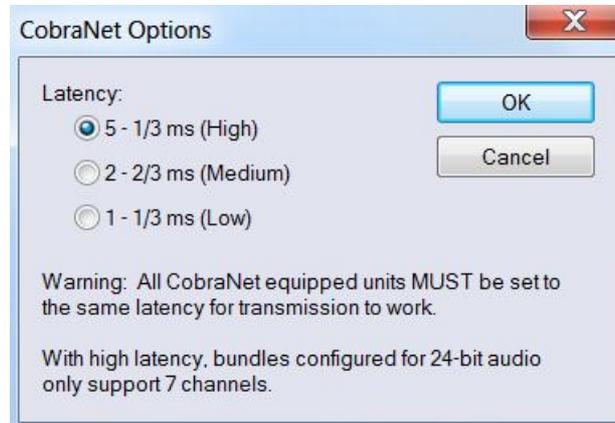


Figura 4.6. Configuración de la latencia

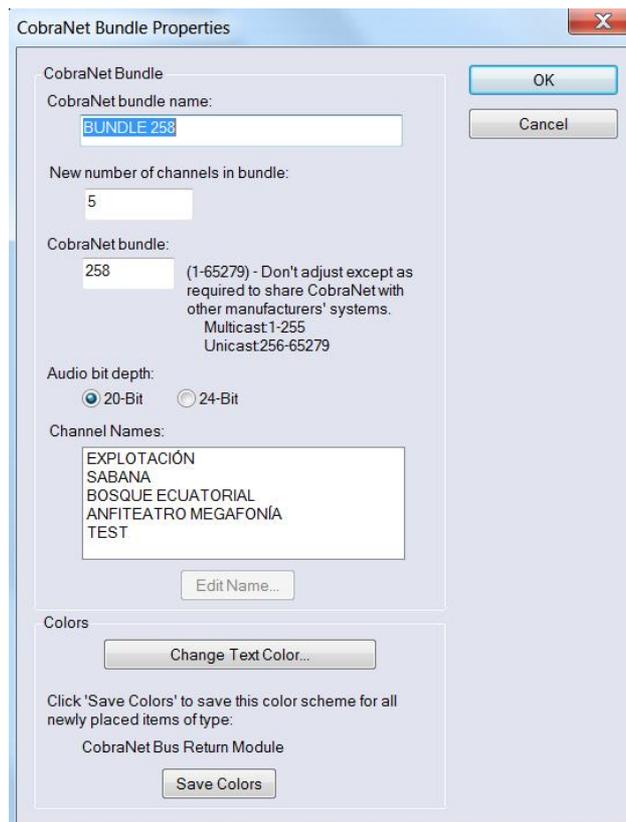


Figura 4.7. Asignación Bundles

4.6 Topología de la red Cobranet

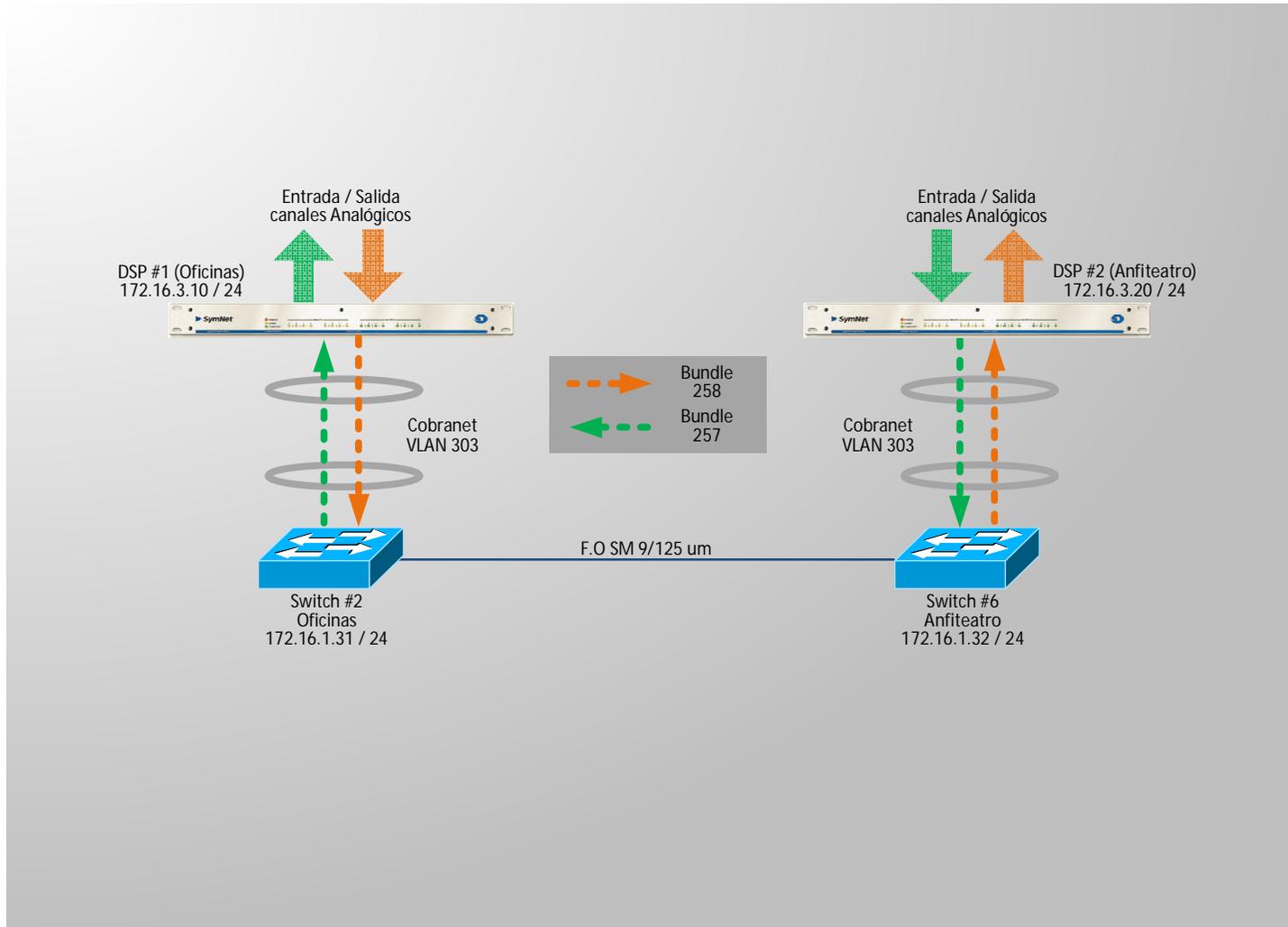


Figura 4.8. Topología de red Cobranet

4.7 Red Ethersound Bioparc

La red Ethersound desplegada en el Bioparc para transmitir los canales de audio sobre la red de cableado estructurado ha sido diseñada como un sistema unidireccional (downstream) es decir la transmisión se realiza desde un único punto (RACK #1) y se distribuye a todas las ubicaciones remotas.

El hardware encargado de la transmisión Ethersound va equipado con un tarjeta bidireccional que en un momento dado posibilitaría la recepción de hasta ocho canales de audio en sentido upstream en el punto de transmisión (RACK #1), convirtiendo así el sistema en bidireccional (para ello sería necesario la creación de una nueva VLAN). En el capítulo de posibles mejoras se detallará el procedimiento a seguir.

Siendo Ethersound un protocolo denominado determinista ya que su latencia (retardo de transmisión) es fija 125 μ s, a esto hay que sumar la latencia generada por el número de dispositivos de red que atraviese la señal que en el caso del sistema de sonorización del Bioparc no es mayor de 3 switches, por lo que se garantiza un retardo de transmisión mínimo en cualquiera de las ubicaciones.

Debido a la estructura de la trama Ethersound, que transmite en cada trama información de los 64 canales permite garantizar ese valor mínimo de latencia, pero como contrapartida resulta un protocolo muy exigente en cuanto a ancho de banda y por tanto precisa de una calidad de servicio garantizada de 100 Mbps y que el canal sea dedicado únicamente a la transmisión Ethersound.

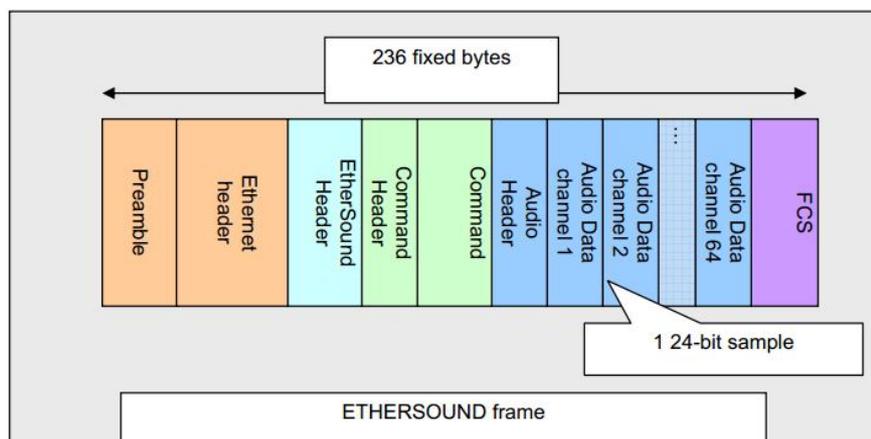


Figura 4.9. Estructura trama Ethersound

Como se ha mencionado anteriormente, inicialmente estaba previsto utilizar los ocho canales Ethersound disponibles para distribuir la señal a las ocho zonas en un primer momento previstas, con las modificaciones posteriores (Cobranet) se están empleando actualmente cinco canales más un sexto que es el de la zona de Kitum que aunque aún no se

encuentra en funcionamiento a todos los efectos de configuración y programación ya es funcional, por lo que consideraremos seis el número de canales Ethersound.

Se muestra una tabla con la asignación de canales:

NÚMERO DE CANAL	ZONA
Canal #1	Acceso Zoológico
Canal #2	Madagascar
Canal #3	Hienas
Canal #4	Leones
Canal #5	Gorilas
Canal # 6	Kitum

Tabla 4.15. Asignación de canales Ethersound

La asignación de canales se puede realizar vía software a través de la aplicación específica (NetCIRA Set) [30], o remotamente vía unos microinterruptores que disponen los dispositivos Ethersound.

En este proyecto se ha optado por la configuración vía software debido a la flexibilidad que permite la reconfiguración de los dispositivos desde un único punto sumado a la posibilidad de monitorizar el nivel de señal de todos los canales.

A diferencia de Cobranet, Ethersound no emplea tramas de control específicas, sino que los datos de control van embebidos en la propia trama, lo que permite que cualquier dispositivo Ethersound dentro de una red pueda convertirse en punto donde acceder a la información de control del sistema, generalmente es el dispositivo que se la ha asignado la función de Master en la red.

Los canales de audio Ethersound que circulan en una VLAN con dispositivos de red intermedios solo pueden fluir en un único sentido (downstream), es decir, una vez una trama Ethersound atraviesa un switch, esa trama no podrá ser reenviada por un dispositivo transmisor situado aguas abajo del switch hacia el dispositivo que originariamente la transmitió, en cambio la información de control puede ir en ambos sentidos permitiendo así monitorizar la red en cualquier punto.

La topología de red empleada en la instalación es una topología en estrella, es decir un único punto transmisor y varios puntos receptores conectados a él utilizando la red de cableado estructurado desplegada y los switches intermedios.

Cada dispositivo receptor ofrece la posibilidad de recibir hasta dos canales Ethersound distintos para aplicaciones estéreo, pero en este caso se recibe el mismo número de canal en ambos canales.

4.8 Topología de la red Ethersound

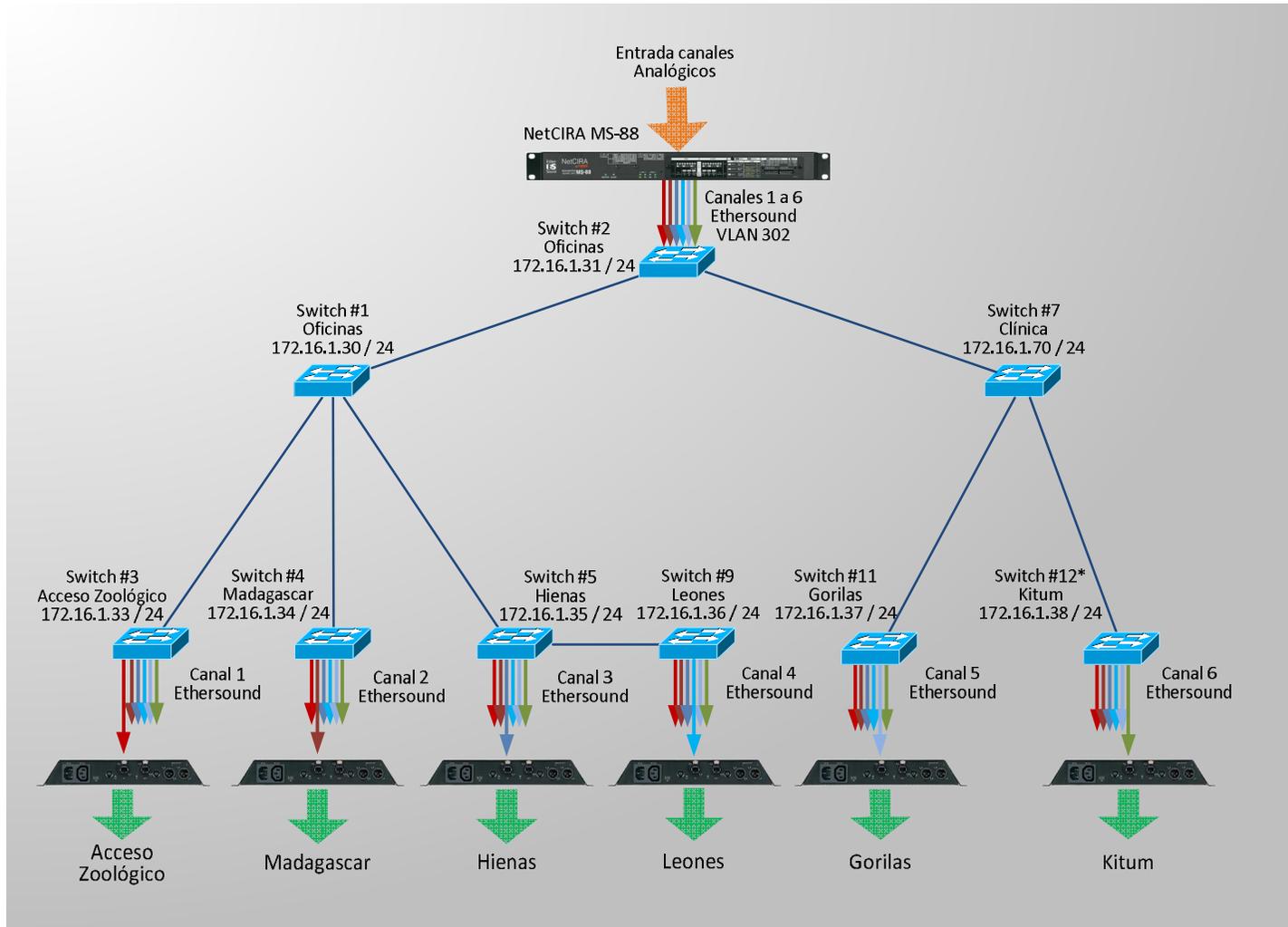


Figura 4.10. Topología de la red Ethersound

4.9 Interconexión de las redes Cobranet y Ethersound

La interconexión de ambas redes se realiza de forma analógica. Las señales analógicas de entrada en el DSP #1 junto con las recibidas a través de Cobranet desde el DSP # 2 son procesadas y enrutadas hacia cada una de las ocho salidas de las que dispone el DSP.

Cada una de las salidas de audio procesada por el DSP #1 se corresponde con una zona de sonorización por lo que se conecta a la entrada correspondiente del transmisor Ethersound para su transmisión a través de la red Ethersound.

A continuación se muestra un esquema:

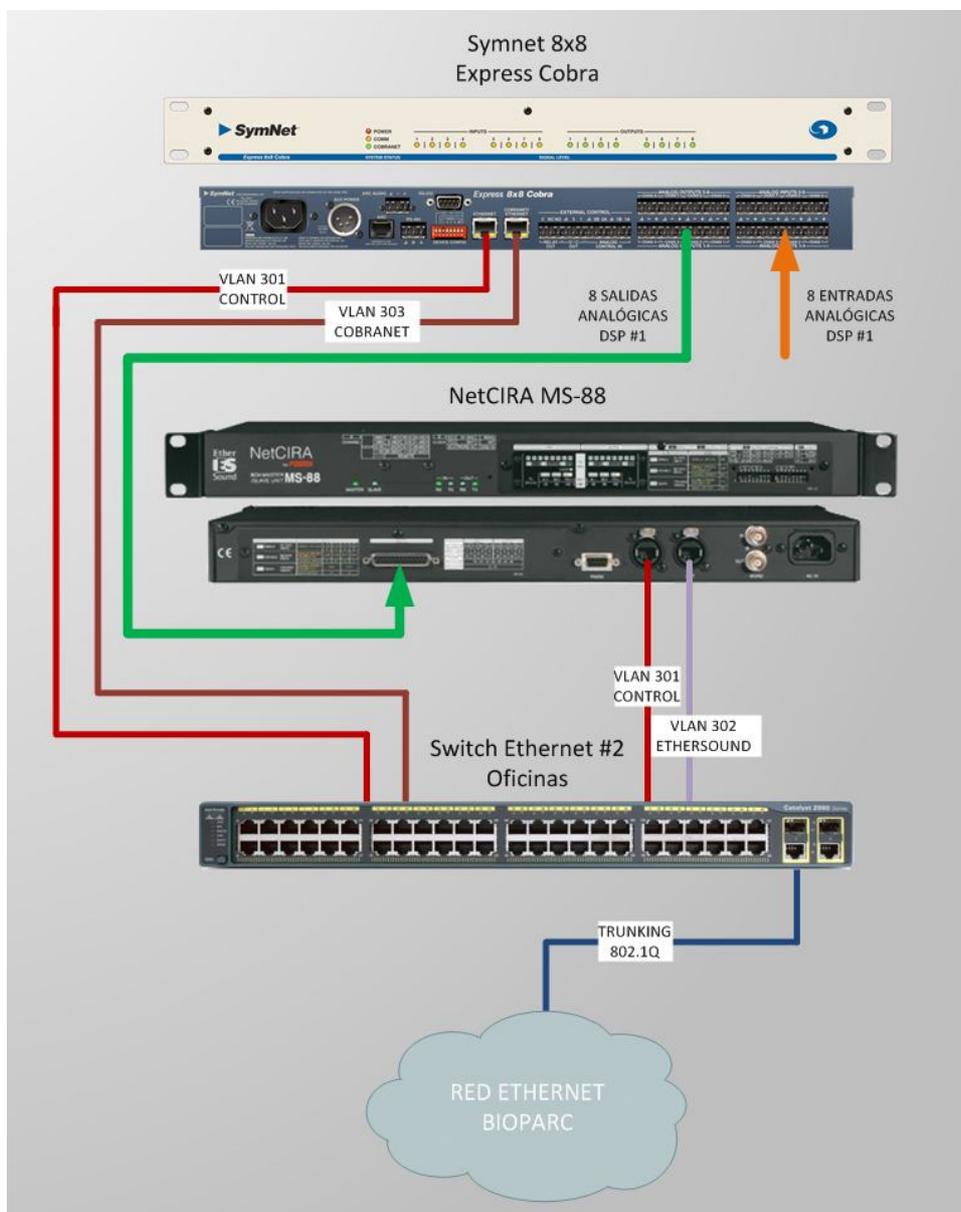


Figura 4.11. Interconexión redes Cobranet / Ethersound

4.10 Integración del sistema reproductor de mensajes

El reproductor digital de mensajes está conectado mediante un puerto serie RS-232C al DSP #1. A través de los comandos serie enviados desde el DSP #1 es posible reproducir las diferentes pistas de audio a través del interface de control del DSP #1, permitiendo así integrar el control del reproductor de mensajes dentro la programación de gestión del BIOPARC.

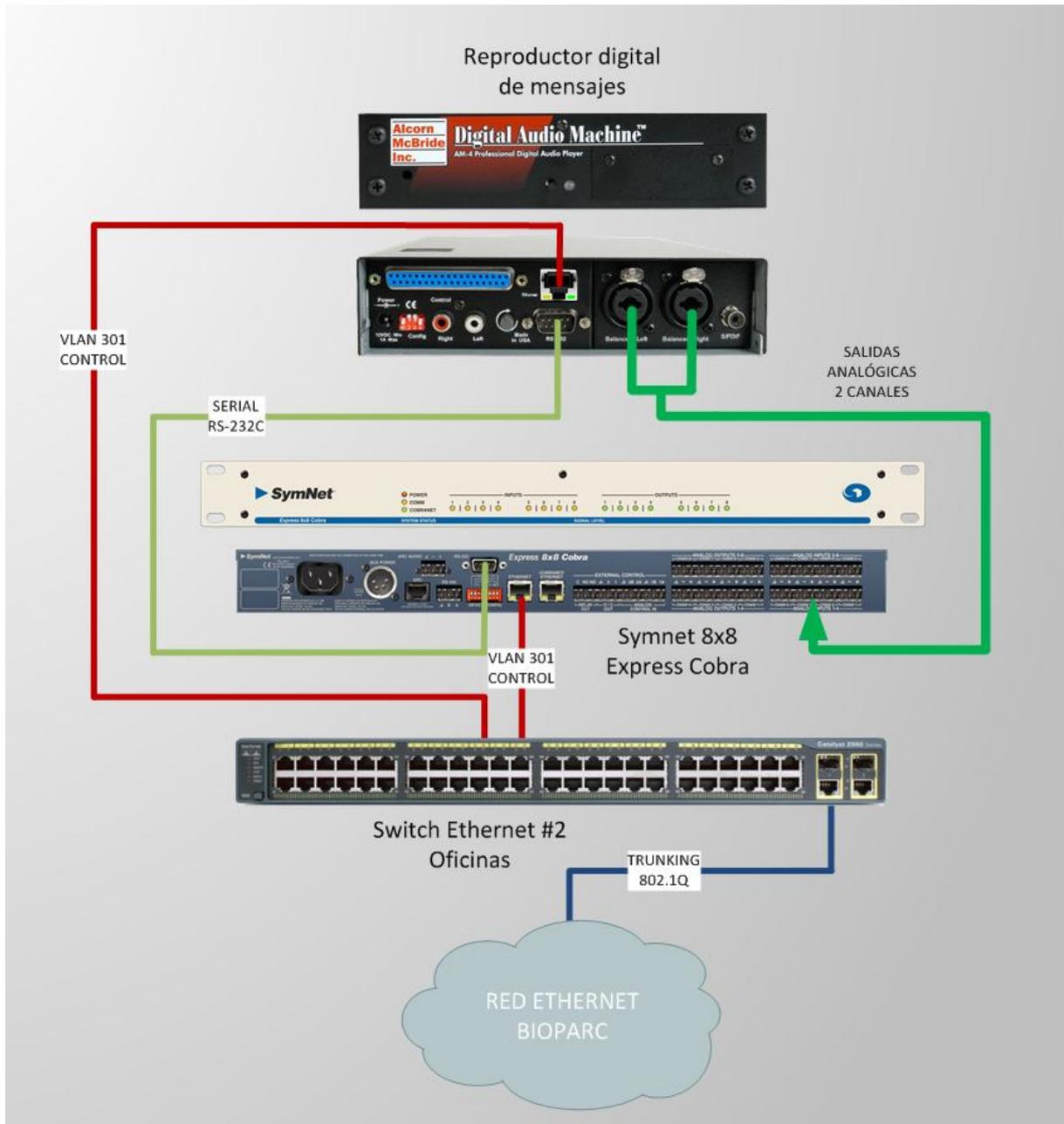


Figura 4.12. Integración del sistema reproductor de mensajes

4.11 Integración del sistema de control de amplificadores

El sistema de control y monitorización de amplificadores emplea un bus redundante con un protocolo propietario denominado Nomadlink que permite la monitorización de hasta 60 amplificadores por controlador con una distancia máxima de bus de hasta 700 metros.

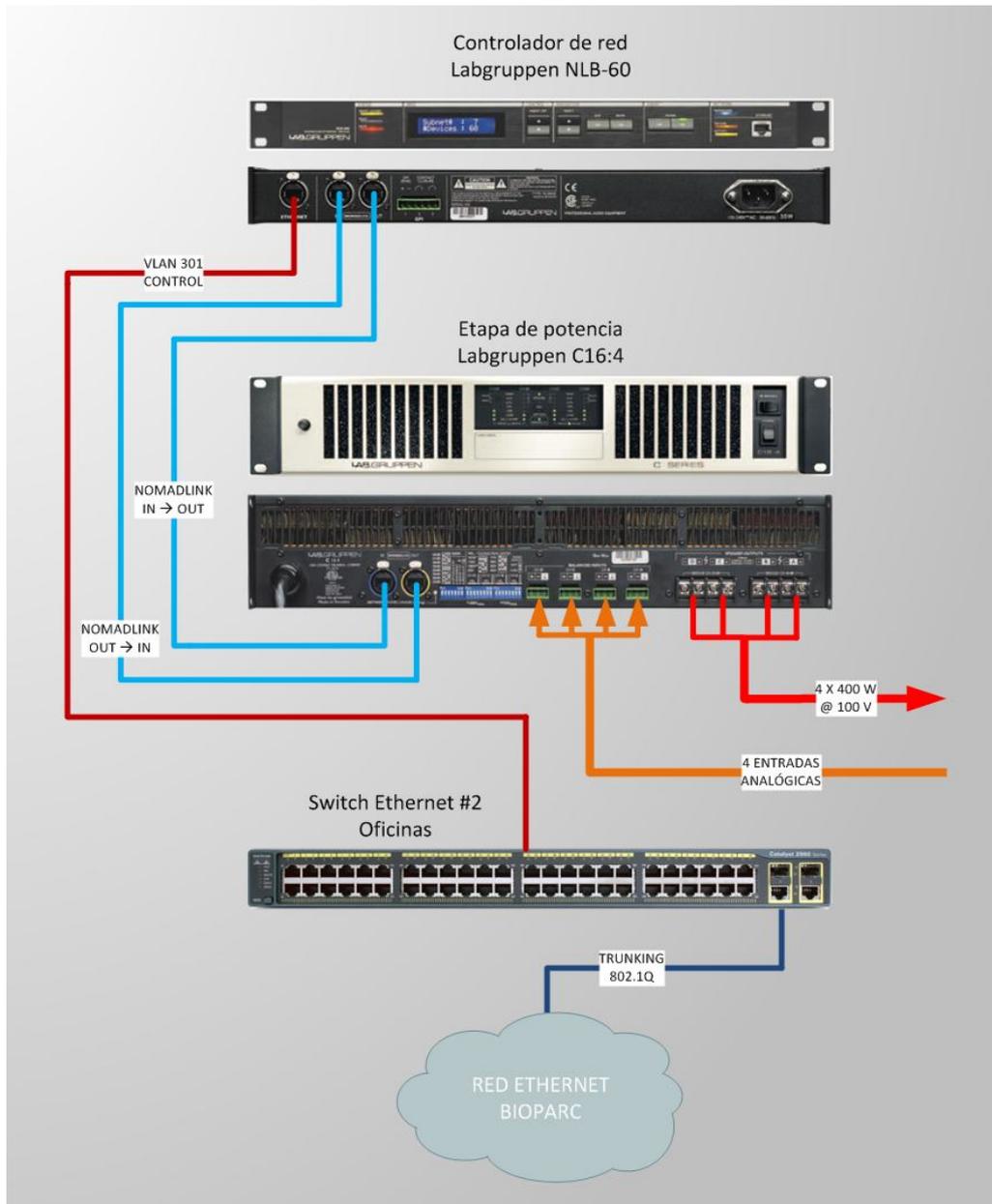


Figura 4.13. Integración del sistema de control de amplificadores

4.12 Diagrama general RACK #1 (Oficinas)

A continuación se muestra un esquema general de la interconexión del equipamiento principal del RACK #1 ubicado en Oficinas. Para una mayor comprensión del diagrama no se muestra la entrada de audio del micrófono de avisos, ni las entradas de las fuentes musicales (CD, DVD...) que irían conectadas a la entrada de señal analógica del DSP #1.

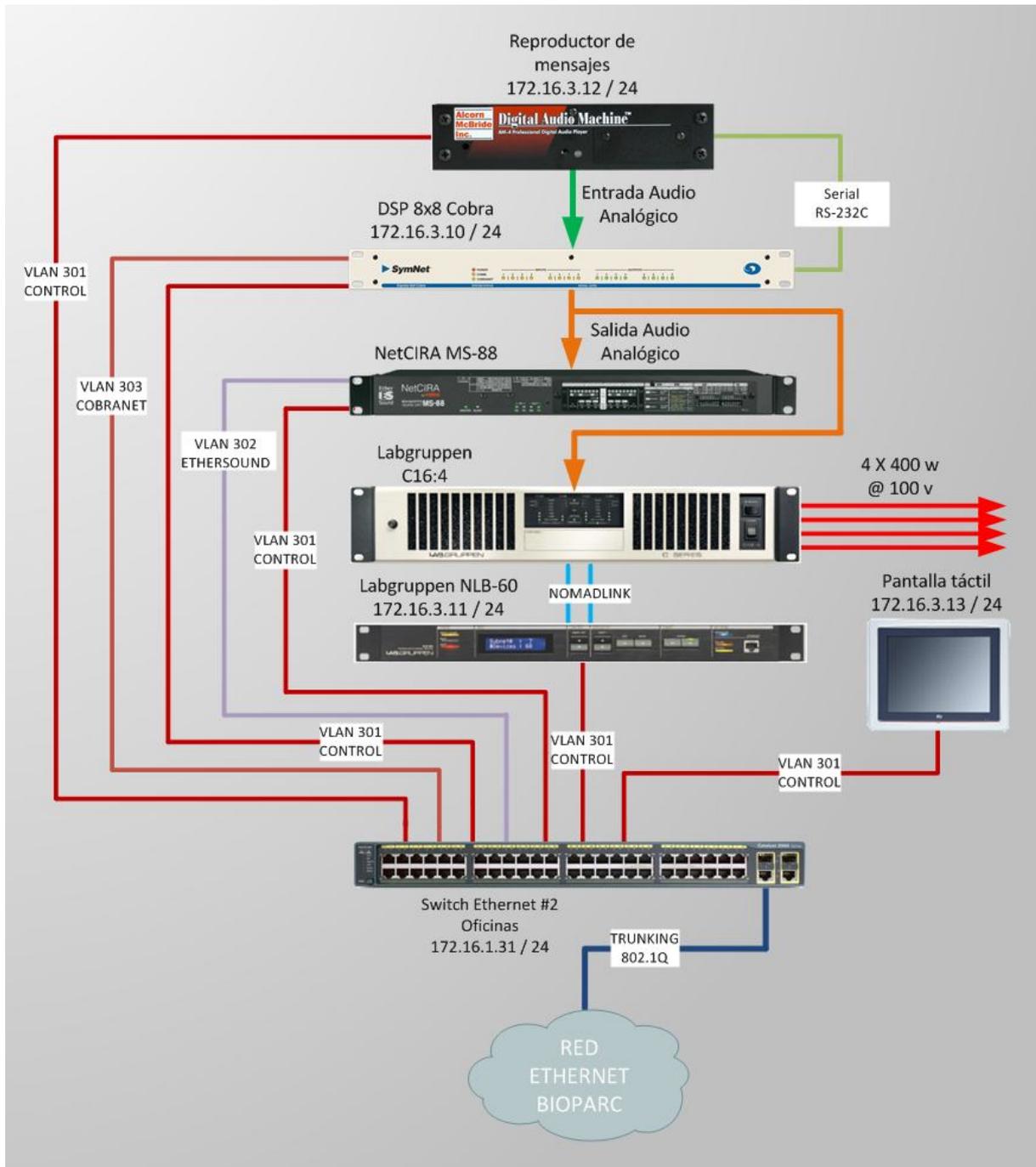


Figura 4.14. Diagrama general Rack #1 (Oficinas)

4.13 Diagrama general RACK #2 (Anfiteatro)

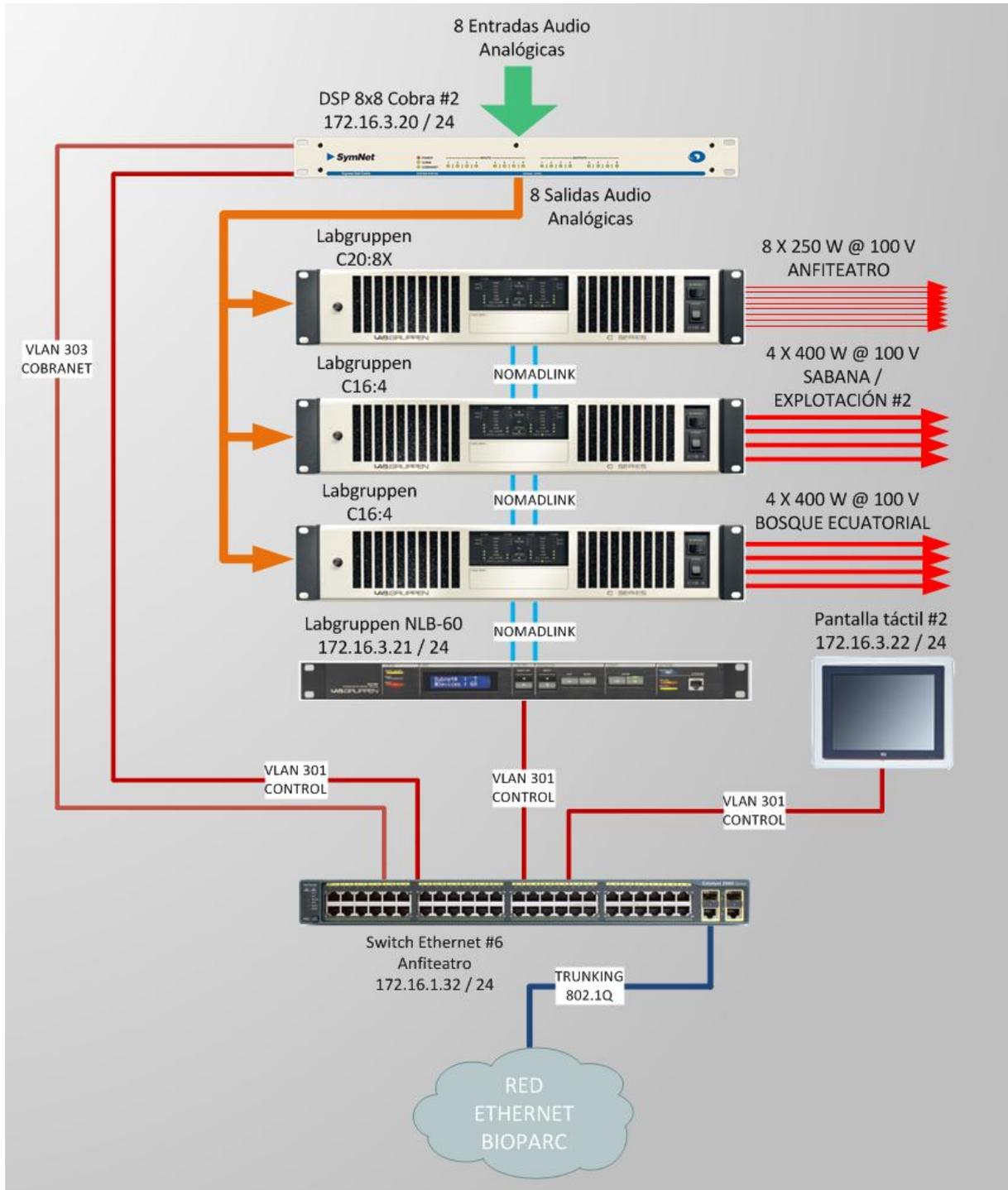


Figura 4.15. Diagrama general RACK #2 (Anfiteatro)

4.14 Diagrama general RACK #3 al #8

En la ilustración siguiente se muestra el diagrama general de interconexión de los racks receptores de los canales Ethersound. La configuración es idéntica para todos ellos.

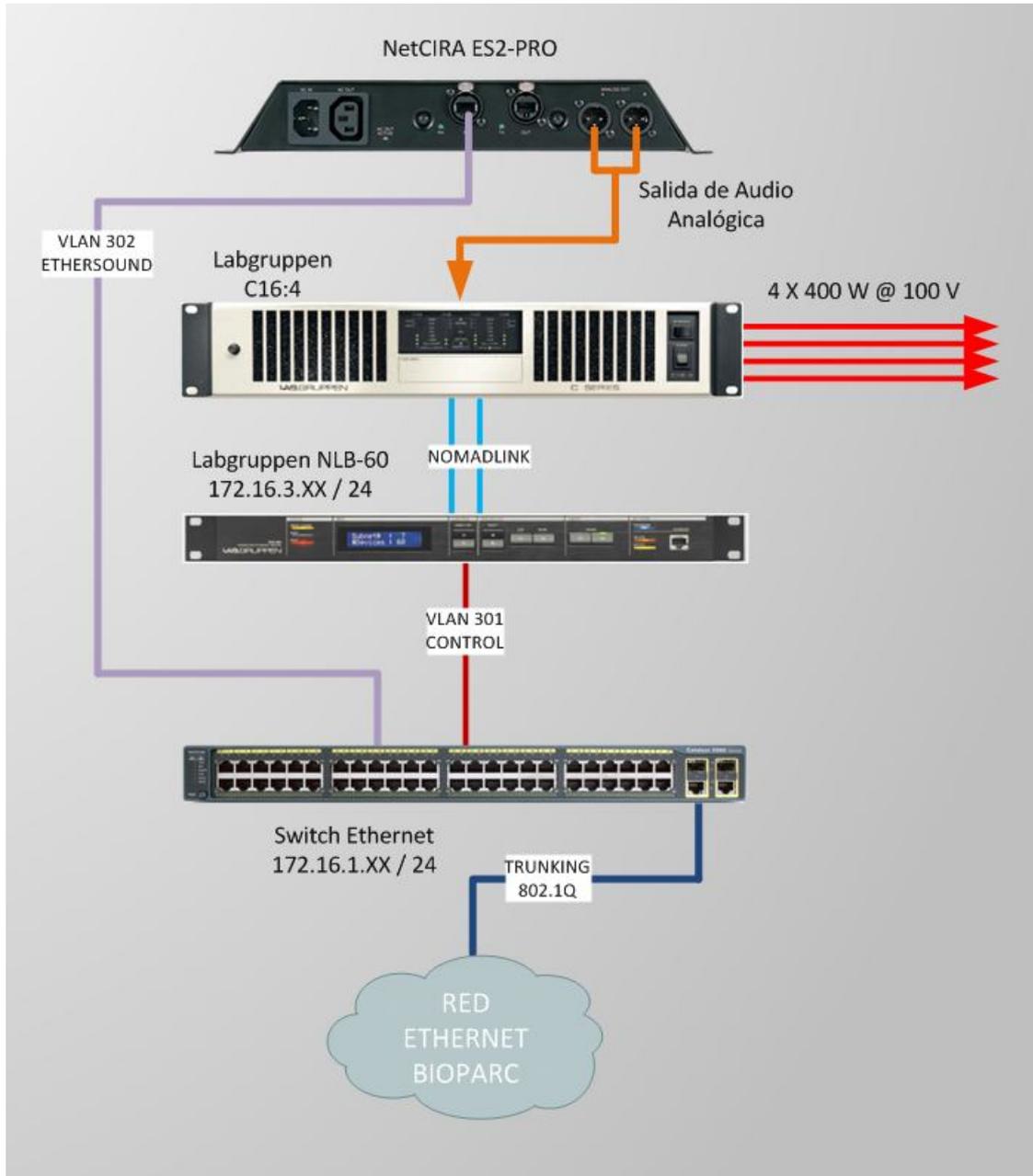


Figura 4.16. Diagrama general RACK #3 al #8

4.15 Asignación de entradas / salidas analógicas en los DSP

En esta sección se definirán tanto las entradas de señal analógica al sistema (entradas a los DSP's), como las salidas analógicas.

- **DSP #1 (OFICINAS)**

SYMNET 8x8 EXPRESS COBRA – ENTRADAS ANALÓGICAS			
ENTRADAS	DESCRIPCIÓN	TIPO	NIVEL
Entrada #1	Micrófono de avisos #1	Balanceado	Micro (-20 dBu)
Entrada #2	Reproductor Digital de Mensajes	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Entrada #3	Fuente musical #1	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #4	Fuente musical #2	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #5	Fuente musical #3	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #6	Fuente musical #4	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #7	Fuente musical #5	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #8	Fuente musical #6	No Balanceado	Línea (-10 dBV)

Tabla 4.16. Entradas Analógicas DSP #1

SYMNET 8x8 EXPRESS COBRA – SALIDAS ANALÓGICAS			
ENTRADAS	DESCRIPCIÓN	TIPO	NIVEL
Salida #1	A entrada #1 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #2	A entrada #2 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #3	A entrada #3 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #4	A entrada #4 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #5	A entrada #5 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #6	A entrada #6 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #7	A entrada #7 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #8	A entrada #8 NetCIRA MS-88	Balanceado	Línea (+4 dBu)

Tabla 4.17. Salidas Analógicas DSP #1

- **DSP #2 (ANFITEATRO)**

SYMNET 8x8 EXPRESS COBRA – ENTRADAS ANALÓGICAS			
ENTRADAS	DESCRIPCIÓN	TIPO	NIVEL
Entrada #1	Micrófono de avisos #2	Balanceado	Micro (-20 dBu)
Entrada #2	Micrófono inalámbrico #1	Balanceado	Micro (-20 dBu)
Entrada #3	Micrófono inalámbrico #2	Balanceado	Micro (-20 dBu)
Entrada #4	DVD (Anfiteatro)	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #5	Salida Audio PC	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #6	Entrada Auxiliar #1	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #7	Entrada Auxiliar #2	No Balanceado	Línea (-10 dBV)
Entrada #8	Entrada Auxiliar #3	No Balanceado	Línea (-10 dBV)

Tabla 4.18. Entradas Analógicas DSP #2

SYMNET 8x8 EXPRESS COBRA – SALIDAS ANALÓGICAS			
ENTRADAS	DESCRIPCIÓN	TIPO	NIVEL
Salida #1	A entrada A, B Labgruppen C16:4 #1	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #2	A entrada C, D Labgruppen C16:4 #1	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #3	A entrada A, B Labgruppen C16:4 #2	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #4	A entrada C, D Labgruppen C16:4 #2	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #5	A entrada A, B Labgruppen C20:8X	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #6	A entrada C, D Labgruppen C20:8X	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #7	A entrada E, F Labgruppen C20:8X	Balanceado	Línea (+4 dBu)
Salida #8	A entrada G, H Labgruppen C20:8X	Balanceado	Línea (+4 dBu)

Tabla 4.19. Salidas Analógicas DSP #2

4.16 Distribución y cableado de las líneas de megafonía

Para la distribución de las líneas de megafonía se ha empleado un cable específico para el cableado de altavoces de la marca BELDEN en concreto el modelo 46381NH. [31]

Se trata de un cable de dos conductores trenzados entre sí de 2.5 mm² (13 AWG) de sección.

Como el BIOPARC está considerado como un espacio público de libre concurrencia el cableado utilizado debe ser conforme a normativa por lo que el material de la cubierta es libre de halógenos con baja emisión de humos LSNS (Low Smoke, No Halogen) y retardante de la llama FRNC (Flame – Retardant, Non Corrosive).

A continuación se muestran las especificaciones del cable:

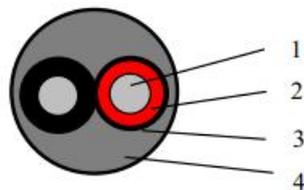


Figura 4.17. BELDEN 46381NH

1.1. Conductor: 50 x 0.25 mm

Material: Cu (2.5 mm²)

2.1. Aislamiento

Material: PE

Diámetro con la cubierta de aislamiento: 2.90 ± 0.07 mm

Color de la cubierta de aislamiento: Negro y rojo

3.1. Núcleo: 2 cables trenzados

4.1. Cubierta

Material: Flexible FRNC (Flame-Retardant, Non Corrosive) / LSNS (Low Smoke, No Halogen)

Diámetro de la cubierta: 8.05 ± 0.10 mm

Color: Negro (Resistente UV)

5.1. Características eléctricas

- Resistencia del conductor @ 20°C: < 8 Ω/Km
- Máximo voltaje de funcionamiento: 300 V RMS
- Capacitancia nominal: 76 pF/m
- Inductancia nominal: < 1.2 uH/m
- Resistencia de aislamiento @ 20°C: > 200 Mohm*Km

6.1. Características mecánicas y físicas

- Flametest: IEC 60332-1
- Contenido de Halógenos de acuerdo a IEC754-1: cero
- Conductividad: ≤ 100 μS/cm
- Tensión de torsión máxima: 350 N
- Temperatura de funcionamiento: -40 a + 70°C

A continuación se muestra una tabla que relaciona la distancia máxima del tendido de las líneas de megafonía en función de la impedancia, la sección del cable y las pérdidas:

AWG	Impedancia 4 Ω			Impedancia 8 Ω			100 V		
13 (2.5 mm ²)	11%	21 %	50%	11%	21 %	50%	11%	21 %	50%
	-0.5 dB	-1 dB	-3 dB	-0.5 dB	-1 dB	-3 dB	-0.5 dB	-1 dB	-3 dB
	39 m	83 m	315 m	78 m	167 m	627 m	1901 m	4090 m	14066 m

Tabla 4.20. Relación de la sección con la impedancia y las pérdidas

Cada una de las zonas megafonía se ha cableado con al menos dos líneas de megafonía excepto la zona de Juegos / Parrilla que se ha cableado con una única línea, ya que fue una ampliación posterior y no cabía la posibilidad de ampliar el número de líneas de megafonía.

El cableado de las zonas de megafonía se ha realizado en la medida que ha sido posible con una configuración al tresbolillo, es decir intentando intercalar varias líneas de megafonía entre puntos de sonido consecutivos, para así garantizar que el fallo de una única línea de megafonía no implica la pérdida de servicio en un área importante de la zona.

La contrapartida de este tipo de topología de conexionado es el aumento del número de metros de cable de megafonía necesario para sonorizar cada una de las zonas.

Los puntos de conexión de cada uno de los transductores de sonido se realiza en todos los casos en arquetas ya que en caso de fallo de una línea es mucho sencillo la detección y reparación de la avería.

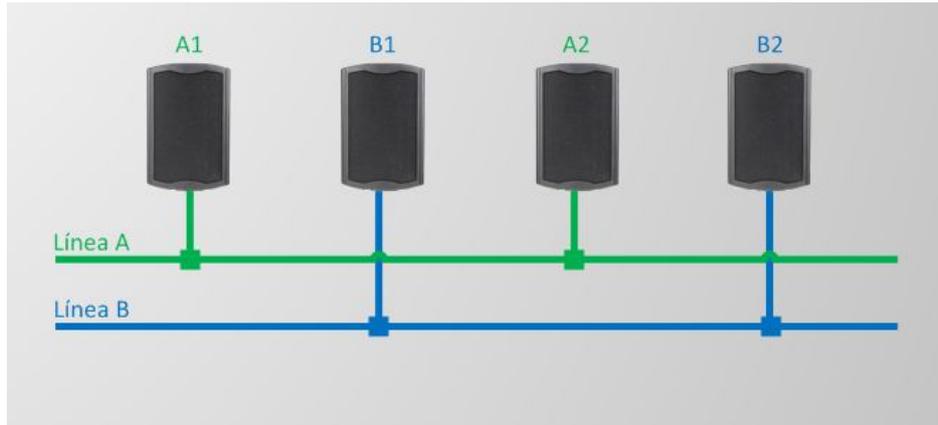


Figura 4.18. Cableado al tresbolillo

En toda la instalación de sonorización del BIOPARC debido a las grandes distancias se trabaja con líneas de megafonía en alta impedancia (High Z), o lo que es lo mismo con salida de potencia de amplificador en línea de 100 V, ya que como es sabido las pérdidas producidas en el conductor debido a la distancia disminuyen.

La interconexión entre los puntos de sonido de una misma línea se realiza en paralelo y la potencia total de la línea será la suma de las potencias de cada uno de transductores de la línea de megafonía. La suma total nunca debe exceder de la potencia máxima de salida del amplificador.

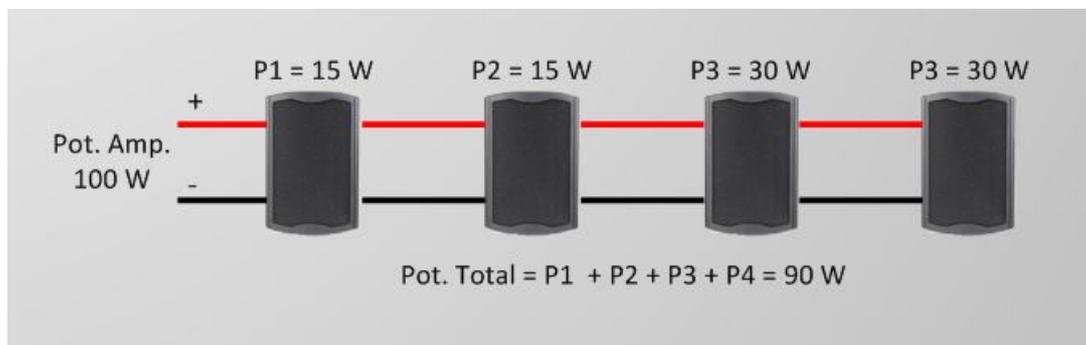


Figura 4.19. Interconexión y potencia total

Como se puede apreciar en el ejemplo de la Figura 4-19, la potencia total de la línea es de 90 W y la potencia máxima de salida del amplificador es de 100 W, en este caso la potencia total está por debajo de la máxima potencia que el amplificador puede entregar a la carga y por lo tanto el sistema funcionará con normalidad.

Otro parámetro importante en líneas de 100 V es la impedancia total de la línea de megafonía.

La relación entre potencia, voltaje e impedancia viene dada por la siguiente expresión:

$$P = \frac{V^2}{Z}$$

Esto quiere decir que un transductor acústico con una potencia nominal de 30 W sobre una línea de 100 V presentará una impedancia de entrada de 333.3 Ω .

Al estar los altavoces de la línea de megafonía conectados en paralelo, la impedancia total de la línea vendrá dada por la expresión:

$$Z_{total} = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_n}}$$

Siguiendo el ejemplo de la Figura 4-19, la impedancia total de la línea será de 111.1 Ω .

A continuación se exponen unas tablas donde se muestran las relaciones entre impedancia y potencia de las líneas de megafonía desplegadas en Bioparc.

- **Zona EXPLOTACIÓN**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	8	120 W	83.33 Ω	78.56 Ω
Línea #2	7	105 W	95.23 Ω	87.90 Ω
Línea #3	8	120 W	83.33 Ω	76.34 Ω
Línea #4	8	120 W	83.33 Ω	80.23 Ω
Línea #5	11	165 W	60.60 Ω	56.73 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 42				

Tabla 4.21. Líneas megafonía zona EXPLOTACIÓN

- **Zona JUEGOS / PARRILLA**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	15	225 W	44.44 Ω	38.50 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 15				

Tabla 4.22. Línea megafonía zona JUEGOS / PARRILLA

- **Zona ACCESO ZOOLÓGICO**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 30 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	3	90 W	111.11 Ω	108 Ω
Línea #2	3	90 W	111.11 Ω	110.3 Ω
Línea #3	3	90 W	111.11 Ω	76.34 Ω
Línea #4	---	---	---	---
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 9				

Tabla 4.23. Líneas megafonía zona JUEGOS / PARRILLA

- **Zona MADAGASCAR**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	5	75 W	133.33 Ω	121.25 Ω
Línea #2	7	105 W	95.23 Ω	91.70 Ω
Línea #3	6	90 W	111.11 Ω	103.14 Ω
Línea #4	5	75 W	133.33 Ω	130.40 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 23				

Tabla 4.24. Líneas megafonía zona MADAGASCAR

- **Zona HIENAS**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	7	105 W	95.23 Ω	89.90 Ω
Línea #2	7	105 W	95.23 Ω	94 Ω
Línea #3	5	75 W	133.33 Ω	128.55 Ω
Línea #4	6	90 W	111.11 Ω	109.50 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 25				

Tabla 4.25. Líneas megafonía zona HIENAS

- **Zona LEONES**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	6	90 W	111.11 Ω	100.20 Ω
Línea #2	6	90 W	111.11 Ω	102.60 Ω
Línea #3	6	90 W	111.11 Ω	98.50 Ω
Línea #4	6	90 W	111.11 Ω	106 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 25				

Tabla 4.26. Líneas megafonía zona LEONES

- **Zona GORILAS**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	8	120 W	83.33 Ω	82.56 Ω
Línea #2	6	90 W	111.11 Ω	109.40 Ω
Línea #3	6	90 W	111.11 Ω	107 Ω
Línea #4	6	90 W	111.11 Ω	107.60 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 26				

Tabla 4.27. Líneas megafonía zona GORILAS

- **Zona KITUM: No instalado**

- **Zona SABANA**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	11	165 W	60.60 Ω	56.2 Ω
Línea #2	10	150 W	66.66 Ω	61.30 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 21				

Tabla 4.28. Líneas megafonía zona SABANA

- **Zona BOSQUE ECUATORIAL**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 400 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	7	105 W	95.23 Ω	90 Ω
Línea #2	9	135 W	74.07 Ω	73.60 Ω
Línea #3	6	90 W	111.11 Ω	100.50 Ω
Línea #4	7	105 W	95.23 Ω	91.50 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 29				

Tabla 4.29. Líneas megafonía zona BOSQUE ECUATORIAL

- **Zona ANFITEATRO**

POT. SELECCIONADA ALTAVOZ = 15 W / POT. CANAL AMPLIFICADOR = 250 W @ 100 V				
NOMBRE	Nº ALTAVOCES	POT. TOTAL	Z _{TOTAL} (TEÓRICA)	Z _{TOTAL} (MEDIDA)
Línea #1	2	160 W	62.5 Ω	58 Ω
Línea #2	2	160 W	62.5 Ω	57.20 Ω
Línea #3	2	160 W	62.5 Ω	60.34 Ω
Línea #4	2	160 W	62.5 Ω	61.50 Ω
Línea #5	2	160 W	62.5 Ω	56.73 Ω
Línea #6	2	160 W	62.5 Ω	58.20 Ω
Línea #7	2	160 W	62.5 Ω	60 Ω
Línea #8	2	160 W	62.5 Ω	57.75 Ω
NÚMERO TOTAL DE ALTAVOCES POR ZONA: 16				

Tabla 4.30. Líneas megafonía zona ANFITEATRO

5 Programación y configuración de los DSP

En el presente capítulo se expondrán las principales características del software para la programación de los DSP, encargados de la gestión del sistema de sonorización del BIOPARC.

Se detallarán los pasos más importantes para crear un proyecto con Symnet Designer en su versión 10.05 y la configuración necesaria para integrar los DSP en el proyecto.

Posteriormente se definirán los aspectos más importantes de la programación de cada uno de los DSP, y cuál es su funcionalidad.

5.1 Programación de los DSP con Symnet Designer

Symnet Designer es una aplicación para Windows del estilo drag and drop (arrastrar y soltar) que permite la programación del DSP Symnet Express Cobra.

Es una aplicación de arquitectura abierta, lo cual quiere decir que el programador define completamente el tipo de procesado al que se somete la señal de audio.

Dispone de más de 350 módulos DSP programados, tales como mezcladores, enrutadores, equalizadores, compresores de señal, etc...

Agrupando varios de estos módulos, es posible crear supermódulos que permiten procesados de señal mucho más complejos.

Symnet designer también dispone de una librería con módulos de control lógico como puertas and, or, xor, flip-flops, entradas y salidas de control por contacto y por voltaje, puertos RS-232, Rs-485, etc...

Permite la creación de hasta 1000 presets que pueden ser activados interna o externamente.

Incorpora un programador de eventos (event scheduler) que permite la activación de presets, entradas y salidas de control, en función de la hora del día o la fecha.

La aplicación está dotada de un sistema de seguridad de acceso multinivel que permite acceder a diferentes niveles de programación en función del nivel de privilegios que le sean otorgados al usuario.

A continuación se muestra una breve descripción del entorno de trabajo del Symnet Designer:

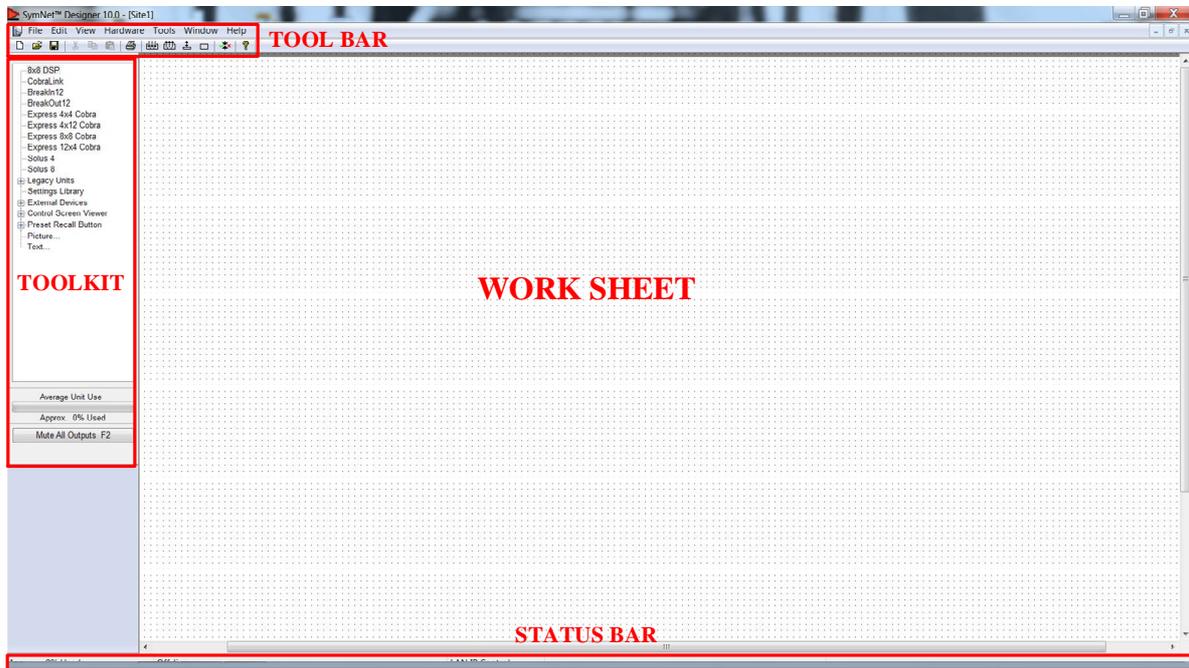


Figura 5.1. Entorno de trabajo Symnet Designer

En primer lugar nos encontramos como en la mayoría de aplicaciones con la barra de herramientas (toolbar) en la parte superior, con ella podemos guardar, editar, realizar la mayoría de los ajustes de hardware, compilar, y descargar en el DSP la programación realizada.

En segundo lugar tenemos el espacio de trabajo (work sheet), que es donde arrastraremos los diferentes módulos DSP y realizaremos la programación.

En el toolkit tenemos la lista de hardware compatible con el Symnet Designer, una vez seleccionado un dispositivo concreto tendremos acceso a los diferentes módulos DSP para realizar la programación.

Únicamente necesitaremos arrastrar el módulo DSP seleccionado al espacio de trabajo para incorporarlo a la programación.

Por último tenemos la barra de estado (status bar), que nos proporciona información sobre el tipo de conexión con el DSP (IP o serie), si la aplicación está conectada en línea o no, y el porcentaje de DSP usado por la programación.

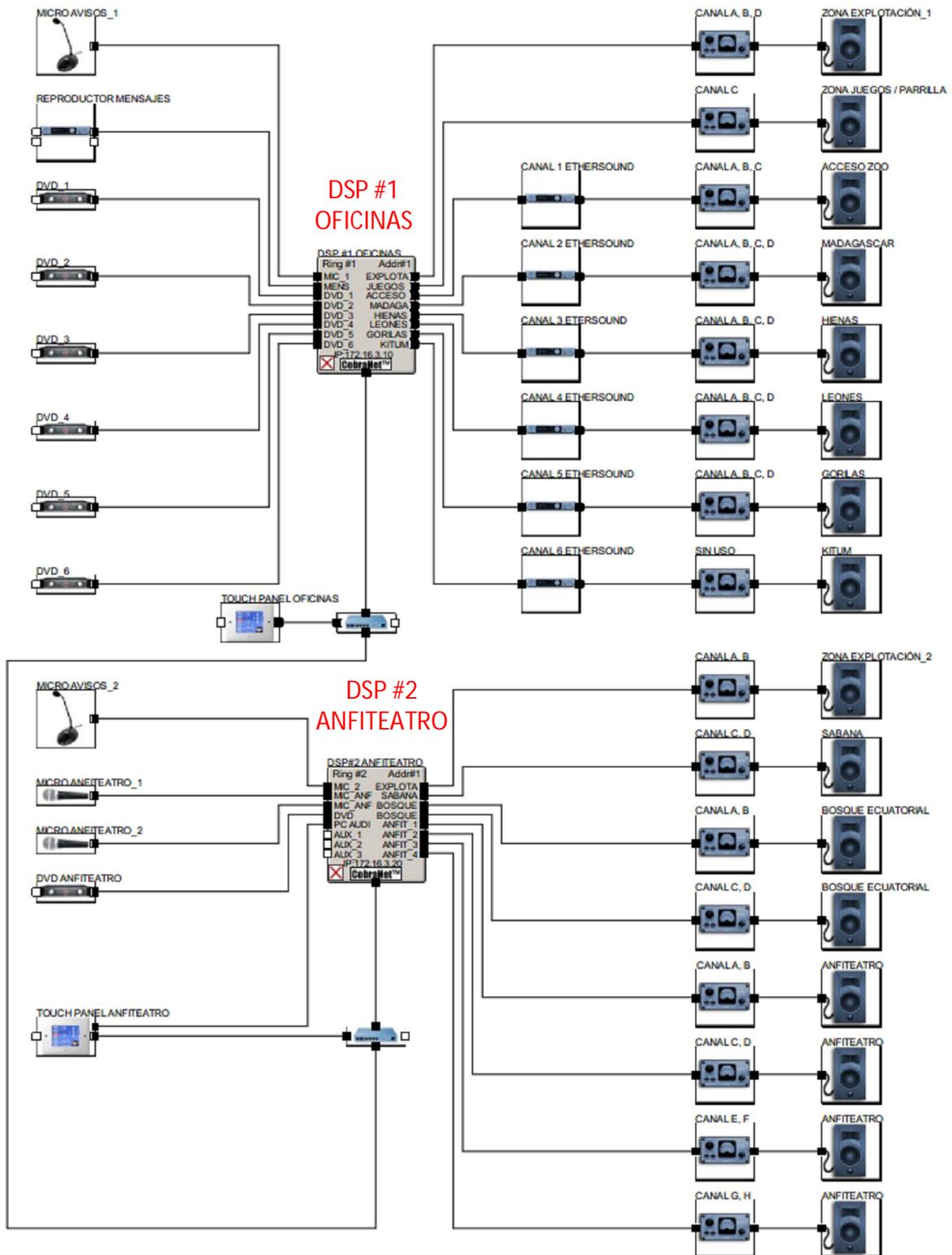


Figura 5.2. Esquema general programación DSP's (Symnet Designer)

La programación de los DSP's para este proyecto consta de dos partes, en la primera parte el objetivo principal es el de dotar de funcionalidad al sistema de sonorización. Para ello se generará un proyecto empleando como herramienta la aplicación Symnet Designer que permita cumplir todas las especificaciones definidas en el proyecto de ejecución.

Deberá gestionar todos los canales de audio de entrada salida tanto analógicos como Cobranet permitiendo el procesado de audio a nivel de volumen, ecualización, enrutamiento, retardo, etc...

Además deberá implementar un sistema de prioridades en función del tipo de señal de entrada que permita la difusión de mensajes de emergencia tanto pregrabados como a través de los micrófonos de avisos en cualquier momento.

El segundo objetivo será el de crear un interface de control del sistema fácil e intuitivo para la gestión del sistema de sonorización. Para ello nos ayudaremos de la herramienta que incorpora Symnet Designer para la creación de pantallas de control.

Una vez creado el interface de control lo exportaremos a un archivo XML mediante una aplicación llamada Symvue que nos permitirá independizar el sistema de control de la aplicación utilizada para la programación de los DSP's.

5.2 Programación de los DSP del Bioparc

El primer paso para la creación de un proyecto usando Symnet Designer es ubicar en el espacio de trabajo de la aplicación el hardware que vamos a emplear. Para ello seleccionamos en el Toolkit los dispositivos deseados y los arrastramos al espacio de trabajo.

En nuestro caso vamos a emplear dos DSP's 8x8 Express Cobra que disponen de 8 entradas y 8 salidas analógicas y un puerto Cobranet capaz de gestionar 16 canales de entrada y 16 canales de salida.

Como se puede apreciar en la Figura 78, se puede diseñar una especie de esquema general que ayude a la comprensión del proyecto a programar, aunque es únicamente a título informativo ya que la programación se realiza en el interior de los módulos DSP.

En el sistema de sonorización del BIOPARC cada DSP tiene una funcionalidad diferenciada, el DSP #1 gestiona todo el sistema de avisos, prioridades y programa musical de las zonas de megafonía. Además proporciona señal al sistema Ethersound y transmite / recibe canales Cobranet al DSP #2.

El DSP #2 es el encargado de la gestión de la zona del Anfiteatro cuando se comporta como una zona independiente. Recibe los canales Cobranet correspondientes a las zonas a él asignadas y envía hacia el DSP #1 los canales Cobranet generados en el Anfiteatro mas la señal de un segundo micrófono de avisos.

Una vez ubicados los dispositivos en el espacio de trabajo es necesario configurar el identificador de red (dirección IP), y el identificador a nivel de hardware ya que a la hora de descargar la programación en los DSP's es necesario asignar este identificador para que se realice la descarga correctamente.

DISPOSITIVO	IDENTIFICADOR HARWARE
DSP #1 (OFICINAS)	Ring #1 Address #1
DSP #2 (ANFITEATRO)	Ring #2 Address #1

Tabla 5.1. Identificador hardware DSP's

En un mismo proyecto es posible gestionar hasta 31 dispositivos mediante este identificador. La configuración se realiza por medio de unos microinterruptores ubicados en la parte posterior de los DSP.

La asignación de la dirección IP se realiza vía software.

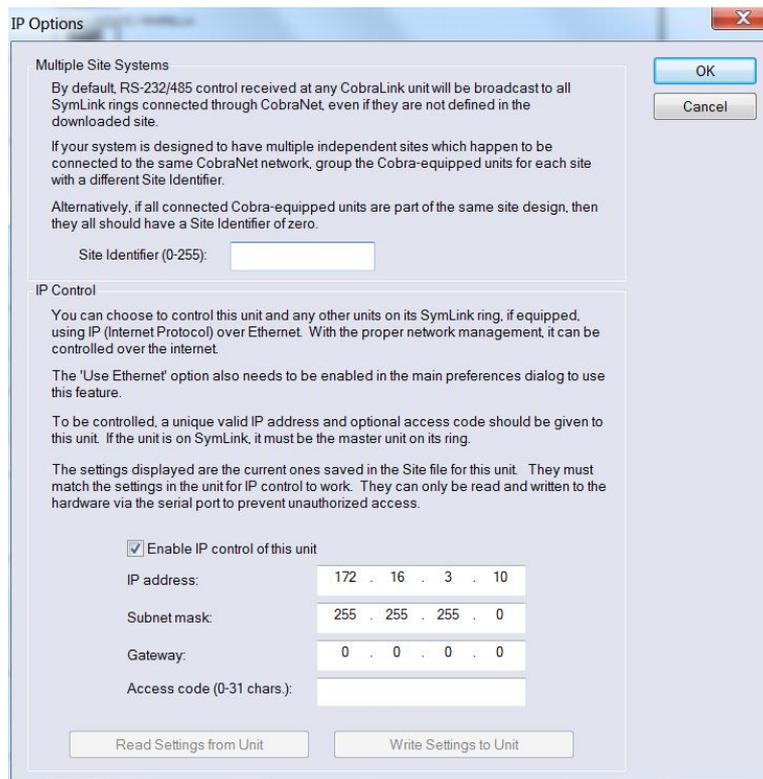


Figura 5.3. Asignación dirección IP (DSP #1)

5.2.1 Programación DSP #1 (Oficinas)

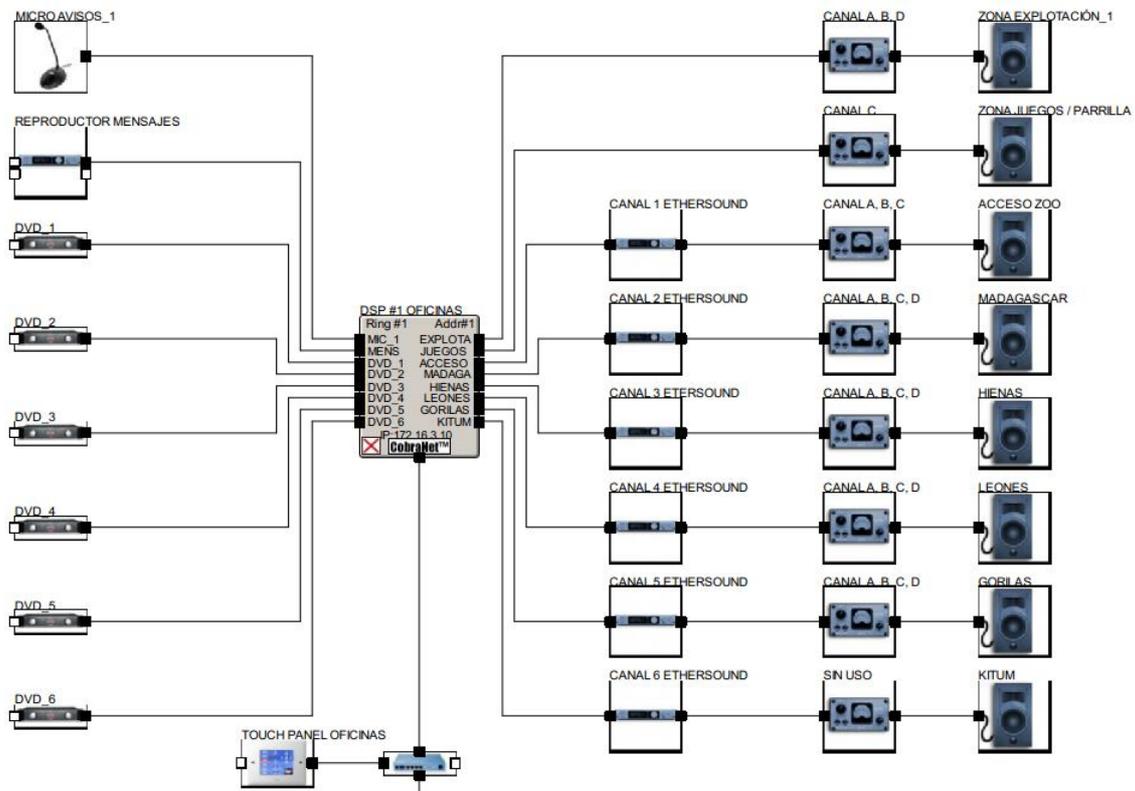


Figura 5.4. Esquema general DSP #1 (Oficinas)

Como se ha comentado anteriormente el DSP #1 es el encargado de gestionar gran parte del sistema de sonorización.

La programación comprende cinco partes fundamentales:

- Módulos de entradas / salidas analógicos
- Selector de fuentes
- Súper módulo de avisos y emergencias
- Súper módulos de gestión de mensajes pregrabados
- Bundles transmisores / receptores Cobranet

Se denomina Súper módulo a la agrupación de varios módulos DSP para formar una entidad de procesamiento más compleja.

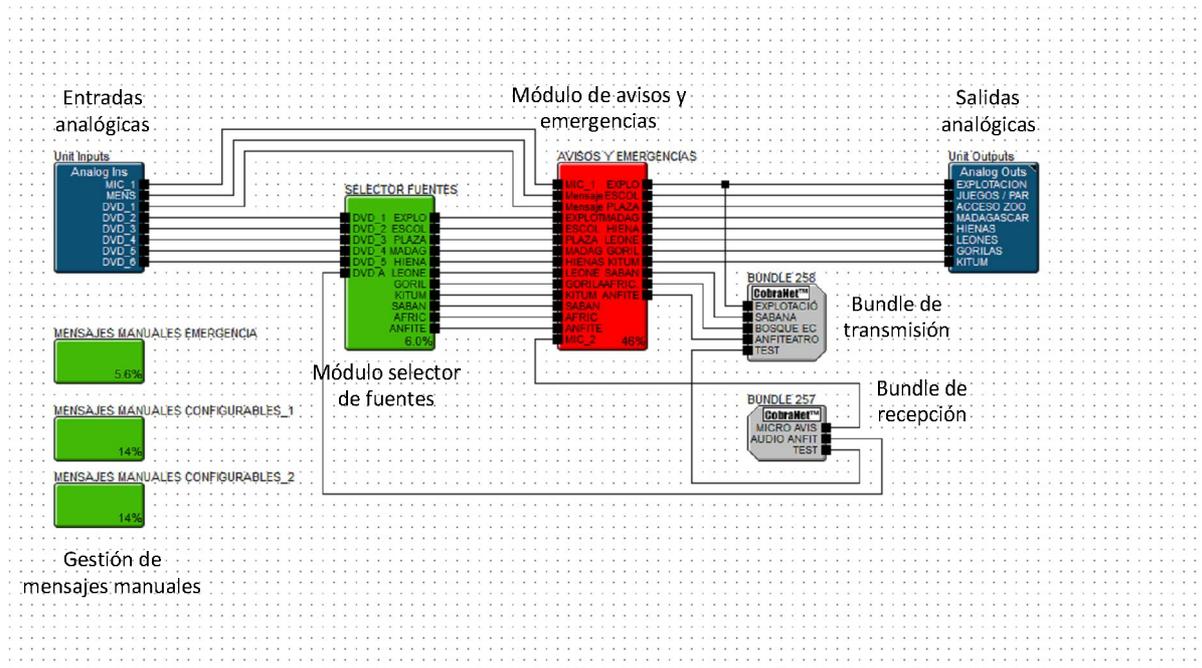


Figura 5.5. Programación DSP #1 (OFICINAS)

- **Módulos de entrada / salida analógicos**

Son los encargados de acondicionar tanto la señal analógica de entrada como la de salida. Admite niveles de señal de entrada de micro o de línea balanceado o no balanceado. A la salida permite seleccionar nivel de línea balanceado (+4dBu) o no balanceado (-10dBV).

Input #1	Input #2	Input #3	Input #4	Input #5	Input #6	Input #7	Input #8
Level:							
+4 dBu							
-10 dBV							
-20 dBu							
-40 dBu							
-50 dBu							
Mute							
Phantom							
Invert							
MIC_1	MENS	DVD_1	DVD_2	DVD_3	DVD_4	DVD_5	DVD_6

Figura 5.6. Módulo de entradas analógicas

- **Selector de fuentes**

Permite la selección independiente por cada una de las zonas del programa musical que se desee. El nivel de prioridad de esta señal es el menor ya que cualquier mensaje de voz o pregrabado tiene mayor prioridad de difusión.

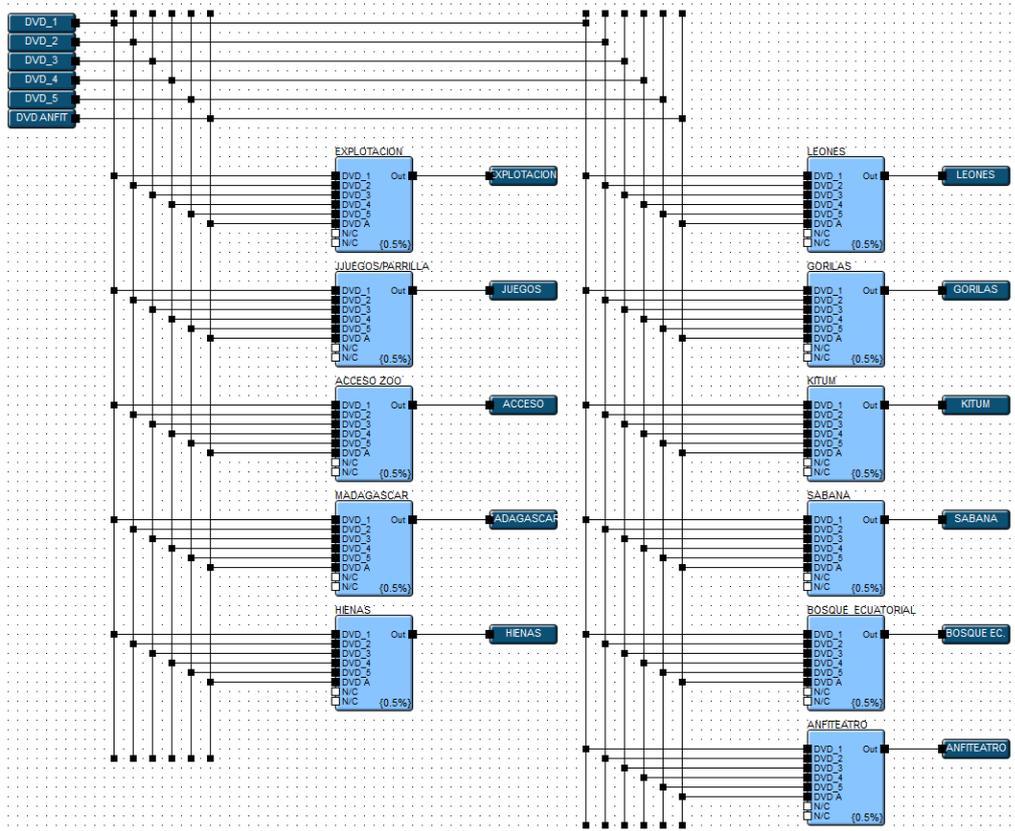


Figura 5.7. Programación selector de fuentes



Figura 5.8. Detalle selector de fuentes

- **Súper módulo de avisos y emergencias**

Es la parte más importante de la programación ya que es el encargado de gestionar las prioridades del sistema.

Establece la mayor prioridad con los mensajes emitidos a través del micrófono, seguido de los mensajes pregrabados y por último el programa musical.

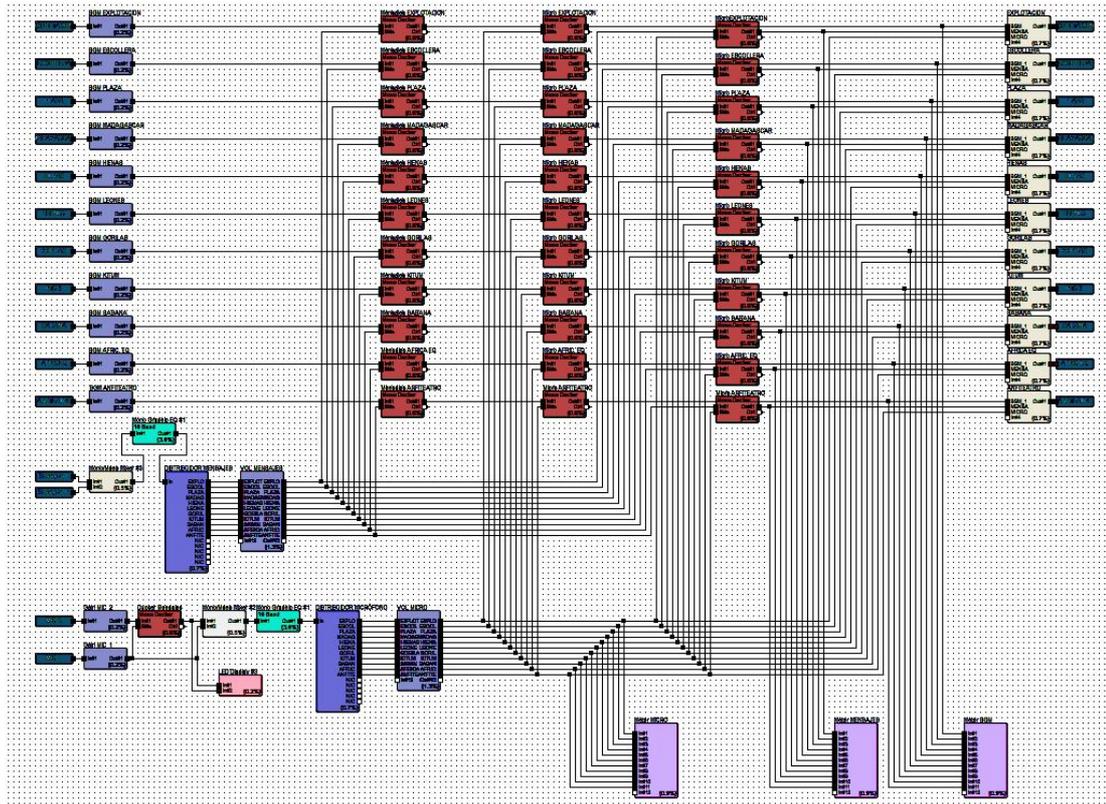


Figura 5.9. Súper módulo de avisos y emergencias

El módulo DSP encargado de discernir la prioridad de una señal respecto de otra se denomina ducker.

Dispone de dos entradas, una de señal de audio y otra de control, cuando se activa la entrada de control la señal de audio se atenúa una cantidad de dB's determinada.

Combinando varios de estos módulos se consigue programar los diferentes niveles de prioridad.

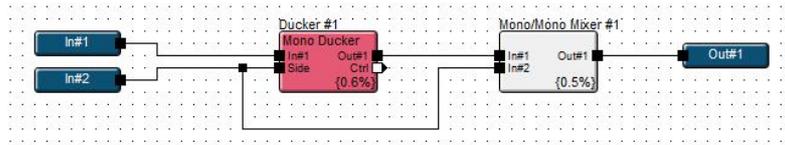


Figura 5.10. Ejemplo ducker

En el ejemplo de la Figura 87, se dispone de dos señales de audio, la de menor prioridad In#1 entra por la entrada de señal, cuando la señal de audio In#2 se active (mayor prioridad) producirá una atenuación en el nivel de señal de In#1 mientras In#2 esté activa.

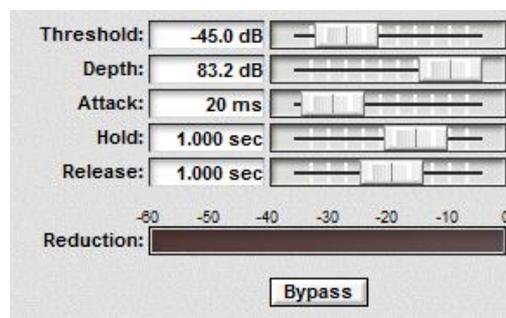


Figura 5.11. Detalle parámetros de configuración del ducker

Los mensajes pregrabados también permiten la selección independiente de zonas para su emisión. Esto quiere decir que si un mensaje pregrabado convencional tiene seleccionadas para su difusión unas zonas determinadas, las zonas no seleccionadas no se verán afectadas por el nivel de prioridad de los mensajes.

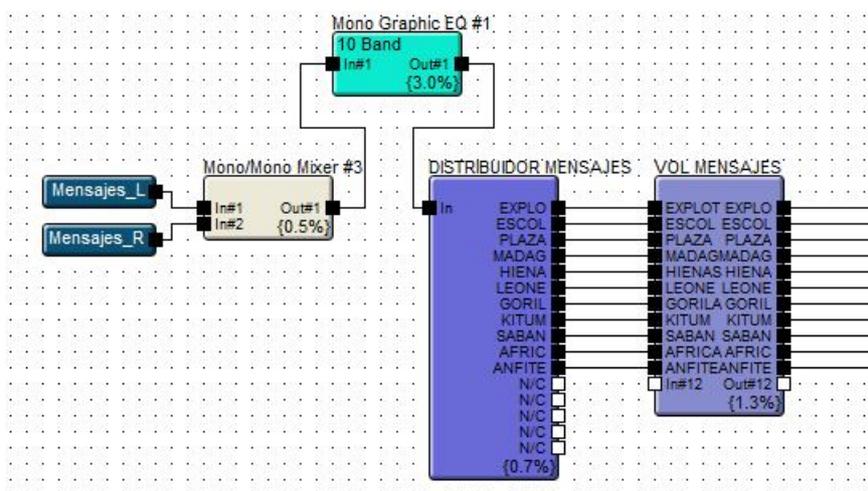


Figura 5.12. Selección de zonas (Mensajes pregrabados)

Al igual que los mensajes pregrabados, los avisos de micrófono también ofrecen la posibilidad de seleccionar las zonas de emisión.

En este caso como se dispone de dos micrófonos de avisos, uno ubicado en Oficinas y otro ubicado en el Anfiteatro se ha establecido una prioridad entre ellos.

Es decir en el caso que coincidieran dos avisos de voz simultáneos, la prioridad entre ellos sería del micrófono ubicado en Oficinas.

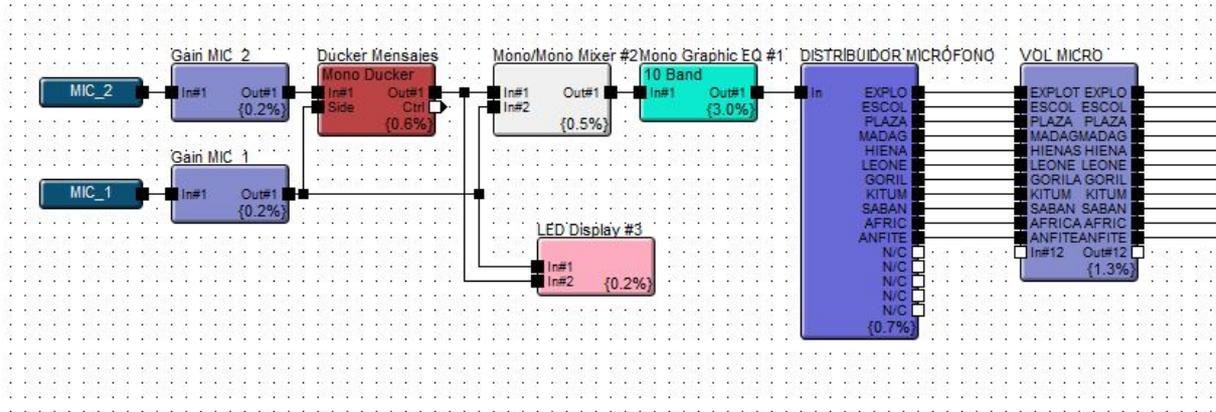


Figura 5.13. Selección y prioridad (avisos micrófono)

- **Súper módulos de gestión de mensajes pregrabados**

La función de estos súper módulos es la de enviar a través del puerto serie RS-232 los comandos necesarios para activar la reproducción de los mensajes pregrabados.

Existen dos tipos de súper módulos, el primer tipo es el encargado de activar los mensajes pregrabados de explotación del zoo y el segundo súper módulo es el encargado de activar los mensajes de emergencia.

Ambos súper módulos están diferenciados debido que el tratamiento y procesado de los mensajes es totalmente diferente.

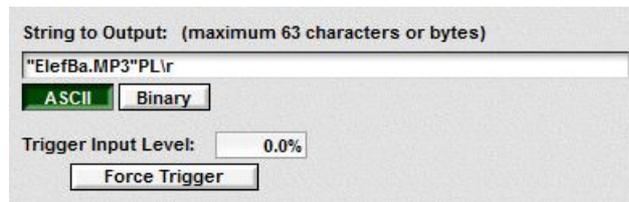


Figura 5.14. Configuración para la transmisión de comandos RS-232

El súper módulo para la activación de los mensajes pregrabados de explotación, permite la selección de zonas de difusión, los mensajes pueden ser editados desde el interface de control para añadir, modificar o eliminar pistas de reproducción.

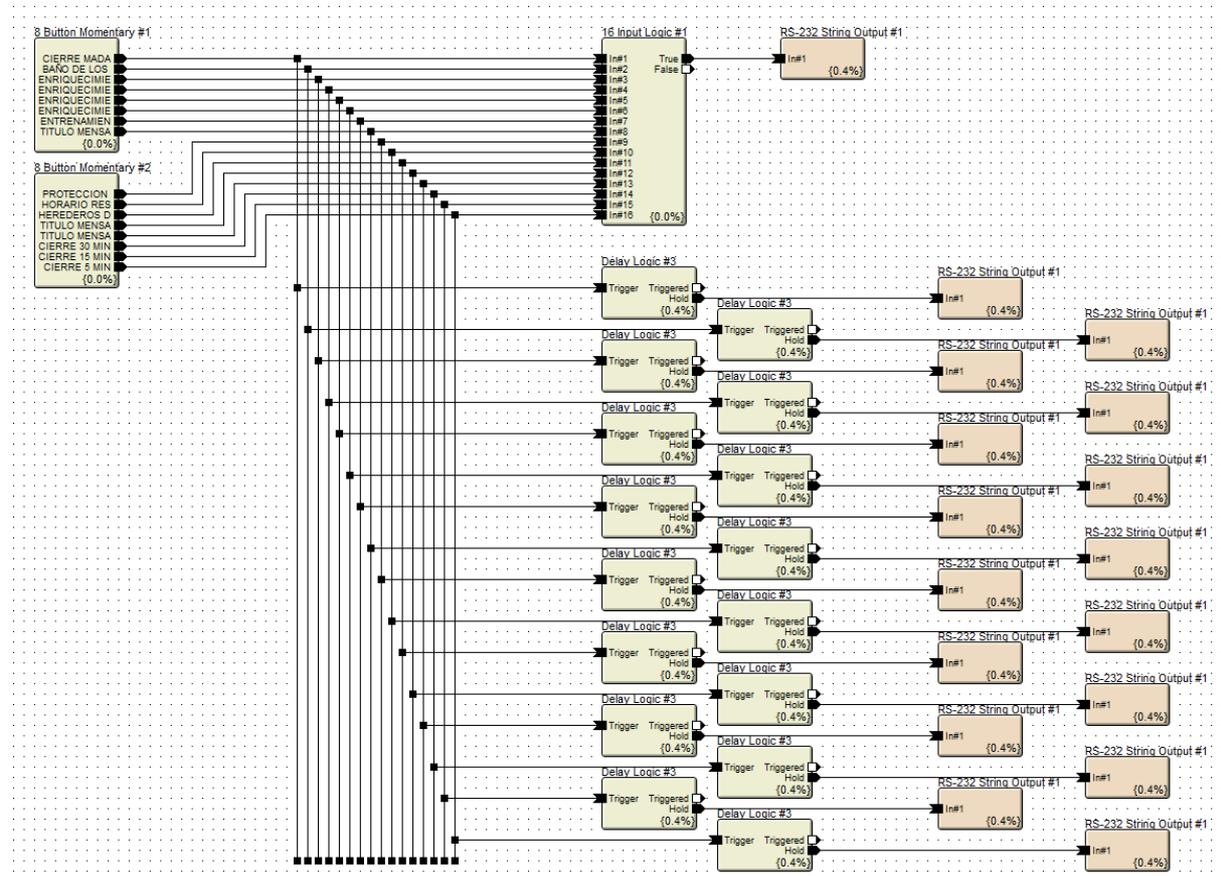


Figura 5.15. Súper módulo para la activación de mensajes pregrabados de explotación

Una vez se transfiere la pista de audio al reproductor de mensajes, para poder activar la reproducción de esta, se emplea el módulo DSP “RS-232 String Output, que como se puede observar en la Figura 91 su función es enviar una instrucción de control a través del puerto serie del DSP que está conectado al reproductor de mensajes.

La sintaxis de los comandos de control viene definida en el protocolo de comunicaciones especificada por el fabricante.

Siguiendo con el ejemplo de la Figura 91 el comando enviado a través del puerto serie "ElefBa.MP3"PL\r lo que le indica al reproductor de mensajes es que reproduzca la pista de audio con el nombre "ElefBa.MP3" una sola vez.

Se precisa añadir un retardo lógico (Delay logic) debido a que para que se produzca la activación del módulo DSP se requiere que la señal que lo active esté un cierto intervalo mínimo de tiempo a nivel alto. Con este módulo DSP lo que se consigue es generar una onda cuadrada cuyos parámetros de configuración permiten modificar el periodo de tiempo que la

señal se encuentra a nivel alto y el periodo que se encuentra a nivel bajo permitiendo así adaptarse al mínimo intervalo de tiempo necesario para la activación del módulo.

Se han programado un total de 16 mensajes que pueden ser activados desde la interface de control del sistema.

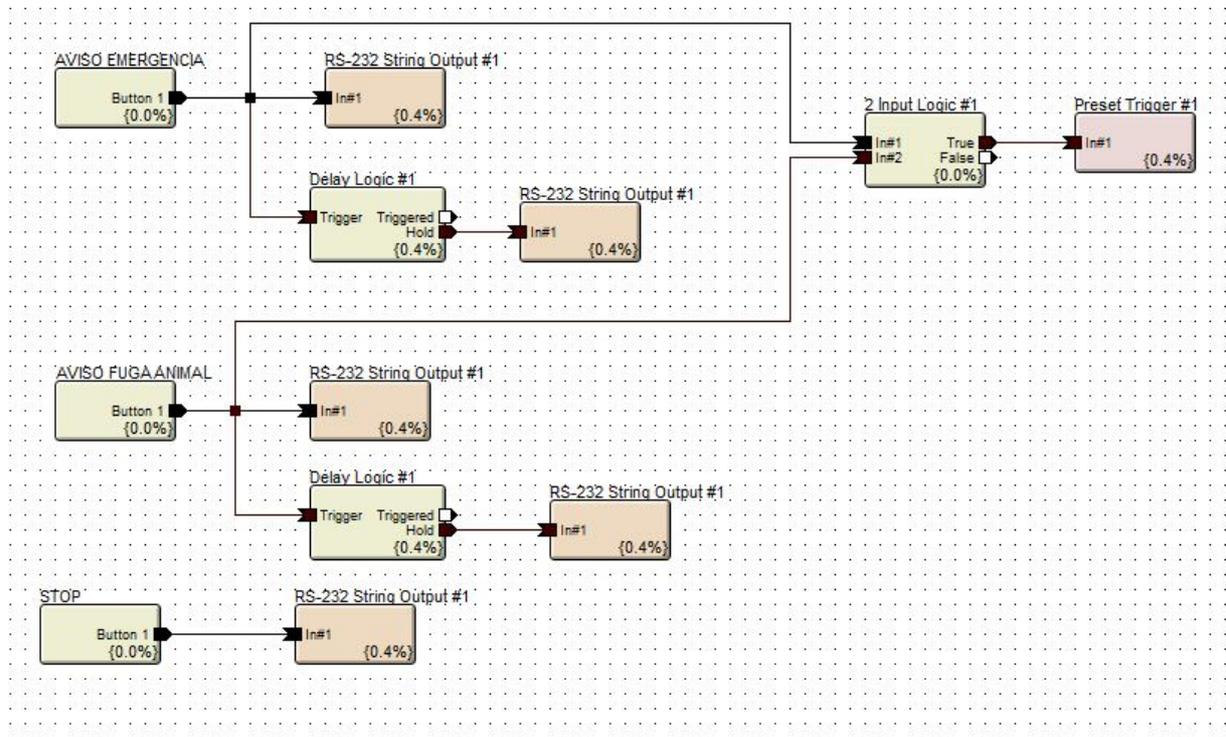


Figura 5.16. Súper módulo para la activación de mensajes de emergencia

El súper módulo para la activación de los mensajes de emergencia a diferencia de los anteriores, no puede ser editado desde el interface de control y para su activación es necesario tener el máximo nivel de privilegios como usuario de lo contrario la pantalla para la activación de los mensajes no será accesible.

Otra diferencia importante es que los mensajes de emergencia no permiten la selección de zonas, ya que se difunde a todas las zonas por igual.

Para evitar que en el momento de la difusión del mensaje de emergencia haya zonas que estén silenciadas o con un nivel de volumen tan bajo que impida la perfecta comprensión del mensaje, se ha configurado un preset que al activar la emergencia habilita todas las zonas a un volumen de sonido predeterminado previamente.

Otra característica importante es que una vez se inicia el mensaje de emergencia, dicho mensaje se repite en bucle continuamente y debe ser detenido manualmente por un usuario que al igual que la activación debe poseer el nivel de privilegios adecuado.

- **Bundles de transmisión / recepción Cobranet**

Son los encargados de transmitir desde el DSP #1 hacia el DSP #2 y recibir desde el DSP #2 al DSP #1 los canales Cobranet.

Para más información al respecto consultar las Tablas 4-13 y 4-14 del apartado 4.5.

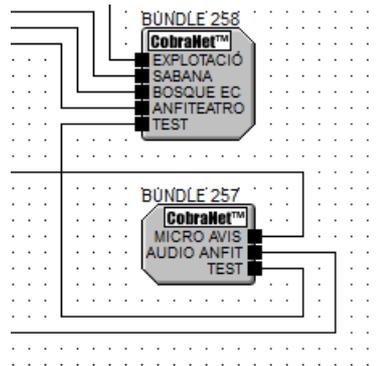


Figura 5.17. Bundles de transmisión recepción Cobranet

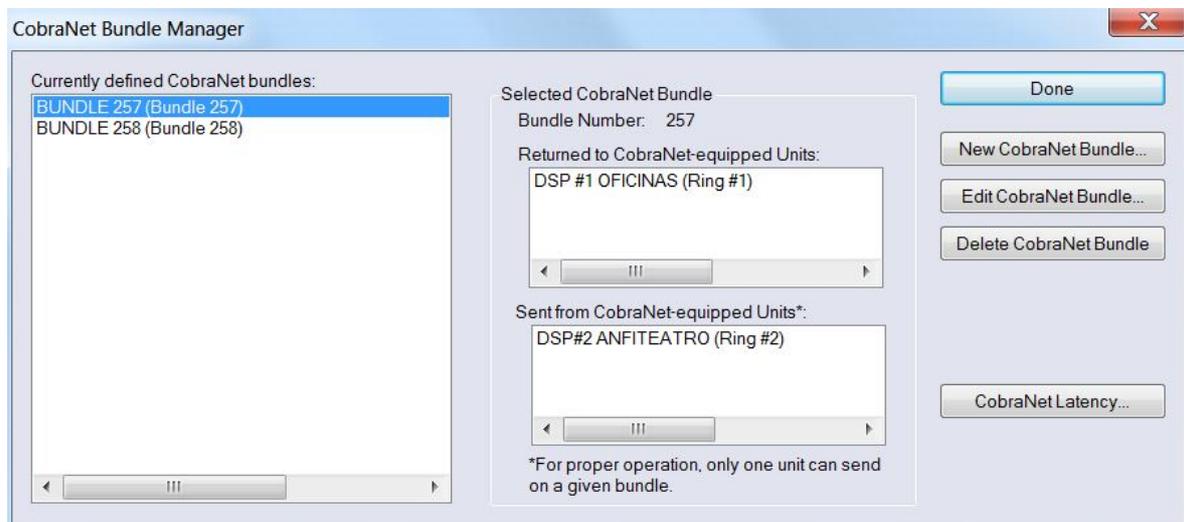


Figura 5.18. Cobranet Bundle Manager

5.2.2 Programación DSP #2 (Anfiteatro)

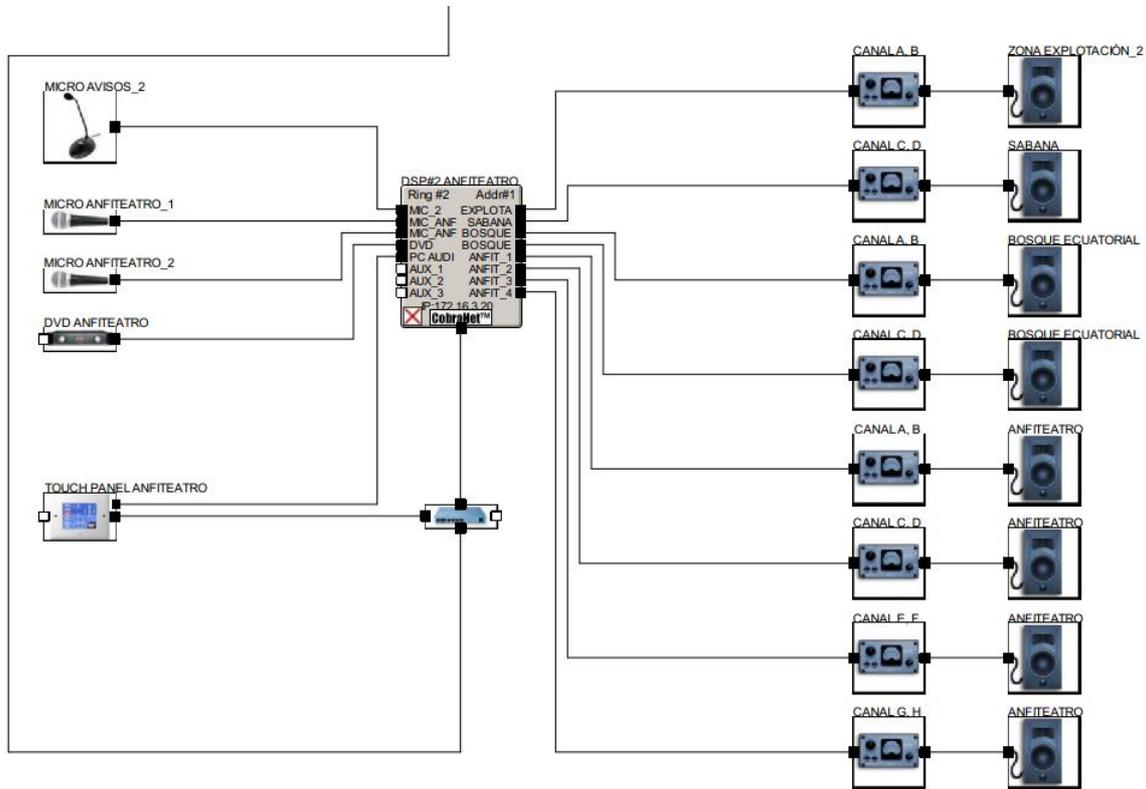


Figura 5.19. Esquema general DSP #2 (Anfiteatro)

La programación del DSP #2 tiene como principal función la gestión del audio generado en la zona de ANFITEATRO.

También se encarga de realizar la conmutación de la zona entre el sonido generado localmente y la señal de megafonía propia de la zona.

Por último están los bundles Cobranet que se encargan de la transmisión / recepción de los canales de audio entre DSP'S.

El sistema de sonido local del ANFITEATRO tiene dos tipos de funcionamiento según el tipo de evento, el que se podría denominar como convencional, en el que un speaker va guiando al público durante el espectáculo con una música de fondo.

En ese modo de funcionamiento cuando no hay señal de voz la música suena a un volumen normal y en el momento que el speaker habla la señal musical automáticamente se atenúa mientras haya señal vocal. Cuando no hay señal de voz, el programa musical vuelve al volumen normal.

Este modo de funcionamiento es muy útil ya que una única persona puede gestionar el evento.

El otro tipo de funcionamiento es el que se podría denominar como “manual”, y está previsto para eventos en el que se precise un control más preciso de todas las fuentes de señal.

En este caso un técnico es el que controla el nivel de todas las señales de audio generadas, a modo de una mesa de mezclas, pero interactuando desde la pantalla táctil.

El interface de control permite cambiar de un modo al otro en tiempo real.

La conmutación entre el sonido generado localmente y la megafonía se puede realizar tanto desde el interface de control del ANFITEATRO como desde el de OFICINAS, con la salvedad de que si el mensaje de emergencia se activa, en ese momento se ejecuta un preset que conmuta automáticamente entre el sonido local y la megafonía, permitiendo que aunque se esté en modo local el mensaje de emergencia se pueda escuchar en la zona e inhabilitando la posibilidad de conmutar al audio local mientras el mensaje de emergencia se encuentre activo.

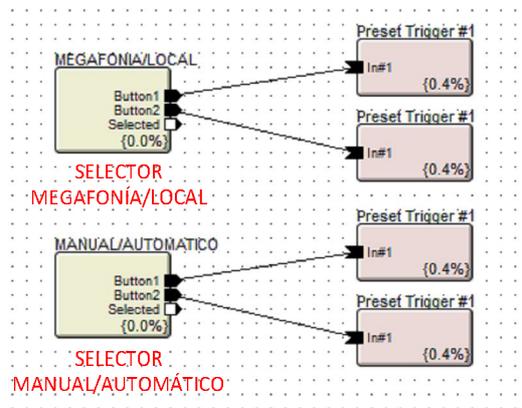


Figura 5.20. Conmutación entre modos de funcionamiento

Debido a que el audio local se gestiona desde la pantalla táctil, los faders de volumen que incorpora el DSP por defecto no son prácticos debido a su incomodidad de uso sobre la pantalla, por lo que se ha programado un super módulo que permita modificar el nivel de volumen desde botones táctiles.

El súper módulo funciona a modo de integrador con escala logarítmica que a partir de un impulso y su duración genera una rampa de tensión (símil analógico) que actúa sobre un fader controlado por una señal de control que es proporcional al valor y duración de la rampa generada.

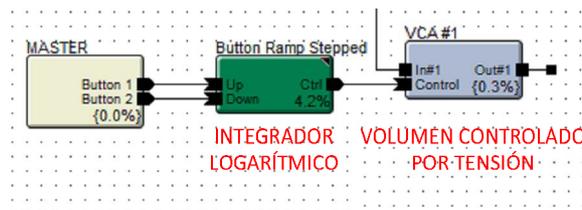


Figura 5.21. Control de volumen

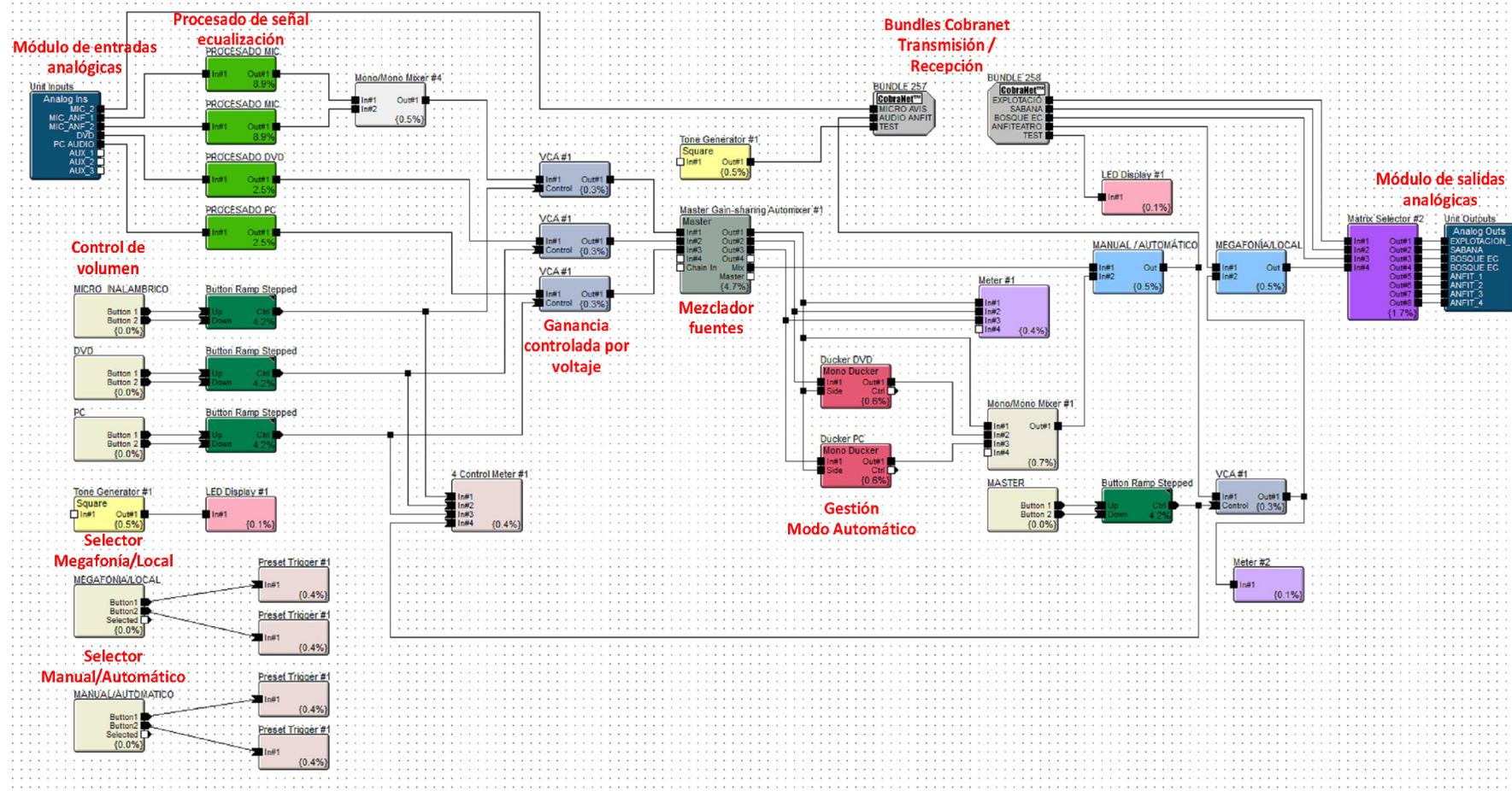


Figura 5.22. Programación DSP #2 (ANFITEATRO)

6 Software de gestión y control del sistema

En este capítulo en primer lugar se abordará la creación de un interface de control del sistema, empleando para ello las herramientas proporcionadas por la aplicación Symnet designer.

Utilizando como base la programación realizada en el capítulo anterior se crearán una serie de pantallas de control que permitan la gestión conjunta tanto del sistema de megafonía de avisos como del sistema local de sonorización del Anfiteatro.

Una vez creado el interface de control, por medio de una aplicación también suministrada por el fabricante de los DSP's se independizará del software de programación permitiendo así crear una aplicación de control totalmente independiente de Symnet Designer.

En segundo lugar haciendo uso del software de monitorización y control de las etapas de potencia del sistema, nos permitirá interactuar y tener información en tiempo real del estado de los amplificadores.

Por último tenemos el software de gestión del sistema de reproducción de mensajes pregrabados, con el que se podrán transferir las pistas de audio al dispositivo, crear listas de reproducción programadas en función de la hora del día, y reproducir las pistas de audio.

6.1 Creación del interface de control con Symnet Designer

Mediante la opción del menú contextual "Control Screen" de Symnet Designer es posible asociar cualquier elemento de la programación a una pantalla de control creada expresamente o ya definida anteriormente.

Si el proyecto se ha creado con varios DSP's como es el caso del BIOPARC se pueden asociar controles de cualquiera de los DSP a una misma pantalla de control.

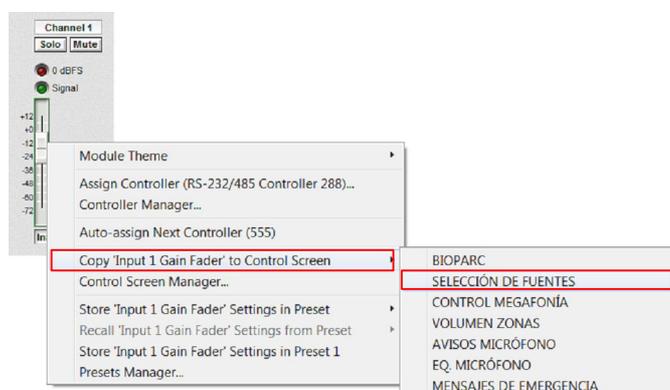


Figura 6.1. Asociación de elementos a pantallas de control

En el ejemplo de la Figura 6-1 el elemento con el identificador “Input 1 Gain Fader” se asociará a una pantalla de control ya creada llamada “SELECCIÓN DE FUENTES”.

De esta forma es posible crear un entorno de control con todos los elementos que se precisen únicamente asociándolos a las correspondientes pantallas de control.

Se pueden crear pantallas de control dentro de otras pantallas de control para organizar de una forma jerárquica el menú de control.

Una vez asociado un elemento es posible modificar el tamaño, la orientación, el color, la forma, el comportamiento, etc... para poder crear un entorno lo más atractivo posible para el usuario.

Symnet Designer también permite importar imágenes a las pantallas de control.

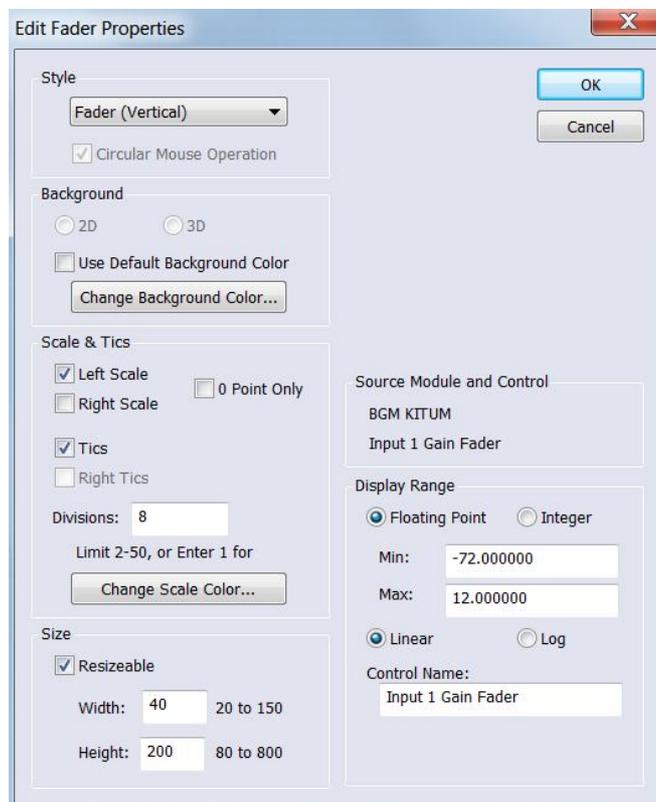


Figura 6.2. Propiedades del elemento de control

Otra característica importante es la posibilidad de asignar diferentes niveles de privilegios para interactuar con las pantallas de control, de forma que usuario con un determinado nivel de privilegios puede tener acceso a una pantalla de control para poder operar con ella y sólo tener acceso para poder visualizar el estado en otra pantalla. Los niveles de privilegio se asignan independientemente para cada pantalla.

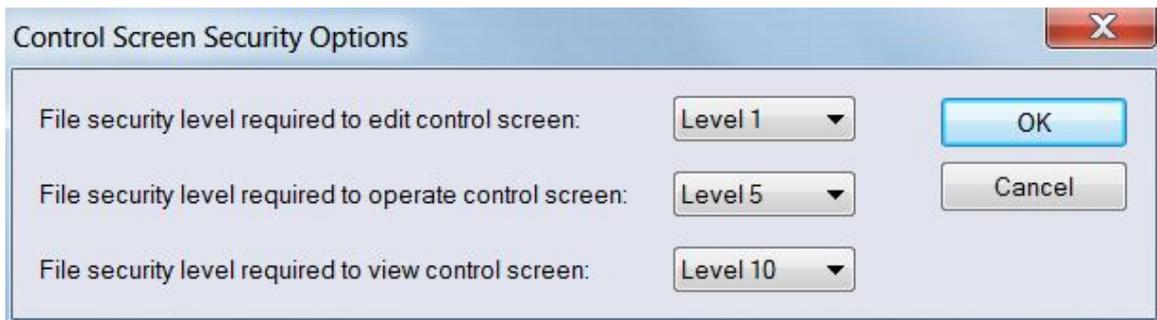


Figura 6.3. Asignación de los niveles de privilegio para acceso a las pantallas de control

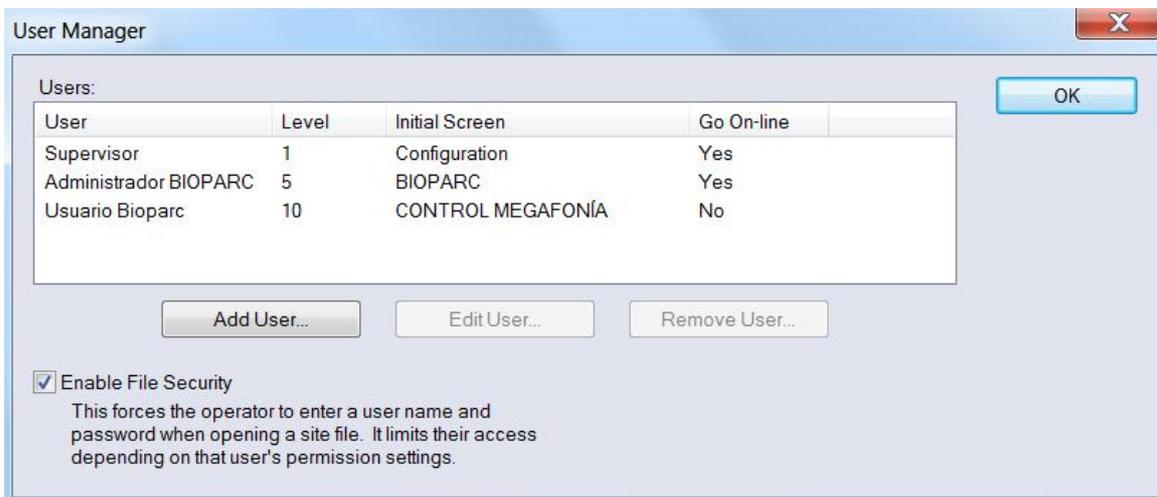


Figura 6.4. Definición de los niveles de privilegio de usuarios

6.2 Organización jerárquica del menú de control

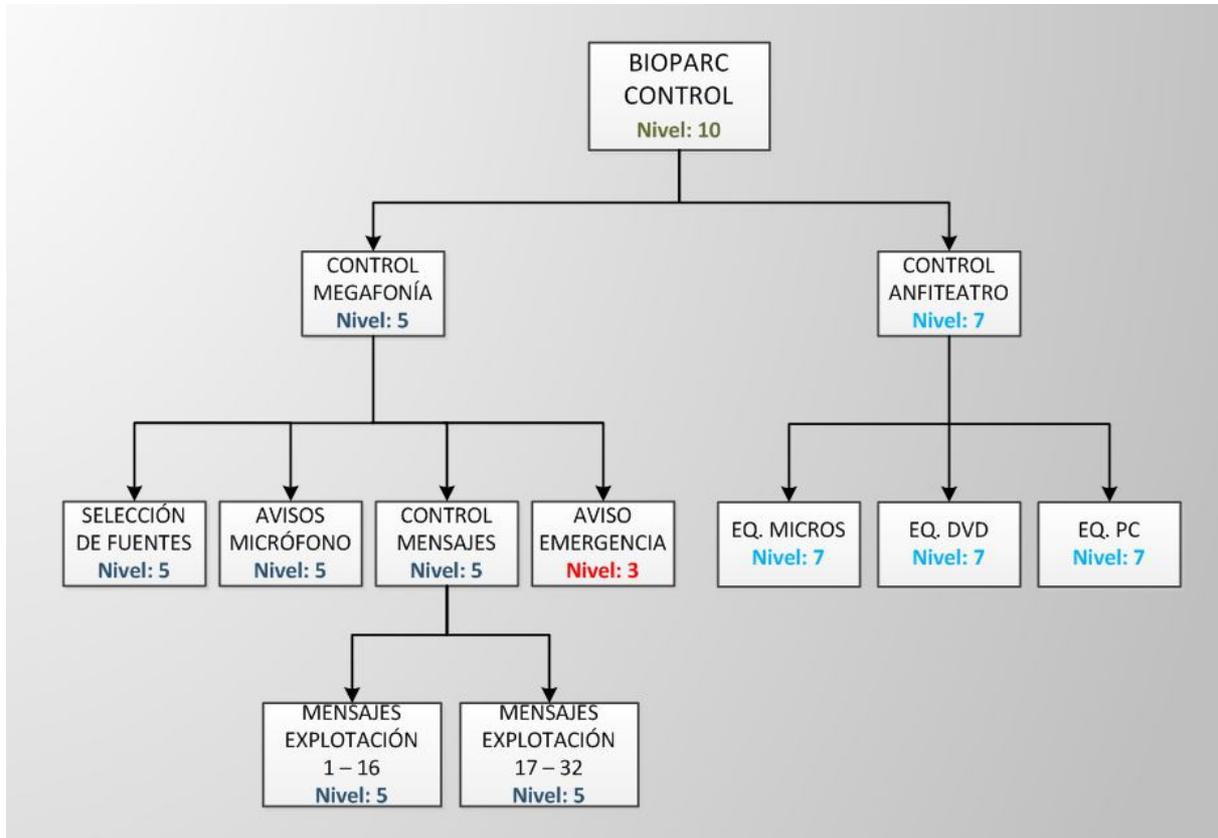


Figura 6.5. Organización jerárquica del menú de control

En la Figura 102 se muestra la organización de las pantallas creadas para el control del sistema de sonorización

Como se observa el sistema de control está dividido en dos bloques, por un lado el control de megafonía y por el otro la gestión del Anfiteatro como zona independiente.

Se han asignado niveles de privilegio diferentes para interactuar con el sistema de control a cada bloque.

Para acceder al menú principal no hace falta ningún tipo de privilegio ya que su nivel es 10 y el nivel más bajo de todos.

El acceso al sistema de control del Anfiteatro requiere un nivel de privilegios igual a 7, y el acceso al control de megafonía requiere un nivel 5, por lo tanto el usuario que gestiona el control del Anfiteatro no tendrá la posibilidad de operar con el sistema de megafonía, en cambio el usuario del sistema de megafonía si tendrá acceso al control del Anfiteatro ya que su nivel de privilegio es mayor.

El mayor nivel de privilegio se requiere para activar el mensaje de emergencia.

6.3 Pantallas de control del sistema

En este apartado se mostrarán las pantallas de control creadas para la gestión del sistema.



Figura 6.6. Pantalla de inicio

1. Acceso a las pantallas de control de Megafonía y Anfiteatro
2. Monitorización del estado de los DSP's y transmisión Cobranet
3. Botón de salida del sistema de control (utilizado en Symvue)
4. Acceso a pantalla de selección de fuentes
5. Acceso a pantalla de control de mensajes pregrabados
6. Acceso a pantalla de avisos de microfónicos
7. Acceso a pantalla de activación de mensajes de emergencia

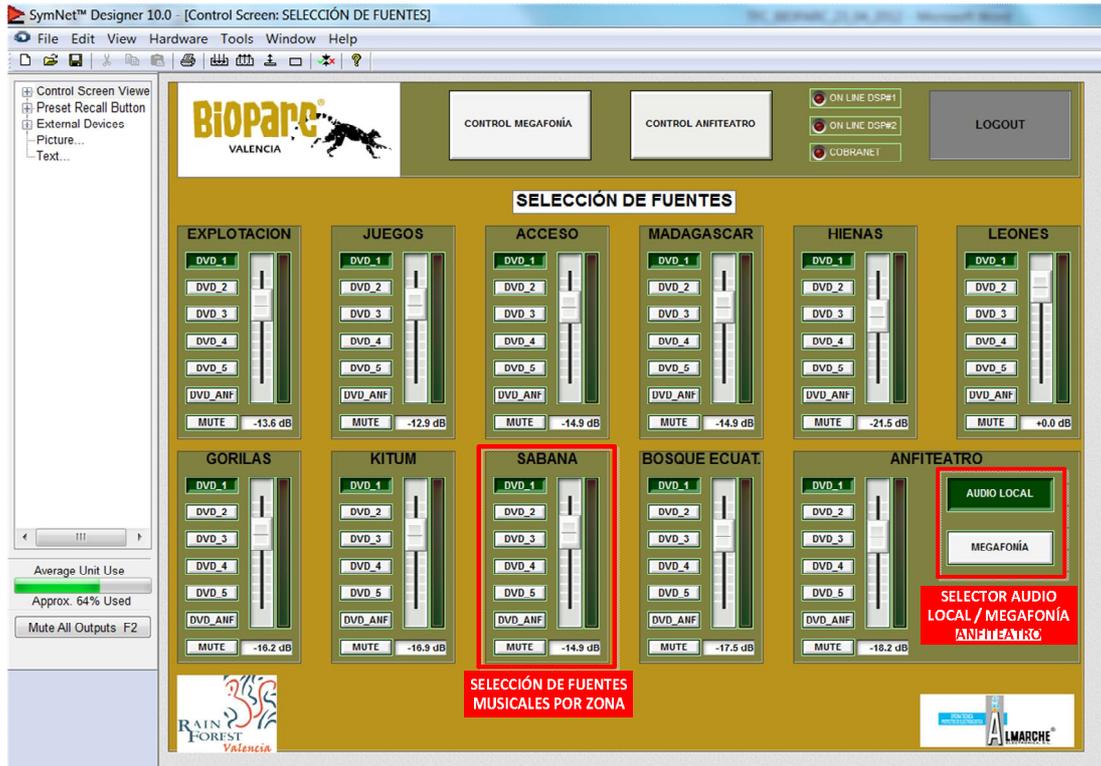


Figura 6.7. Pantalla de Selección de Fuentes

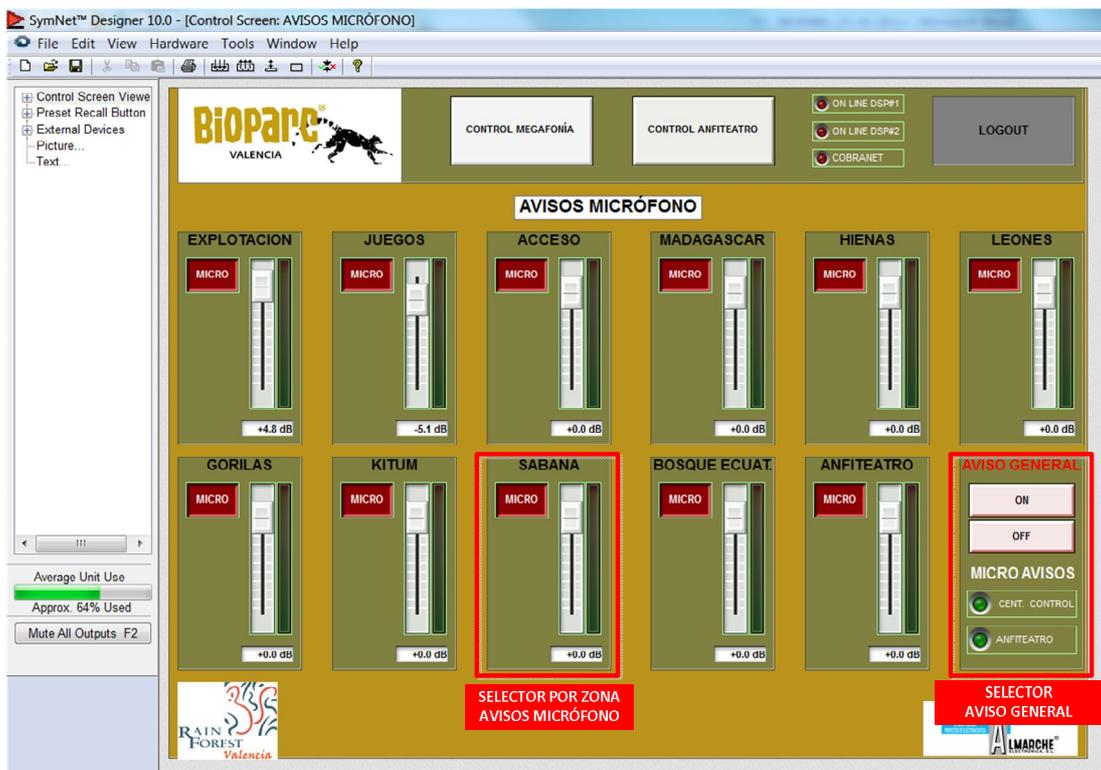


Figura 6.8. Pantalla Avisos Micrófono

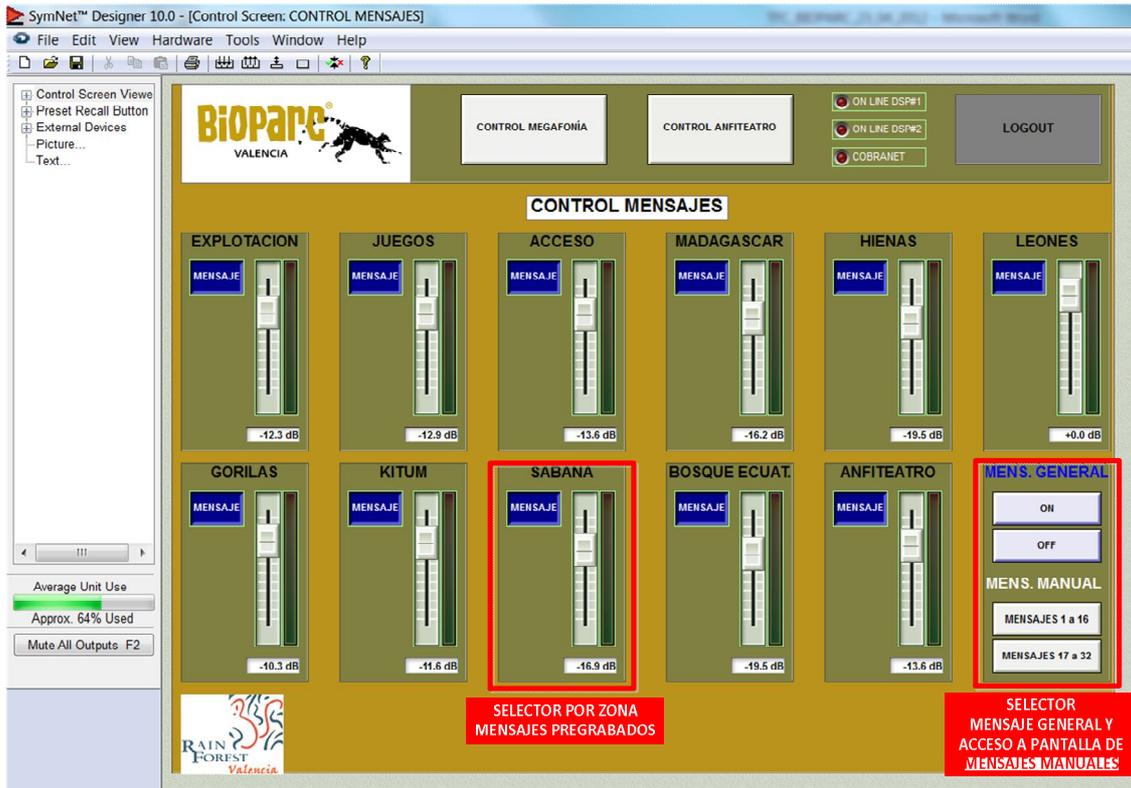


Figura 6.9. Pantalla Mensajes Pregrabados

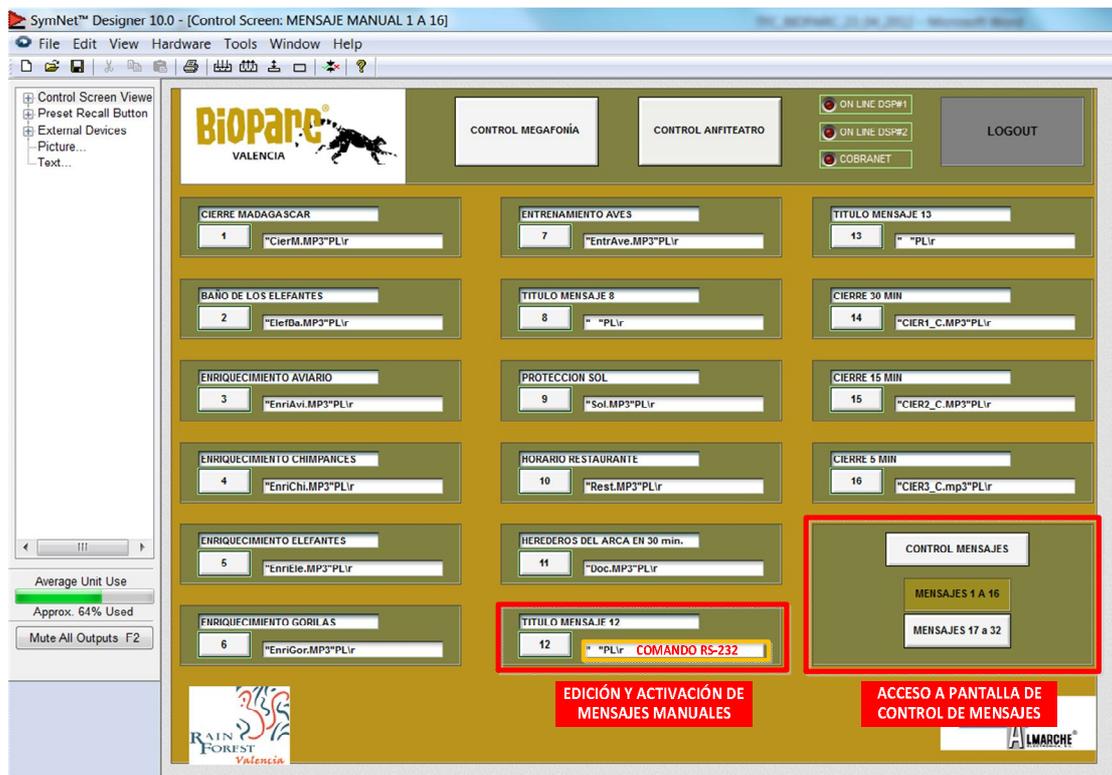


Figura 6.10. Pantalla de activación de mensajes pregrabados

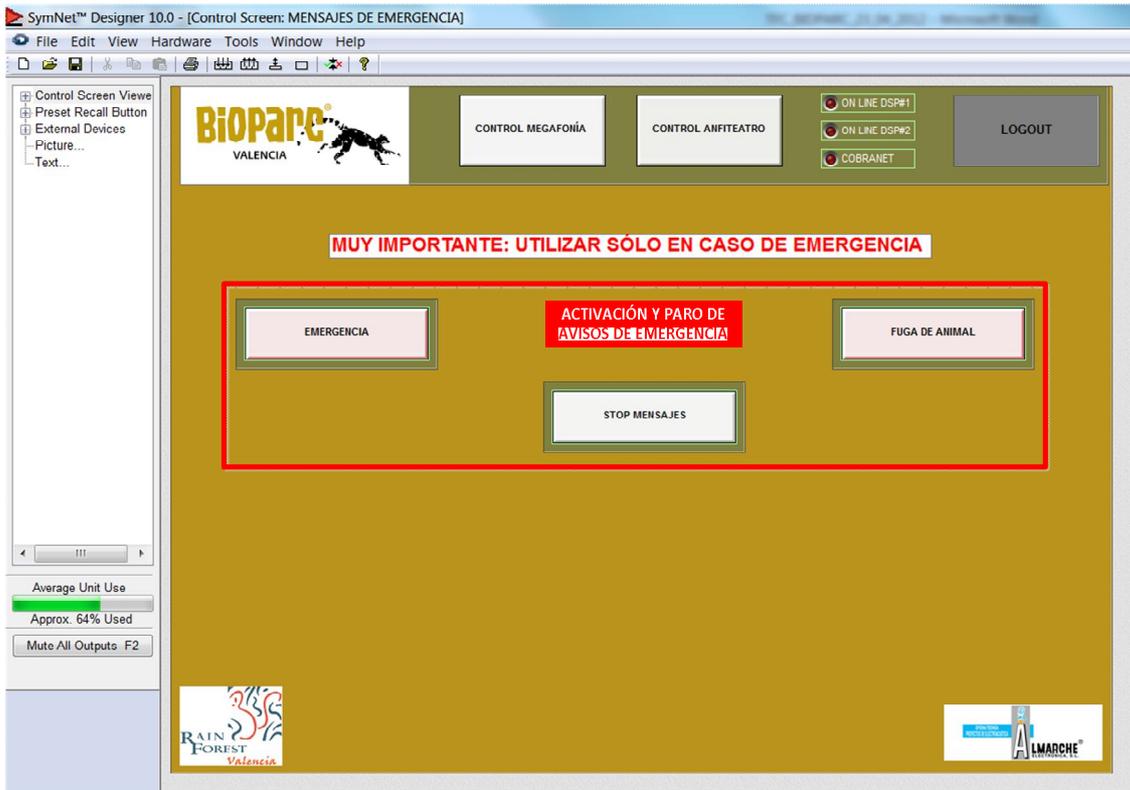


Figura 6.11. Pantalla de activación mensajes de emergencia

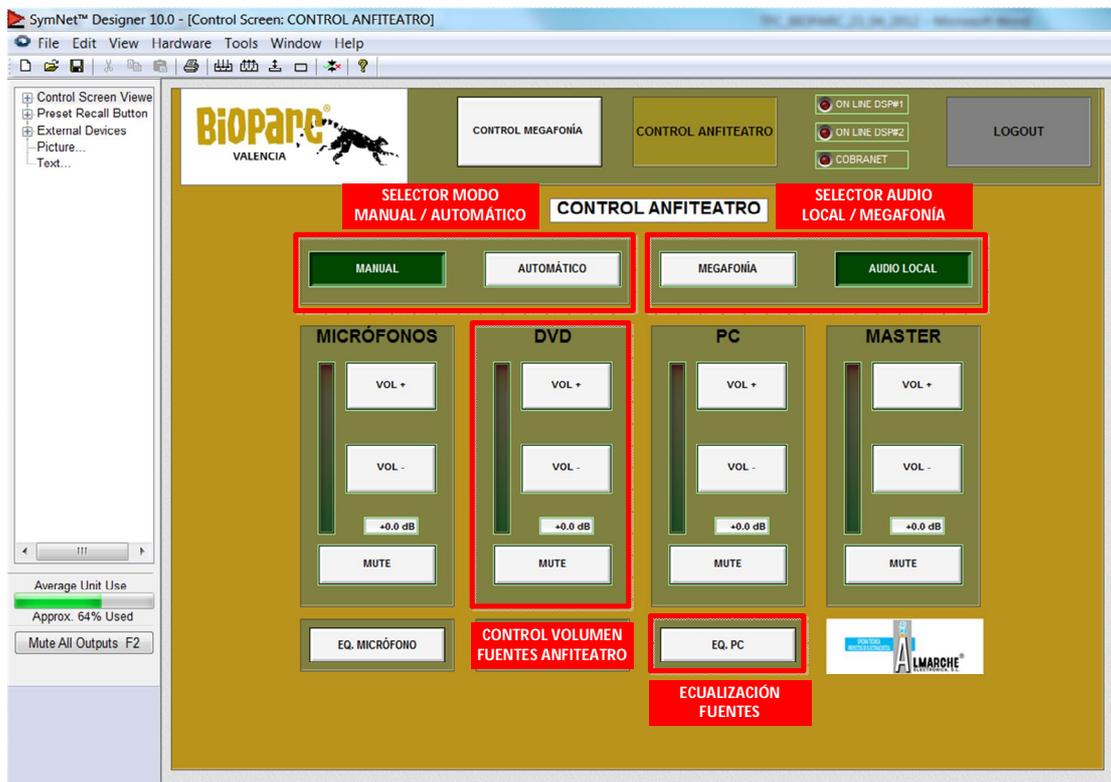


Figura 6.12. Pantalla de control del Anfiteatro

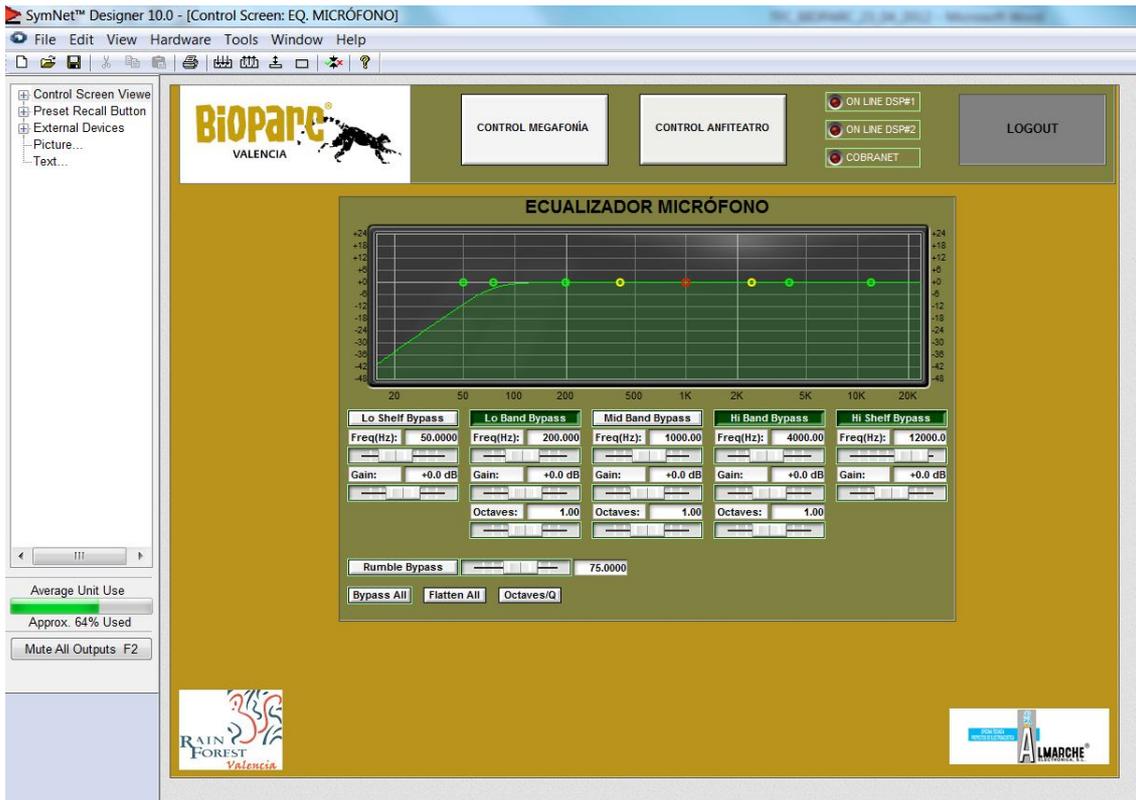


Figura 6.13. Pantalla de Ecuación Micrófono

6.4 Exportación de las pantallas de control por medio de Symvue

Symvue [32] es una aplicación también suministrada por el fabricante del DSP que permite una vez creadas las pantallas de control, exportarlas a un archivo XML independiente del software de programación.

Aunque es posible el uso del interface de control desde el propio Symnet Designer, para un usuario normal que no esté familiarizado con el entorno de la aplicación puede resultar un tanto complejo ya que para interactuar con el DSP en todo momento la aplicación debe estar en línea (on line).

El inconveniente se plantea en el instante que se pierde la conexión con el DSP por cualquier motivo ya que al intentar volver a conectar con el DSP (“Go On-line Without Downloading”) si los ajustes del interface de control (volumen, selección de zonas, etc...), no coinciden con los ajustes que en su momento se descargaron en el DSP, la aplicación no podrá volver a ponerse en línea y será necesario volver a descargar la programación (“Download Configuration to Symnet”), o recuperar la programación desde el DSP (“Upload Entire Site From Symnet”).

Puede darse el caso que para realizar las acciones anteriormente citadas, el usuario no disponga del nivel de privilegios necesario y por tanto no pueda conectar con el DSP, por otro lado otorgar el nivel de privilegios necesarios a todos los usuarios que hacen uso del interface de control puede resultar contraproducente.

Señalar que aunque Symnet Designer no esté conectado al DSP, este sigue funcionando con normalidad.

Otro inconveniente de emplear Symnet Designer para el control del sistema radica en que la conexión entre la aplicación y el DSP se efectúa a través de una conexión TCP, y sólo permite una única instancia (PC) conectada a la vez, por lo que sólo se dispone de un único punto de control para todo el sistema.

Para solucionar estos inconvenientes, Symvue hace uso de los protocolos de control externos del DSP, que son una serie de comandos que permiten el control del DSP desde dispositivos externos.

Utiliza el puerto UDP número 48630 junto con la dirección IP del DSP.

Symvue acepta varias instancias de control conectadas simultáneamente al DSP, produciéndose una actualización en tiempo real del estado del sistema entre todas las instancias conectadas.

Otra ventaja es que ya no es necesario ningún tipo de acción para estar en modo “on-line” con el DSP ya que la información que se recibe en el interface de control es consecuencia de un intercambio de información empleando el protocolo de control externo a través del puerto UDP.

6.4.1 Protocolo de control externo y asignación de identificador

Como se ha mencionado el protocolo de control externo se compone de un conjunto de comandos que facilitan el control de la mayoría de los parámetros de ajuste de los módulos DSP. [33]

Para ello es imprescindible que todos los elementos de control (faders, botones, indicadores de señal, etc...) que se desee incluir el interface de control del sistema dispongan de un identificador único que los distinga.

Asociando este identificador que es un número decimal entre 1 y 10000 con un comando de control adecuado nos permitirá modificar el valor de los parámetros de los elementos de control.

Este identificador se puede asignar de forma manual o automática a cada elemento de control y será imprescindible para poder realizar la exportación del interface de control.

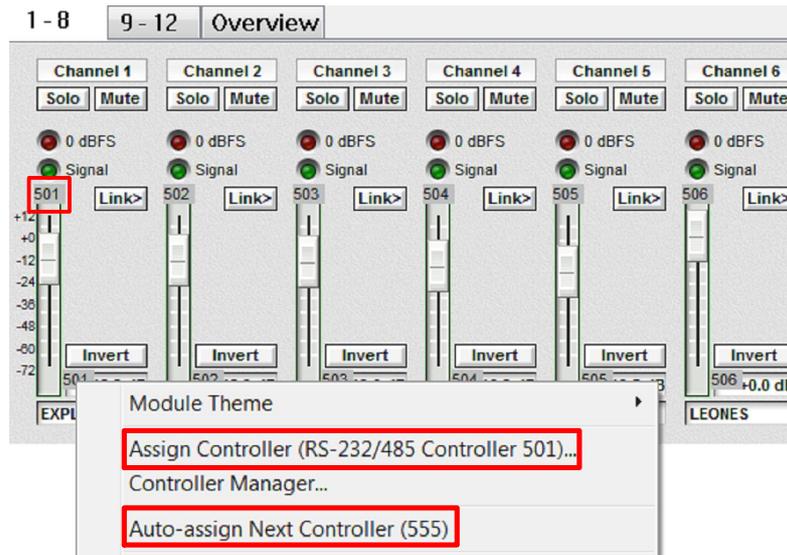


Figura 6.14. Asignación del identificador de control

Como se puede observar en la Figura 6.14 se ha asignado manualmente al fader de control de volumen de la zona de EXPLOTACIÓN el identificador 501.

A modo de ejemplo para variar el valor del nivel de volumen empleando el protocolo de control externo se enviarán los siguientes comandos desde la aplicación de control:

CS <CONTROLLER NUMBER> <CONTROLLER POSITION> <CR>
*Volume dB = -72 + 84 * (CONTROLLER POSITION / 65535)*

Donde <CONTROLLER POSITION> es un valor decimal entre 0 y 65535 y <CONTROLLER NUMBER> es el identificador asignado al fader.

Si el comando es aceptado por parte del DSP, este envía un Ack como respuesta.

Por ejemplo, siguiendo el ejemplo de la Figura 6.14, si se quiere variar el nivel de volumen de la zona de EXPLOTACIÓN a -40 dB, la sintaxis de los comandos será la siguiente:

CS <501> <25000> <CR>
*Volumen dB = -72 + 84 * (25000 / 65535)*

Una vez asignados todos los identificadores ya se puede proceder a la exportación de las pantallas de control del sistema.

6.4.2 Exportación del sistema de control

Usando la opción “Export To Symvue” del menú contextual de Symnet Designer, se inicia el proceso de exportación.

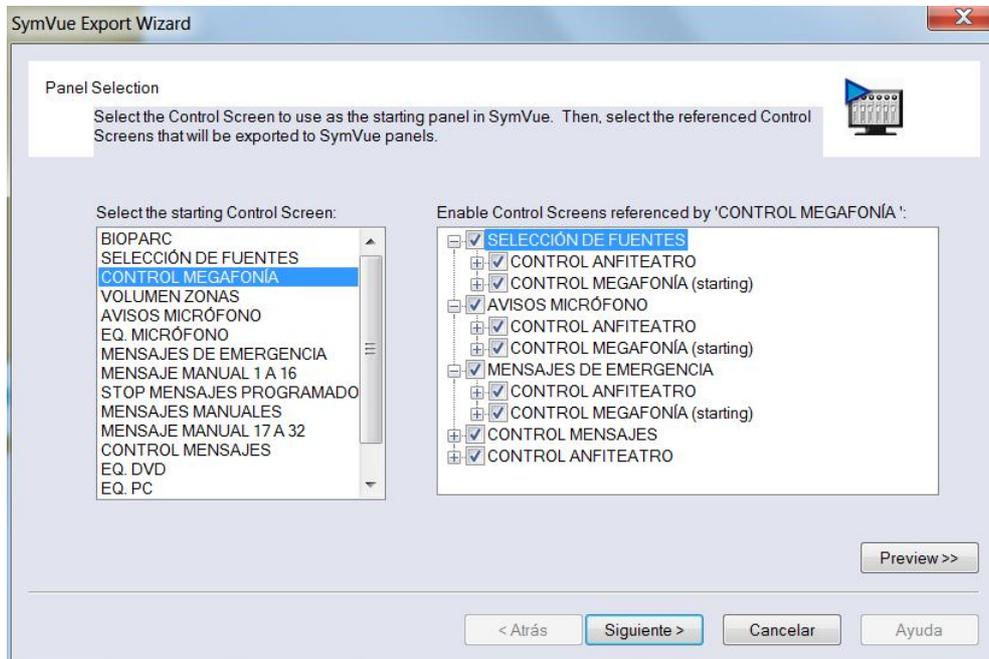


Figura 6.15. Selección de las pantallas a exportar

El primer paso de la exportación permite seleccionar las pantallas que se van a exportar. Opción muy útil para crear interfaces de control a medida, evitando exportar pantallas de control que un usuario en concreto nunca utilizará y simplificando de esta manera la interface de control.

El segundo paso ofrece la posibilidad de establecer una contraseña de entrada a la aplicación para todos los usuarios, independientemente de su nivel de privilegios.

También permite habilitar el acceso a las diferentes pantallas en función de su nivel de privilegios.

En el siguiente paso se configuran parámetros generales tales como el tamaño de pantalla, el comportamiento de esta, y habilita un teclado virtual para la interacción con pantallas táctiles.

Por último se procede a la exportación, y se crea un archivo con la extensión *.svl.

La aplicación se ejecuta a pantalla completa y únicamente se requiere un PC con una dirección IP que esté en la misma subred que los DSP's.

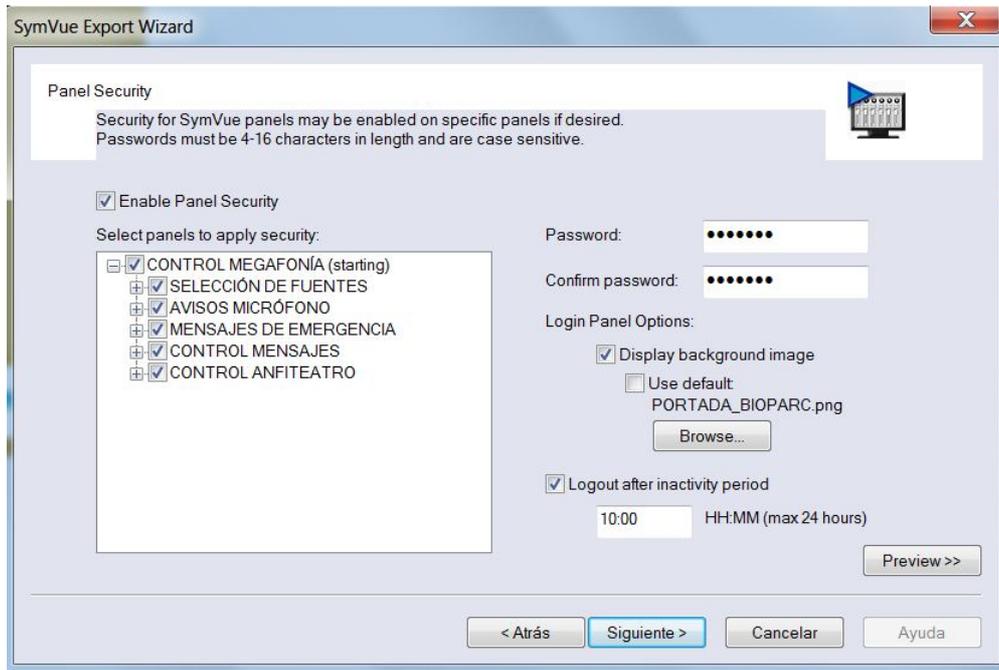


Figura 6.16. Configuración parámetros de seguridad

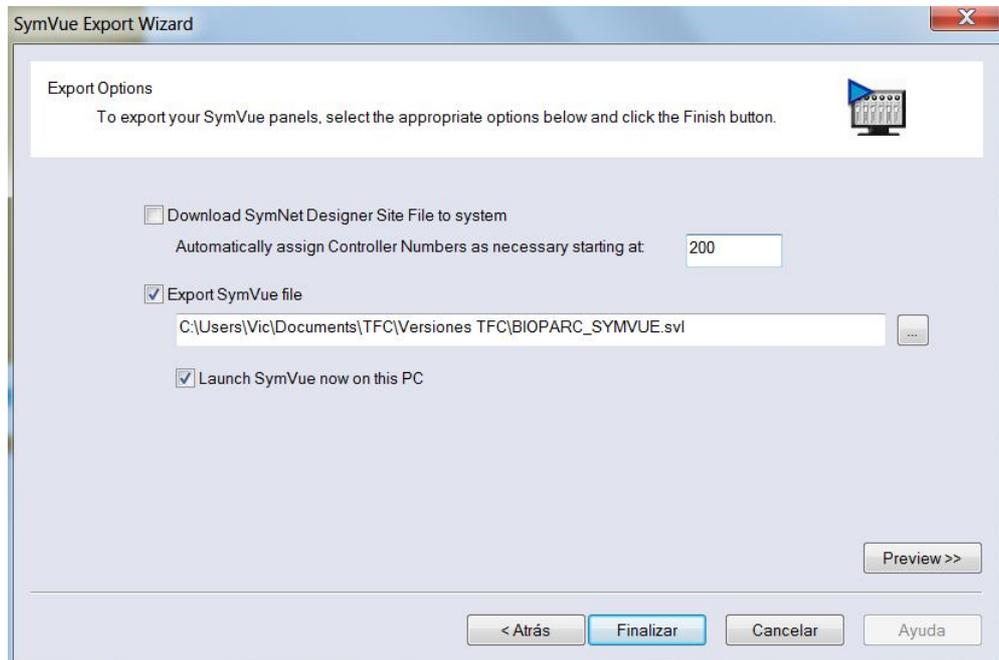


Figura 6.17. Finalización proceso de exportación

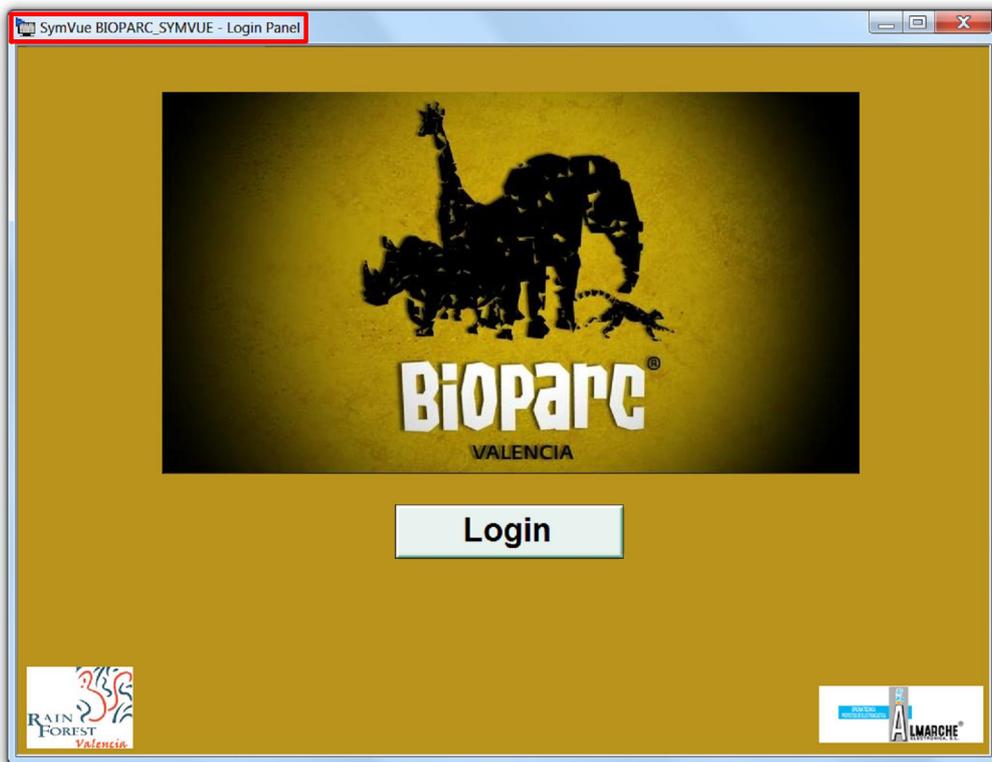


Figura 6.18. Pantalla de acceso (Symvue)

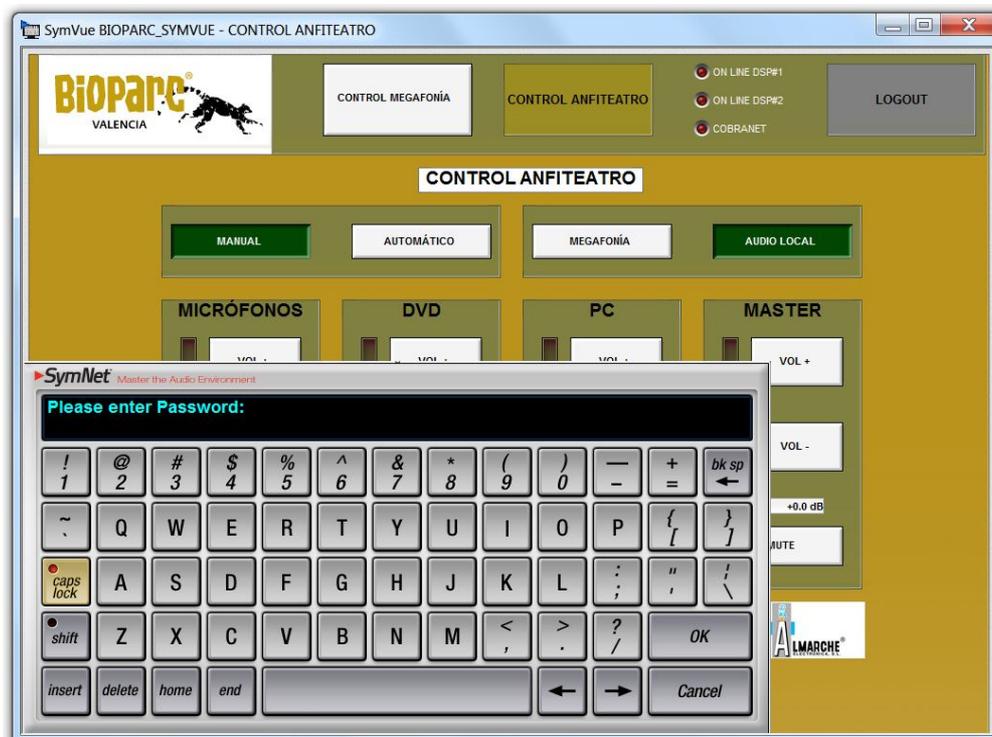


Figura 6.19. Acceso condicional al Control del Anfiteatro (Symvue)

6.5 Monitorización y control de los amplificadores

Device Control es una aplicación que a través del bridge NLB-60 permite la monitorización de los amplificadores encargados de sonorizar las diferentes zonas del BIOPARC. [34]

El protocolo utilizado para la conexión entre los amplificadores y el controlador es un protocolo propietario denominado Nomadlink y la conexión del controlador con el sistema de sonorización se realiza sobre Ethernet.

El primer paso para configurar la red Nomadlink, es configurar los controladores NLB-60 asignándoles una dirección IP y definiendo el tipo y número de amplificadores asociados a cada controlador.

Por motivos de seguridad, la configuración anterior se realiza físicamente desde el display de cada controlador.

Una vez que el sistema “autodetecta”, todos los dispositivos de la red NOMADLINK, es posible editarlos para asignarles un nombre con el que podamos identificar cada dispositivo más fácilmente.

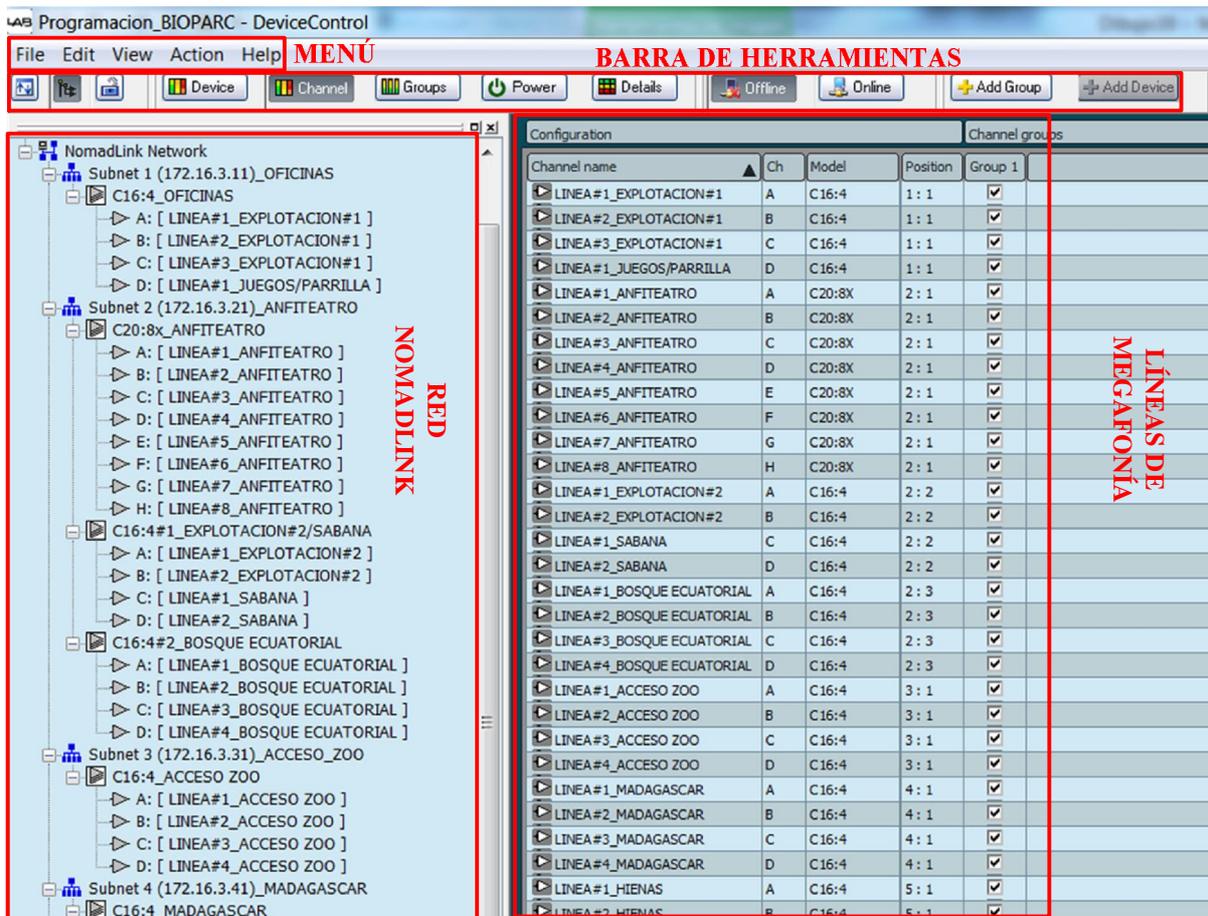


Figura 6.20. Programación red Nomadlink BIOPARC (Device Control 2.1.0)

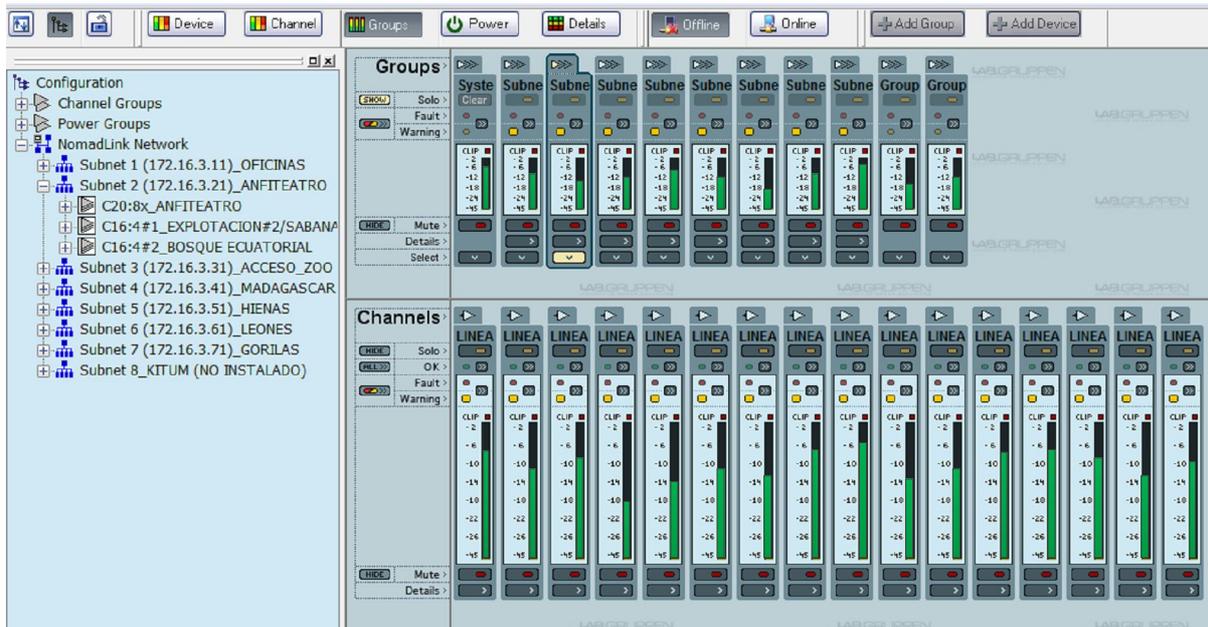


Figura 6.21. Agrupación de canales por subredes y grupos

Para una monitorización más eficiente, es posible agrupar las líneas de megafonía tanto en subredes, lo que viene a ser lo mismo que agruparlas por ubicaciones (RACKS), como creando grupos específicos de canales lo que permitirá agruparlas por zonas.



Figura 6.22. Indicadores de avisos y fallos del sistema

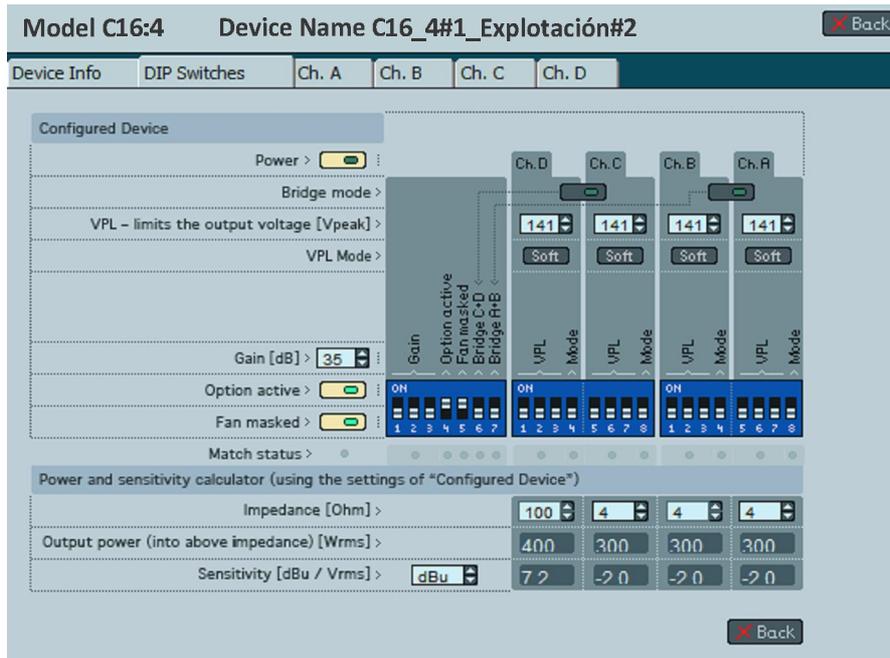


Figura 6.23. Configuración DIP Switches (Device Control)

El ajuste de los parámetros del amplificador se realiza desde los DIP Switches ubicados en la parte posterior del amplificador.

Device Control permite monitorizar la configuración de los ajustes del amplificador, detectando si se produce una modificación de la configuración, generando un aviso de fallo o advertencia en la aplicación.

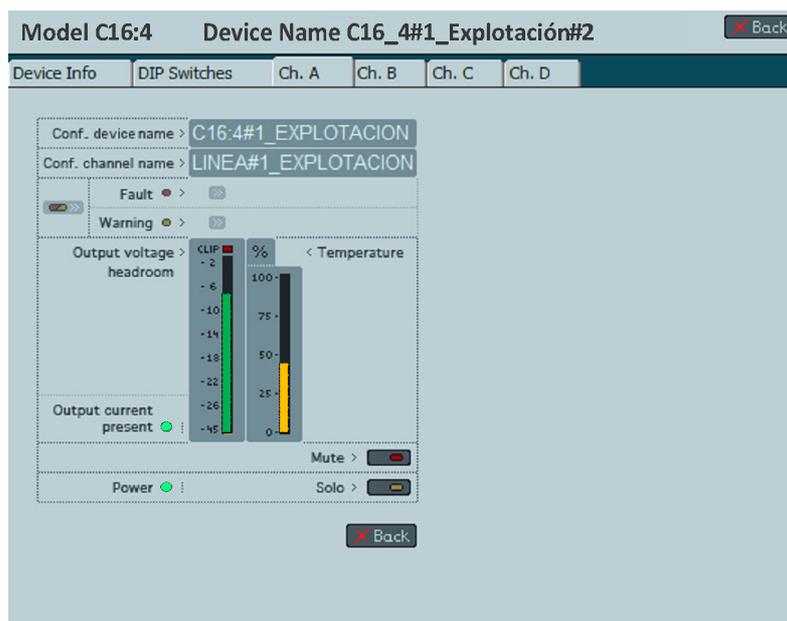


Figura 6.24. Monitorización individual de canales

6.6 Gestión del sistema de reproducción de mensajes

Digital Media Manager es una aplicación para la gestión del sistema reproductor de mensajes a través de Ethernet. [35]

Incorpora las herramientas necesarias para la creación, programación, y descarga tanto de archivos de audio individuales como de archivos de listas de reproducción programados para su reproducción en función de una fecha y hora concretas.

Dispone de los controles necesarios para la reproducción de las pistas de audio desde la propia aplicación.

Cuando un PC establece conexión con el reproductor, una vez autenticado es posible la sincronización tanto de los archivos de audio como de la programación de reproducción.

Mediante un servidor FTP, es posible la transferencia automática de las pistas de audio desde cualquier ubicación remota dentro de la red Ethernet al reproductor.

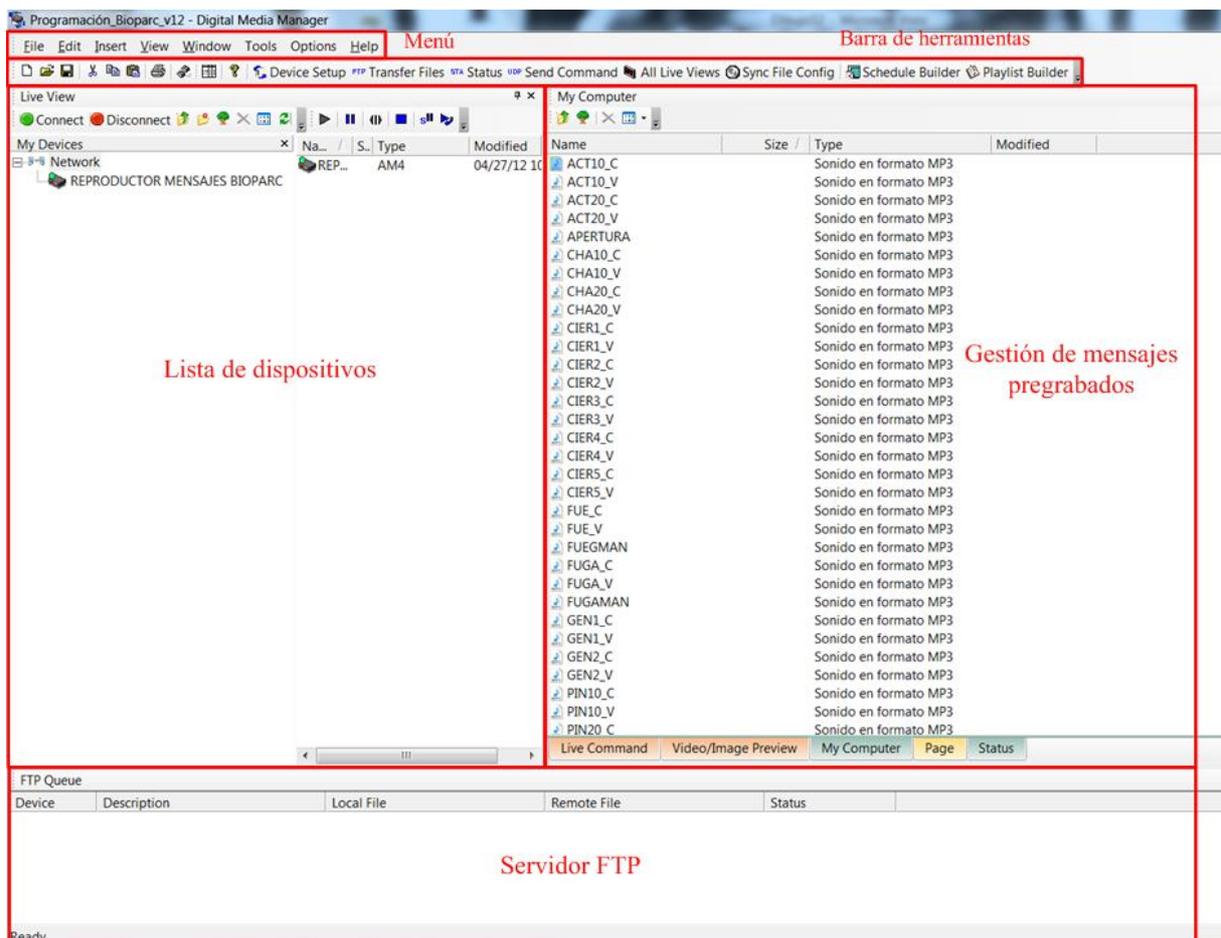


Figura 6.25. Digital Media Manager

6.6.1 Configuración de listas de reproducción

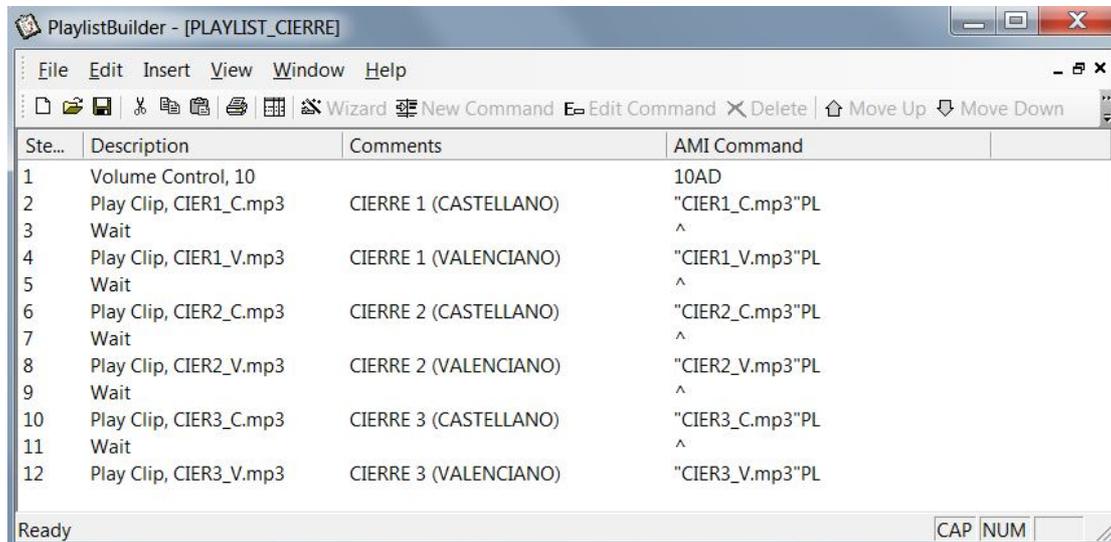


Figura 6.26. Configuración lista de reproducción (PlaylistBuilder)

Mediante la herramienta PlaylistBuilder [36] que incorpora la aplicación Digital Media Manager es posible crear listas de reproducción que permita la reproducción secuencial de varias pistas de audio por medio de la ejecución de una serie de comandos definidos en la propia lista de reproducción.

En la Figura 123 se muestra una lista de reproducción creada para la emisión a través del sistema de megafonía de una serie de mensajes que informan del cierre de las instalaciones.

En primer lugar con el comando "Volume Control,10" se define un nivel de volumen de reproducción determinado adecuado para el tipo de mensaje.

Posteriormente se seleccionan las pistas de audio que conformarán la lista de reproducción, insertando entre ellas un tiempo de espera entre pistas configurable desde la aplicación.

Una vez creada y guardada la lista de reproducción es necesario transferirla al reproductor de mensajes empleando un cliente FTP.

Las listas de reproducción pueden ser activadas de forma manual bien desde la propia aplicación o desde el interface de control del sistema de sonorización.

También pueden ser activadas a través de la programación (Schedule) de reproducción en función de la fecha y la hora del día.

6.6.2 Reproducción programada de mensajes de audio

The screenshot shows the ScheduleBuilder application window titled 'ScheduleBuilder - [CIERRE_MADAGASCAR]'. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Window, Help), a toolbar with icons for file operations and a 'Test Schedule' button, and a main area with a tree view on the left and a data table on the right. The tree view shows a hierarchy: 'Description of Schedule' > 'Apertura/Cierre' > 'Play, APERTURA.MP3' > 'CIERRE MADAGASCAR' > 'Play, CIER4_V.MP3', 'Play, CIER4_C.MP3', and 'Play, CIER4_V.MP3'. The table below lists 16 scheduled events with columns for ID, StartDate, StartTime, EndDate, EndTime, RepeatNu, RepeatPe, RepeatSe, Event, and Data1.

	StartDate	StartTime	EndDate	EndTime	RepeatNu	RepeatPe	RepeatSe	Event	Data1
1	10/06/2008	17:25	10/08/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 V
2	10/06/2008	17:26	10/08/200	17:42	1	Day		Play	CIER4 C
3	09/20/2008	18:25	10/26/200	18:31	1st	Saturday	October	Play	CIER4 V
4	09/20/2008	18:26	10/26/200	18:41	1st	Saturday	October	Play	CIER4 C
5	10/09/2008	18:25	10/10/200	18:31	1	Day		Play	CIER4 V
6	10/09/2008	18:26	10/10/200	18:41	1	Day		Play	CIER4 C
7	10/13/2008	17:25	10/17/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 V
8	10/20/2008	17:26	09/24/200	17:41	1	Day		Play	CIER4 C
9	09/29/2008	17:25	10/03/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 V
10	09/29/2008	17:26	10/03/200	17:42	1	Day		Play	CIER4 C
11	09/20/2008	18:25	10/26/200	18:31	1st	Sunday	October	Play	CIER4 V
12	09/20/2008	18:26	10/26/200	18:41	1st	Sunday	October	Play	CIER4 C
13	10/20/2008	17:25	10/24/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 V
14	10/20/2008	17:26	10/24/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 C
15	10/27/2008	17:25	03/30/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 V
16	10/27/2008	17:26	03/30/200	17:31	1	Day		Play	CIER4 C

Figura 6.27. Reproducción programada (ScheduleBuilder)

La herramienta “ScheduleBuilder” [37], permite mediante un editor incorporado configurar la reproducción tanto de archivos de audio individuales como de listas de reproducción.

Se pueden programar eventos tanto en función de la hora del día como de fechas concretas, se puede configurar para la repetición diaria de pistas de audio, programando excepciones como puede ser el cambio de horario de apertura y cierre los fines de semana y festivos.

Habilita también la posibilidad de programar la fecha de inicio y final en el que la reproducción de una pista en concreto está activa, para así poder adaptarse a los diferentes horarios que durante el año se dan en el zoológico.

Una vez realizada la programación horaria, es necesario transferir el archivo de configuración al reproductor para que se active la reproducción programada.

El archivo de configuración puede ser editado para su modificación una vez este ha sido transferido a la memoria del reproductor, pero una vez modificado el reproductor debe ser reiniciado para que los cambios sean efectivos.

7 Presupuesto económico del sistema de sonorización del Bioparc

En este capítulo se elaborará un presupuesto de la instalación del equipamiento, tendido de líneas de megafonía, configuración, programación y puesta en marcha del sistema de sonorización del Bioparc.

En el presupuesto no se ha incluido la valoración del equipamiento de red ni del tendido de la red de cableado estructurado ya que aunque el sistema de sonorización hace uso de ellos son parte de la infraestructura común de las instalaciones, y parten de una partida presupuestaria independiente.

7.1 Presupuesto económico

RACK #1 OFICINAS			
UNIDADES	DESCRIPCIÓN	P.V.P	TOTAL
1	Procesador SYMNET DSP 8x8 EXPRESS. Módulo de 8 entradas / 8 salidas análogicas con 16 entradas / 16 salidas en formato Cobranet.	4590,00	4590,00
1	Bastidor de entrada y salida NetCIRA MS88, con operatividad bidireccional.	12633,00	1263,00
1	Tarjeta NetCIRA bidireccional I/O-2C.	1465,00	1465,00
1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Sistema integrado de pantalla táctil para pagin TouchComputer 12.4" TFT, AXYOMTEK 5100T	1276,94	1276,94
1	Reproductor de mensajes digital Alcorn Mcbride AM-4.	1034,00	1034,00
1	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	2566,00
1	Pupitre microfónico de sobremesa BEYERDYNAMIC MTS 67.	511,71	511,71
1	Armario Rack BM 324 24 U 19". Incluido cableado.	960,96	960,96
		SUMA.....	14828.21 €
RACK #2 ANFITEATRO			
1	Procesador SYMNET DSP 8x8 EXPRESS. Módulo de 8 entradas / 8 salidas análogicas con 16 entradas / 16 salidas en formato Cobranet.	4590,00	4590,00

Capítulo 7: Presupuesto económico del sistema de sonorización del Bioparc

1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Sistema integrado de pantalla táctil para pagin TouchComputer 12.4" TFT, AXYOMTEK 5100T	1276,94	1276,94
2	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	5132,00
1	Etapa de potencia LABGRUPPEN C 20:8X. 8 canales de amplificación. Potencia 8 x 250W.	3560,00	3560,00
2	Micrófono de mano BEYERDYNAMIC SDM-869. Incluye transmisor inalámbrico S-800.	615,00	1230,00
2	Receptor de microfonía inalámbrica UHF "true diversity" de 1 canal BEYERDYNAMIC NE-500S.	735,00	1470,00
1	Kit compuesto por 2 antenas de plano tierra, 2 amplificadores y dos soportes BEYERDYNAMIC AT 70 A/B.	525,00	525,00
1	Pupitre microfónico de sobremesa BEYERDYNAMIC MTS 67.	511,71	511,71
1	Reproductor DVD profesional DENON DN-V300.	600,00	600,00
1	Armario Rack BM 324 24 U 19". Incluido cableado.	960,96	960,96
		SUMA..... 21017.61 €	
RACK #3 ACCESO BIOPARC			
1	Módulo receptor de 2 canales NetCIRA ES-2 PRO.	905,00	905,00
1	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	2566,00
1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Armario Rack BM 314 14 U 19". Incluido cableado.	790,60	790,60
		SUMA..... 5422,60 €	
RACK #4 MADAGASCAR			
1	Módulo receptor de 2 canales NetCIRA ES-2 PRO.	905,00	905,00
1	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	2566,00
1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Armario Rack BM 314 14 U 19".	790,60	790,60
		SUMA..... 5422,60 €	

RACK #5 HIENAS			
1	Módulo receptor de 2 canales NetCIRA ES-2 PRO.	905,00	905,00
1	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	2566,00
1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Armario Rack BM 314 14 U 19". Incluido cableado.	790,60	790,60
		SUMA.....	5422,60 €
RACK #6 LEONES			
1	Módulo receptor de 2 canales NetCIRA ES-2 PRO.	905,00	905,00
1	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	2566,00
1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Armario Rack BM 314 14 U 19". Incluido cableado.	790,60	790,60
		SUMA.....	5422,60 €
RACK #7 GORILAS			
1	Módulo receptor de 2 canales NetCIRA ES-2 PRO.	905,00	905,00
1	Etapa de potencia Labgruppen C 16:4. 4 canales de amplificación. Potencia 4 x 400W.	2566,00	2566,00
1	Módulo de control de amplificadores LABGRUPPEN NLB 60E.	1161,00	1161,00
1	Armario Rack BM 314 14 U 19". Incluido cableado.	790,60	790,60
		SUMA.....	5422,60 €
ALTAVOCES Y ACCESORIOS DE INSTALACIÓN			
214	Caja acústica pasiva dos vías para intemperie TANNOY DI-5T. Incluido accesorio de instalación.	179,00	30430,00
16	Caja acústica pasiva dos vías para intemperie TANNOY DI-8T. Incluido accesorio de instalación.	725,00	11,600
		SUMA.....	42030,00 €

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE SONORIZACIÓN			
1	Instalación del sistema de sonorización: cableado de altavoces bajo canalización correspondiente, maquinaria auxiliar, cajas de conexionado y parte proporcional de pequeños materiales. Conexionado, instalación de rack con los equipos ofertados, configuración, pruebas y ajustes del sistema.	22995,76	22995,76
		SUMA.....	22995,76 €
PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA			
1	Programación de los DSP de control SYMNET EXPRESS 8x8 COBRA, para la gestión completa del sistema, a través de interfaz específico de control. Configuración del sistema de monitorización de amplificadores. Configuración del sistema digital de reproducción de mensajes.	5970,00	5970,00
		SUMA.....	5970,00 €
SUMA TOTAL.....		133954,58 €	
I.V.A 18%.....		24111,82 €	
TOTAL EUROS.....		158066,40 €	

Tabla 7.1. Presupuesto del sistema de sonorización del Bioparc

8 Conclusiones

8.1 Cumplimiento del objetivo

El proyecto de sonorización del Bioparc se diseñó con el objetivo de dar servicio y cobertura a una amplia área de pública concurrencia.

Para ello una de las premisas básicas a la hora del diseño fue que para poder ofrecer este servicio se debía recurrir a un diseño del sistema descentralizado que minimizase la cantidad de cableado necesario para la comunicación entre los diferentes puntos y el tendido de las líneas de megafonía.

Haciendo uso de las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, se optó por utilizar la red de cableado estructurado disponible en las instalaciones del Bioparc, tanto para la transmisión de los diferentes canales de audio como para la transmisión de las señales de control del sistema.

Para la transmisión de los canales de audio sobre la red de cableado estructurado se han empleado dos protocolos de red ya consolidados a nivel comercial llamados Cobranet y Ethersound.

Como se ha visto en capítulos anteriores cada uno tiene sus características propias diferenciadoras y su empleo en este proyecto se ha basado en las ventajas que ofrecen para cada aplicación específica.

Debido al uso de más de un protocolo de transmisión de audio a través de la red un objetivo importante era la gestión de ambos protocolos y la interconexión entre ellos.

El sistema de sonorización estaba pensado principalmente para situaciones especiales en las que fuese necesario difundir información importante a todas o alguna de las zonas del zoológico, pero sin dejar de lado la parte comercial de explotación del sistema. Esto requería un nivel de gestión tanto de las señales de audio como de control a nivel de prioridades un tanto compleja, una buena solución era el empleo de procesadores de señal de audio (DSP), que permitían mediante una programación abierta, diseñar un sistema a medida de las necesidades de la instalación a nivel de zonas, canales de audio y prioridades.

Aunque no era parte de este proyecto la instalación de la red de cableado estructurado, ni la gestión del equipamiento de red del Bioparc, este era una parte fundamental para conseguir los objetivos marcados.

La necesidad de realizar la gestión del equipamiento de red para poder cumplir con las especificaciones mínimas que requerían los protocolos de red utilizados, a nivel de ancho de banda, calidad de servicio, separación de redes en función del tipo de tráfico hacían imprescindible una gestión eficiente de la red multiservicio del Bioparc.

Aunque físicamente el diseño del proyecto se basaba en un diseño descentralizado, gracias a la comunicación entre las diferentes ubicaciones a través de Ethernet, topológicamente el

sistema se comporta como un sistema centralizado a la hora de realizar la gestión y control de todo el sistema.

Otro objetivo planteado en el proyecto era la necesidad monitorizar de forma remota los parámetros críticos para el buen funcionamiento del sistema de sonorización, para ello se han empleado tanto equipamiento dedicado específicamente monitorizar el sistema como puede ser el controlador de red NLB-60 que permite monitorizar los parámetros de funcionamiento de los amplificadores como aplicaciones software que facilitan la configuración y gestión del equipamiento instalado en el Bioparc.

A nivel de control del sistema otro punto importante en el desarrollo del proyecto, era dotar de una interfaz de control del sistema que en la medida de lo posible integrara a todas las aplicaciones de gestión y control del sistema de sonorización.

El sistema de control debía proporcionar al usuario una interfaz clara e intuitiva que permitiera una gestión eficiente de la instalación de sonido.

Para la creación de dicho interfaz se ha hecho uso de las herramientas que proporciona el software de diseño y programación de los DSP, permitiendo la creación de un interfaz táctil con varias pantallas de control que facilita el uso y manejo del sistema.

Desde las pantallas de control es posible la selección de zonas, la emisión de avisos de micrófono, la emisión de mensajes pregrabados, la selección de fuentes musicales, y el control de los eventos que se realizan en el Anfiteatro.

Otro aspecto importante que se planteaba a la hora de planificar el sistema de control debido a las grandes dimensiones de las instalaciones era la necesidad de establecer varios puntos de control del sistema distribuidos por toda el área del zoológico.

Para ello gracias a que los diferentes puntos del sistema están intercomunicados por medio de Ethernet era posible establecer puntos de control en cualquier ubicación accesible a través de la red.

También era necesario que el sistema proporcionase la posibilidad que varias instancias de control se conectaran simultáneamente a la interfaz diseñada permitiendo la gestión en paralelo y actualizándose entre ellas en tiempo real.

Para implementar esta característica se aprovechó una herramienta de software que ofrece la posibilidad de exportar el interfaz de control a un archivo autoejecutable que posteriormente puede ser instalado en cualquier PC.

Aunque no era el cometido principal de este proyecto el tendido de las líneas de megafonía, en este aspecto el objetivo principal ha sido que el cableado se realizase de forma que el fallo de una línea de megafonía no implicase la puesta fuera de servicio de una zona completa, para ello todas las zonas se han cableado con al menos dos líneas de megafonía.

A modo de conclusión general, se puede decir que la práctica totalidad de los objetivos marcados en el diseño del proyecto se han implementado de forma satisfactoria.

8.2 Conclusiones sobre el proyecto

Cuando se planteó la posibilidad de proyectar e instalar un proyecto de estas características, se consideraron dos caminos a seguir, el primero era diseñar un sistema “convencional”, empleando en su mayoría tecnología analógica lo que implicaba un enorme costo en cantidad de equipamiento y cableado, además presentaba los inconveniente inherentes a la tecnología analógica debido a las grandes dimensiones de las instalaciones, su poca capacidad de reconfiguración y su costosa escalabilidad a la hora de ampliar el sistema si se presentaba esta necesidad.

La segunda opción era hacer uso de las nuevas tecnologías en el campo de la transmisión de audio multicanal a través de la red y el procesado digital de señal que cada vez se estaban implantando con más fuerza.

La aparición de sistemas de transmisión de audio multicanal sobre redes informáticas representaba una mejora enorme en comparación con las técnicas convencionales que hasta ahora se estaban empleando, que consistían básicamente en el tendido de un enlace analógico por cada canal que se deseaba transmitir.

La idea básica era utilizar la red de cableado estructurado ya desplegada usada para dar servicio a otras aplicaciones para transmitir canales de audio y señales de control, permitiendo así ahorrar en cableado y complejidad del sistema, además de dotar al sistema de una flexibilidad no equiparable a los sistemas convencionales.

La aparición de procesadores de señal que permitían la gestión del audio en el dominio digital y la compatibilidad con los sistemas de transmisión de audio a través de la red también presentaba ventajas para decantarse por la segunda opción.

Una vez planteadas las dos opciones, se optó por la segunda opción que también sea dicho es la que acabará imponiéndose en instalaciones de estas características.

Para el diseño de este tipo de proyectos en los que la base sobre la que se despliegan es una red Ethernet que proporciona servicio a varias aplicaciones, es decir que no es dedicada para la transmisión de audio, es indispensable que esté dimensionada y gestionada adecuadamente ya que de lo contrario los resultados no serán completamente satisfactorios.

La idea fundamental reside en desplegar sobre unos recursos comunes infraestructuras que permitan ofrecer servicios asignándoles recursos dedicados a cada uno de ellos.

Una vez instalado y ejecutado el proyecto se pueden extraer varias conclusiones, la primera y más importante es la necesidad de converger hacia infraestructuras comunes que permitan la integración de múltiples servicios sobre una base común que aparte del indudable ahorro económico dotan a las instalaciones de un potencial enorme en cuanto a gestión e integración de todos los sistemas.

La segunda idea importante es la constatación que la tecnología analógica en el campo del audio irremediablemente debe dejar paso a los sistemas diseñados para funcionar en el

dominio digital basados en red, ya que prácticamente en todos los campos se ha dado este paso hacia las nuevas tecnologías digitales.

La tercera conclusión para el diseño de este tipo de sistemas es la necesidad de abstraer el nivel de complejidad del sistema al usuario final, ya que no sirve de nada el avance en la tecnología si el usuario final no es capaz de interactuar con ella.

Para ello es necesario crear entornos “amables” con el usuario que permitan una interacción con los sistemas lo más natural posible, y que a la vez permitan en un momento dado el acceso al control del sistema desde cualquiera de los dispositivos actualmente disponibles como pueden ser ordenadores, tablets, o móviles.

Por último señalar las ventajas en cuanto a flexibilidad y capacidad de reconfiguración que ofrecen los sistemas basados en este tipo de propuestas, ya que a durante el proceso de instalación del sistema surgieron necesidades no contempladas en el proceso de diseño y fue bastante simple adaptar el sistema a las nuevas necesidades. En un sistema analógico hubiese sido prácticamente imposible adaptar el sistema en una fase tan avanzada del proceso de instalación.

Como conclusión señalar la necesidad a la hora del diseño de proyectos de las características del que nos ocupa, no sólo de contemplarlo desde la perspectiva de la instalación de equipamiento de sonido únicamente, sino considerarlo también como un sistema que se integrará en una red como uno más de los servicios que ofrece dicha red. Por lo que tan importante será el correcto dimensionamiento del sistema de sonorización, como determinar las necesidades exactas en el momento de diseño y los requerimientos futuros que tiene que proporcionar la red de datos sobre la que dimensionaremos nuestro sistema.

8.3 Problemas encontrados y soluciones aportadas

Durante el proceso de ejecución de la instalación de sistema de sonorización, los principales problemas se produjeron durante el tendido de las líneas de megafonía.

El cableado de megafonía fue el primer tendido de cable que utilizó las canalizaciones construidas para la distribución de electricidad, sonido e informática en el interior del parque ya que hasta ese momento toda la infraestructura estaba localizada en el perímetro del parque.

Se disponía únicamente de los planos de coordinación de obra donde figuraban los planos de las canalizaciones y la ubicación de las arquetas para fijar los puntos de sonido y los de conexión de las líneas de megafonía.

El problema era que en muchos casos los planos eran inexactos, y en otros las arquetas habían sido tapadas por obras ejecutadas posteriormente o se había plantado césped encima por lo que encontrar las arquetas representaba una inversión de tiempo enorme y obligaba a modificar continuamente la posición de los puntos de sonido.

En otros casos durante el proceso de obra, alguna máquina había cortado las canalizaciones o durante el hormigonado se habían obstruido las canalizaciones y no era

posible pasar el cable de una arqueta a otra con lo que era necesario hacer una zanja para acceder hasta el punto que impedía el paso del cableado y repararlo.

También surgieron problemas con el ramal de fibra óptica que debía proporcionar conectividad de red con las zonas de Gorilas y en un futuro a Kitum ya que al parecer en algún punto la manguera de fibra estaba cortada y no fue posible localizar el punto exacto. Como en ese momento del proceso de instalación no era posible el tendido directo de otro ramal de fibra óptica hasta las zonas en cuestión fue necesario el tendido de fibra desde un punto intermedio para poder llegar con la fibra hasta las zonas.

Para ello se empleó la infraestructura de red del edificio de la clínica veterinaria que en un principio no estaba previsto utilizarla para el sistema de sonorización pero que vistas las circunstancias fue necesario emplearla, ya que desde la clínica si era factible la posibilidad de realizar el tendido hasta Gorilas y Kitum.

Otro problema importante, sobre todo hasta que no se proporcionó a las instalaciones un suministro eléctrico estable, y se conectaron varios SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) eran los continuos cortes del suministro eléctrico que producían el apagado de los racks encargados de la sonorización de las zonas y que si el o los encargados de la gestión del sistema no se percataban a través del sistema de gestión, las zonas afectadas por el corte eléctrico quedaban fuera de servicio.

La transmisión de audio empleando el protocolo Ethersound también presentó algún problema en el momento de la puesta en marcha del sistema. Aunque no se producían interrupciones en la transmisión de audio cada cierto periodo de tiempo se producía un pequeño chasquido audible a través de los altavoces, pero sólo en las zonas sonorizadas utilizando el protocolo de transmisión Ethersound.

Investigando y estudiando detalladamente la configuración de los dispositivos de red (switches) y las especificaciones en cuanto a compatibilidad con otros protocolos de red, se llegó a la conclusión que el problema lo originaban protocolos de red que en principio no deberían haber estado activos, pero lo estaban y con los que Ethersound es especialmente sensible.

Los protocolos en cuestión eran el Spanning Tree que podía estar activado en el enlace troncal sin problemas, pero que en la VLAN de Ethersound debía estar desactivado y CDP que es un protocolo propietario empleado para descubrir dispositivos en la red.

Una vez se procedió a la reconfiguración de los switches se demostró correcta la suposición y el sistema de transmisión Ethersound empezó a funcionar de manera correcta.

Por último, en cuanto a la transmisión empleando el protocolo Cobranet para la comunicación entre DSP's se producía un problema en ocasiones puntuales cuando ocurrían cortes en el suministro eléctrico.

Cuando el suministro eléctrico se restablecía, automáticamente el DSP volvía a funcionar con normalidad pero el puerto Cobranet se quedaba inactivo y por tanto se interrumpía la transmisión de canales Cobranet en ambos sentidos.

Consultando con el proveedor de los DSP y examinando la documentación disponible de los equipos en relación a la configuración Cobranet, se observó que tanto en la documentación como a través del proveedor se recomendaba encarecidamente actualizar el firmware de la tarjeta Cobranet de los DSP a la última versión disponible ya que el tipo de fallo reportado era característico y se producía cuando dos dispositivos Cobranet se comunican y cada uno tiene una versión de firmware diferente.

8.4 Aportaciones personales

Este proyecto que empezó siendo una idea muy general que posteriormente fue definiéndose y perfilándose en un proyecto de instalación que en última instancia fue aceptado para ser ejecutado y convertirse en una realidad, ha supuesto una oportunidad inmejorable para conocer en primera persona las diferentes fases por las que atraviesa un proyecto desde los primeros borradores hasta el momento de la puesta en marcha del sistema.

A nivel personal ha sido el proyecto más ambicioso en el que he estado involucrado y me ha permitido poner en práctica todos los conocimientos y experiencia adquirida en otros proyectos de menor envergadura.

La diversidad de las materias involucradas en este proyecto, que comprendía hardware, software, programación, redes, audio analógico, audio digital representaba un reto apasionante, ya que en cada fase de ejecución del proyecto ha sido necesario aplicar todos los conocimientos adquiridos en cada una de estas facetas.

La necesidad de trabajar conjuntamente con otras empresas encargadas implementar otros servicios de forma paralela sobre la misma infraestructura, ha puesto de manifiesto la importancia del trabajo en equipo de forma coordinada para poder lograr de forma satisfactoria los objetivos marcados.

Este proyecto me ha servido para comprobar las diferencias existentes entre el mundo académico y las exigencias reales que se les demandan en el ámbito profesional a los ingenieros.

He aprendido que no sólo es importante diseñar un buen proyecto, cobra mucha importancia también saber escuchar al cliente sobre cuáles son sus necesidades reales y saber extraer de ello la información necesaria para adaptar el proyecto a sus necesidades.

En general ha sido un proyecto que me ha servido no sólo para la obtención del título de ingeniero sino que me ha dado una visión bastante clara de cuáles son los campos profesionales y las materias en las que será imprescindible profundizar para poder llevar a buen término proyectos de estas características.

8.5 Futuras líneas de trabajo

Una vez finalizada la instalación y puesta en marcha del sistema de sonorización se plantean por parte de los encargados de la gestión del sistema una serie de mejoras o ampliaciones en las instalaciones que permitan adaptar completamente el sistema a las necesidades actuales del zoológico.

Las futuras líneas de trabajo van encaminadas a ampliar o mejorar tres puntos concretos:

- Equipamiento y sonorización de la zona Kitum. Abierta al público posteriormente.
- Conexionado al sistema de sonorización de las zonas del parking, y plaza de acceso exterior al zoológico.
- Integración de todos los sistemas en un único interfaz de control.

8.5.1 Sonorización de la zona Kitum

La cueva de Kitum fue abierta al público 18 meses después de la inauguración del zoológico. A nivel de proyecto Kitum estaba contemplada a todos los efectos tanto a nivel de programación, como a nivel funcional.

Únicamente faltaba dotar de equipamiento a la zona, pero debido a la coyuntura económica hasta el momento no ha sido posible dotarla de equipamiento.

El equipamiento destinado a Kitum es el mismo que se emplea en los RACKS #3 al #8 exceptuando la potencia del amplificador que será menor (4x125W) ya que el número de transductores acústicos empleados será de entre 12 y 14.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN
NetCIRA ES2-PRO	Receptor Ethersound	---	302 (Ethersound)
Labgruppen NLB-60	Controlador etapas de potencia	172.16.3.81 / 24	301 (Control)
Cisco Catalyst 2960	Switch Ethernet	172.16.1.38 / 24	1 (Nativa)
Labgruppen C5:4X	Etapa de potencia	---	---

Tabla 8.1. Equipamiento zona Kitum

Kitum tiene asignado el canal 6 Ethersound para la transmisión de audio.

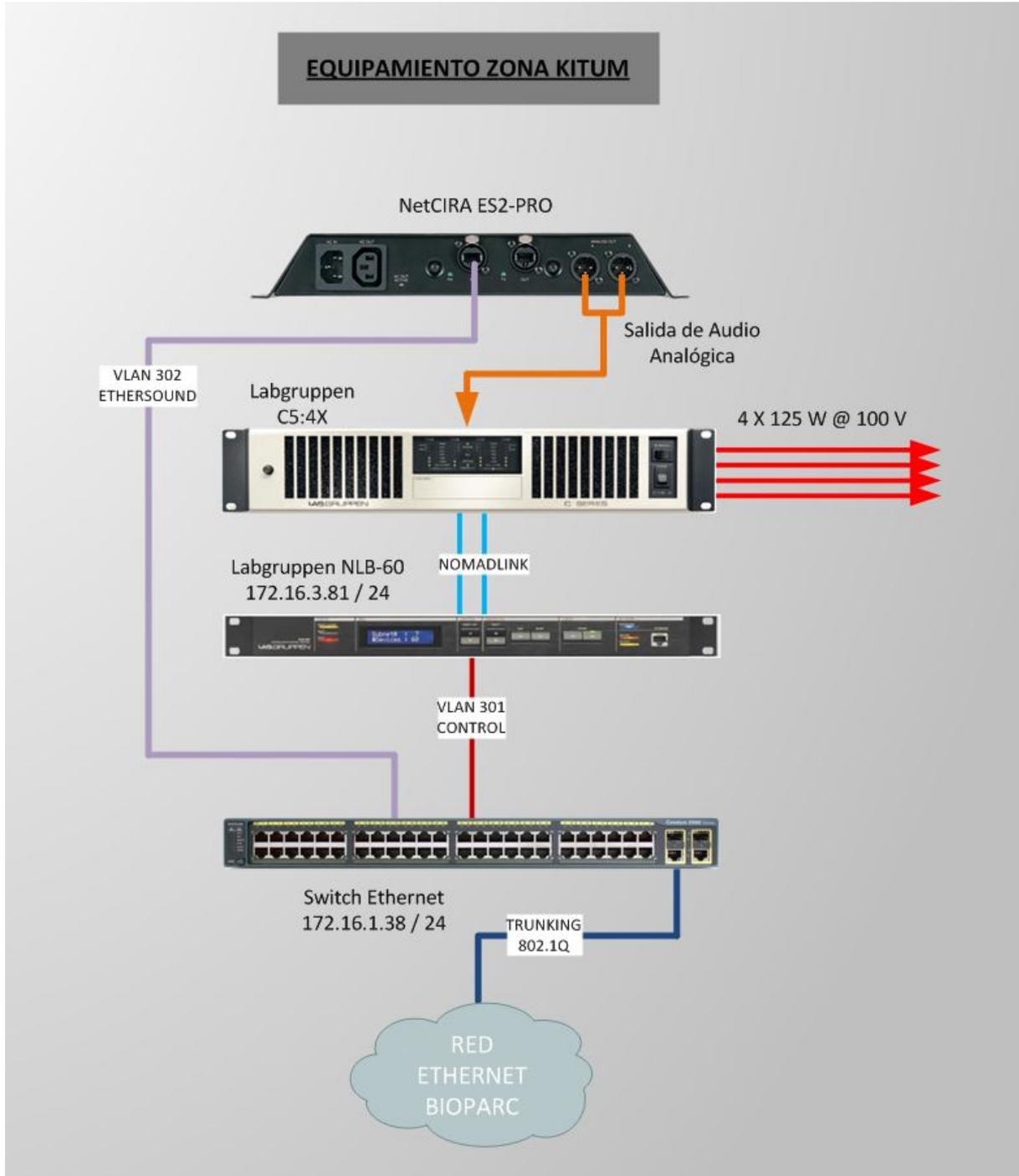


Figura 8.1. Esquema general zona Kitum

8.5.2 Conexionado al sistema de sonorización de las zonas del parking, y plaza de acceso exterior al Bioparc

Cuando se construyeron las instalaciones del parking no se estimó necesario por parte de la constructora encargada de ejecutar la obra, el incluir el parking dentro del sistema de sonorización, por lo que este quedó fuera del proyecto y se sonorizó de forma convencional.

Su funcionamiento es completamente independiente del sistema de sonorización del Bioparc, lo que se ha demostrado con el tiempo no ser práctico para el funcionamiento de las instalaciones.

En un futuro está previsto integrar la zona parking dentro del sistema de sonorización y añadir otra zona más que sería la de la plaza de acceso a las instalaciones donde se encuentran las taquillas.

Está previsto también añadir otro micrófono de avisos más, que estaría ubicado en las taquillas y que permitiría dar avisos en la zona de acceso al zoológico y al parking para mejorar la gestión de la entrada del público a las instalaciones.

Hasta el momento se están empleando 6 canales Ethersound de los 8 disponibles por lo que tendríamos 2 canales libres para emplearlos en las zonas Acceso Exterior y Parking.

Aprovechando que el hardware Ethersound instalado en Oficinas incorpora una tarjeta bidireccional, añadiendo un dispositivo equivalente en la zona de Acceso al Zoológico sería posible enviar la señal del nuevo micrófono hacia las Oficinas donde se encuentra el DSP #1 que sería el encargado de integrar esa nueva fuente de señal en el sistema y programar su comportamiento.

Como se ha explicado en la teoría sobre Ethersound del capítulo 2, para crear un sistema bidireccional sería imprescindible la creación de una VLAN para cada sentido de transmisión.

En estos momentos para el sistema Ethersound hay asignada únicamente una VLAN la 302 (Downstream), por lo que sería necesario la creación de una segunda VLAN para establecer el enlace Upstream.

Para este caso asignaremos una nueva VLAN que será la 304 (Upstream).

Señalar también que para una correcta integración se precisaría reconfigurar la programación de los DSP's y la interfaz de control para añadir la posibilidad de gestionar las dos nuevas zonas y la nueva entrada de micrófono.

DESCRIPCIÓN	VLAN	CANAL	TIPO	COMUNICACIÓN
Acceso Zoológico	302	#1	Downstream	RACK#1 → RACK#3
Acceso Exterior	302	#7	Downstream	RACK#1 → RACK#3
Parking	302	#8	Downstream	RACK#1 → RACK#3
Micrófono #3	304	#1	Upstream	RACK#3 → RACK#1

Tabla 8.2. Asignación nuevos canales Ethersound

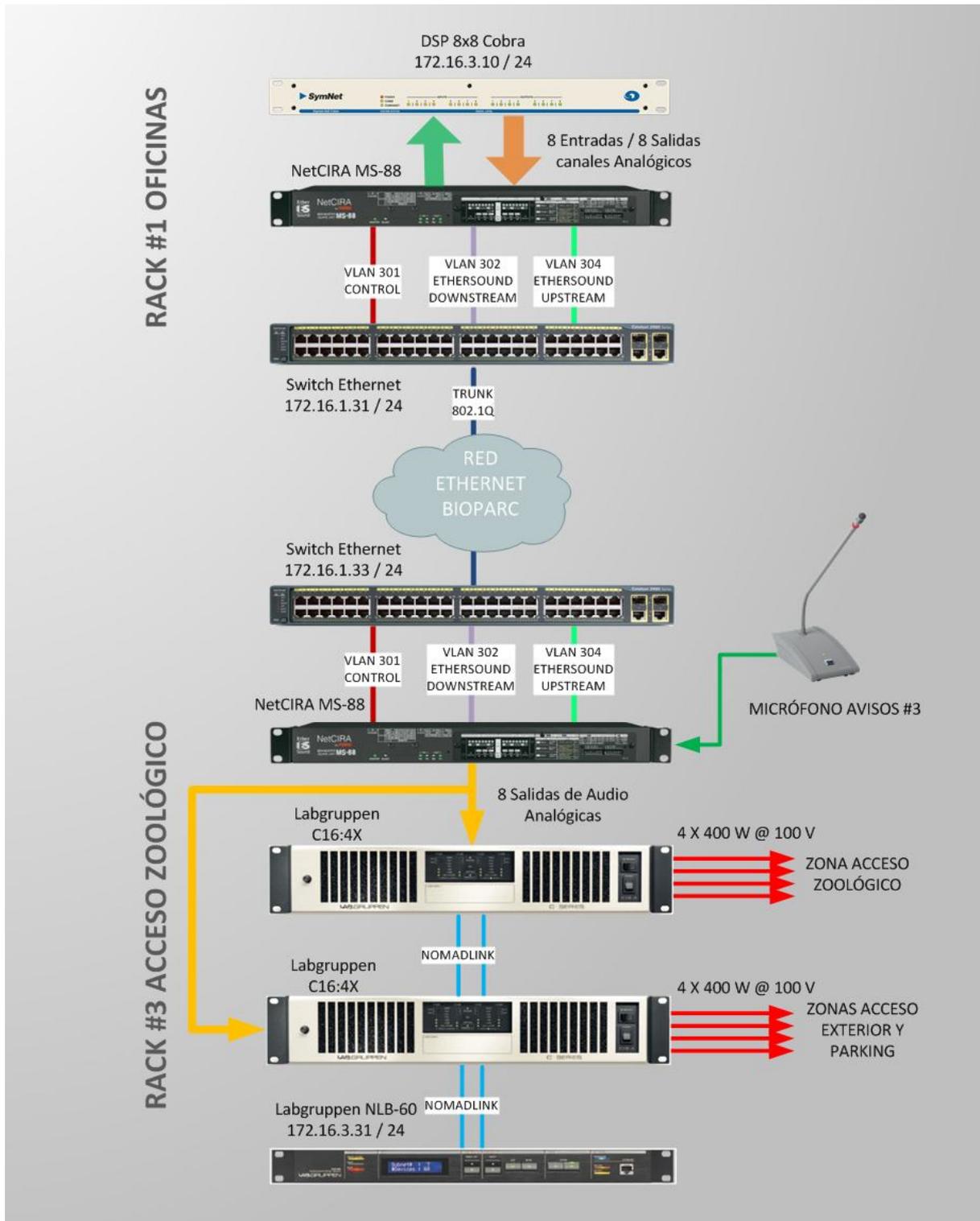


Figura 8.2. Integración en el sistema de las zonas de Acceso Exterior y Parking

8.5.3 Integración de todos los sistemas en un único interfaz de control

Como se ha visto a lo largo del proyecto, todos los sistemas involucrados como pueden ser DSP's, controladores de amplificadores, sistema de reproducción de mensajes, transmisores receptores Ethersound, disponen de su propio software de control.

Aunque por medio del software de programación Symnet Designer se ha logrado una integración aceptable entre la mayoría de los sistemas, la realidad es que para tener la información completa del estado general del sistema es preciso el acceso a varias aplicaciones además del interfaz de control de los DSP.

Por ejemplo para conocer el estado de los amplificadores es necesario recurrir a la aplicación Device Control, o para transferir un archivo de audio al sistema reproductor de mensajes necesariamente lo debemos hacer a través del Digital Media Manager.

El tener que recurrir a varias aplicaciones distintas para la gestión normal de las instalaciones, resta potencial al sistema, a la vez que aumenta la complejidad de este y empeora lo que se denomina “experiencia de usuario”.

Por ello surge la necesidad de integrar todas estas aplicaciones bajo un único entorno que proporcione toda la información acerca del sistema y a la vez permita la interacción con el sistema que hasta ahora se realizaba a través de varias aplicaciones independientes.

Aprovechando que todo el equipamiento que se necesita controlar dispone de protocolos de control externo y empleando un hardware específico de control que incorpora los puertos de comunicación necesarios para la comunicación con todos los equipos es posible la integración de todos estos sistemas.

Además del hardware se dispone de varias aplicaciones software para la programación del nuevo interfaz de control y la creación de las pantallas de control.

Por tanto el resultado de la programación sería un único entorno de control que integraría la gestión de las zonas de sonorización incluyendo las prioridades, la información del estado de los amplificadores, y el control del sistema de reproducción de mensajes permitiendo la transferencia de archivos, la activación de mensajes manuales y la programación de listas de reproducción (scheduler).

A nivel de control el funcionamiento sería muy similar al actual pero añadiendo prestaciones nuevas como puede ser el acceso al entorno de control vía http, lo que permitiría interactuar con el sistema utilizando cualquier navegador web, desde dentro o fuera de las instalaciones (si el administrador de red lo permite).

Esto abriría la puerta al control del sistema desde cualquier dispositivo que incorporase un navegador web como pueden ser tablets o smartphones.

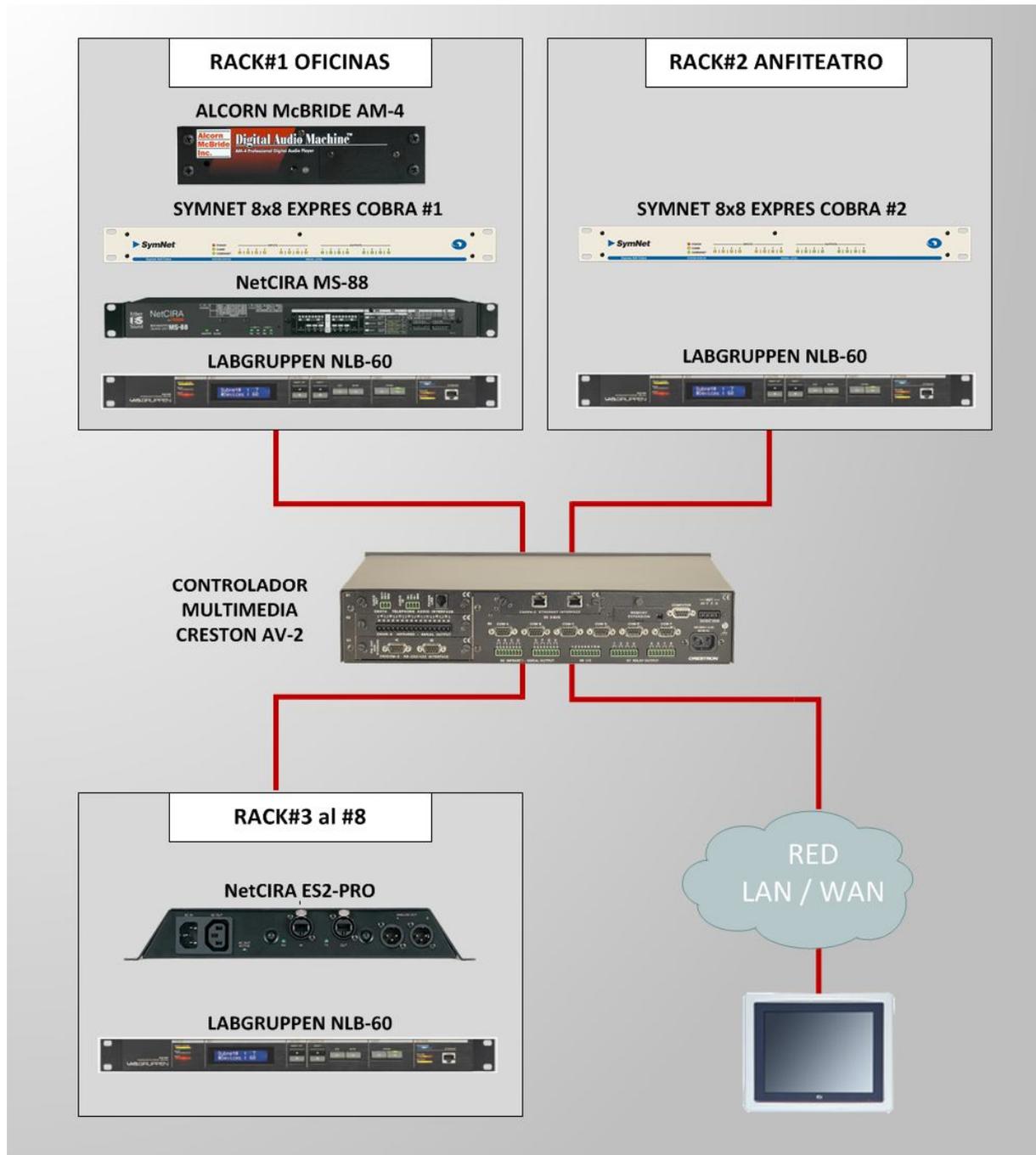


Figura 8.3. Integración de sistemas mediante controlador crestón AV-2 [38]

9 Referencias y bibliografía complementaria

9.1 Referencias

- [1] Página web del Bioparc Valencia, disponible en <http://www.bioparcvalencia.es/>
- [2] Página web del protocolo Cobranet, disponible en <http://www.cobranet.info/>
- [3] Página web del protocolo Ethersound, disponible en <http://www.ethersound.com/>
- [4] Página web de Audio Visual Technology for an Integrated World, disponible en <http://www.inavateonthenet.net/article/11355/Viva-la-Revolucion-.aspx>
- [5] Página web de Lexon Profesional S.A disponible en http://www.lexon.net/pdf/lexon_T4_produccion_audio.pdf
- [6] Página web de MKPE Consulting LLC, disponible en http://www.mkpe.com/theme_parks/digital_audio.php
- [7] Página web de IEEE 802, disponible en http://www.ieee802.org/3/tutorial/mar00/tutorial_1_0300.pdf
- [8] Página web de IEEE 802.3 Ethernet working group disponible en <http://www.ieee802.org/3/>
- [9] Página web de Cisco Systems disponible en <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Intro-to-Internet.html#wp1020669>
- [10] Varios autores, “Audio Network Protocols”, Books Llc 2010, ISBN: 1156317525
- [11] Página web de IEEE 802.1Q disponible en <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1Q.html>
- [12] Página web de IEEE 802.1ad disponible en <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1ad.html>
- [13] Página web de IEEE 802.1w disponible en <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1w.html>
- [14] Página web de Cobranet, disponible en http://www.cobranet.info/support/design/bundle_assignments
- [15] Página web de Cirrus Logic disponible en <http://www.cirrus.com/en/products/cm-1.html>
- [16] Página web de Cirrus Logic disponible en <http://www.cirrus.com/en/products/cm-2.html>
- [17] Página web del protocolo Cobranet, disponible en <http://www.cobranet.info/downloads>
- [18] Página web de Digigram, disponible en <http://www.digigram.com/technologies/ethersound.php>
- [19] Página web de Yamaha, disponible en <download.yamaha.com/file/47414>
- [20] Página web de Auvitran, disponible en <http://www.auvitran.com/www/index.php/downloads>

- [21] Página web de Symetrix, disponible en <http://www.symetrix.co/products/symnet-open-architecture-dsp/cobranet-digital-audio/express-8x8-cobra/>
- [22] Página web de Symetrix, disponible en <http://www.symetrix.co/products/symnet-open-architecture-dsp/symnet-designer/>
- [23] Página web de Netcira, disponible en http://www2.fostex.jp/user_file/fostex-sh/etc/NetCIRA_Download.htm
- [24] Página web de Netcira, disponible en http://www2.fostex.jp/user_file/fostex-sh/etc/ES2PROsiyo.pdf
- [25] Página web de Labgruppen, disponible en http://www3.labgruppen.com/media/downloads/product/FTDS-NLB60E_v2.pdf
- [26] Página web de Labgruppen, disponible en http://www3.labgruppen.com/media/downloads/product/FC-Series_Technical_Data_Sheet_TDS-C164_V5.pdf
- [27] Página web de Alcorn McBride, disponible en <http://www.alcorn.com/products/dam/index.html>
- [28] Página web de Tannoy Professional, disponible en <http://www.tannoy.com/ProSummary.aspx>
- [29] Página web de Cisco Systems, disponible en <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps5000/ps5249/index.html>
- [30] Página web de Netcira, disponible en http://www2.fostex.jp/user_file/fostex-sh/etc/NetCIRASET_Operating.pdf
- [31] Página web de Belden Cable, disponible en http://www.belram.com/datasheets/Belden%2F46381NH_v1.pdf
- [32] Página web de Symetrix, disponible en <http://www.symetrix.co/products/symnet-open-architecture-dsp/symvue/>
- [33] Página web de Symetrix, disponible http://www.symetrix.co/wp-content/uploads/2011/01/SymNet_cp3.pdf
- [34] Página web de Labgruppen, disponible en http://www.symetrix.co/wp-content/uploads/2011/01/SymNet_cp3.pdf
- [35] Página web de Alcorn McBride, disponible en <http://www.alcorn.com/products/dmm/index.html>
- [36] Página web de Alcorn McBride, disponible en <http://www.alcorn.com/support/training/PlaylistBuilderTraining.html>
- [37] Página web de Alcorn McBride, disponible en www.alcorn.com/images/shared/schedulebuilder

[38] Página web de Creston Group, disponible en

http://www.creston.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=av2

9.2 Bibliografía complementaria

- Varios autores, “Audio Network Protocols”, Books Llc 2010, ISBN: 1156317525
- Frederic P. Miller, Agnes F. Vandome, John McBrewster, “CobraNet: Audio over Ethernet”, Alphascript Publishing 2010, ISBN-10: 6134144177
- Pohlmann Ken, “Principios del audio digital”, Mcgraw Hill Editorial 2006, ISBN-10: 844813625X
- Michael Talbot-Smith, “Audio Engineer's Reference Book”, Paperback 2001, ISBN: 0240516850
- Andy Bailey, “Network Technology for Digital Audio”, Paperback 2006, ISBN: 0240515889
- Norton Fausto Garfield, “Dante (Networking)”, Trade paperback 2012, ISBN: 6200570442
- Página web de la Audio engineering Society, “Best Practices in Network Audio”, disponible en: <http://www.aes.org/technical/documentDownloads.cfm?docID=332>
- Página web oficial de Cobranet, disponible en: <http://www.cobranet.info>
- Página web de Cirrus Logic, disponible en: <http://www.cirrus.com/en/products/cobranet.html>
- Página web oficial de Ethersound, disponible en: <http://www.ethersound.com/>
- Página web de Digigram, disponible en: http://www.digigram.com/products/products_fam.php?p_fam=AOE&p_market=IS
- Página web de Digigram, “Building Ethersound Networks”, disponible en: http://www.digigram.com/pdf_brochure/getinfo.php?prod_key=11100
- Página web de NetCIRA, disponible en: <http://www.fostexinternational.com>
- Página web de Yamaha, “Diseño de sistemas de audio en red con Ethersound”, disponible en: <download.yamaha.com/file/47414>
- Página web de Yamaha, “Diseño de sistemas de audio en red con Cobranet”, disponible en: <download.yamaha.com/file/47409>
- Página web de Yamaha, “Introducción al audio en red”, disponible en: <download.yamaha.com/file/47403>
- Página web de Symetrix, disponible en: <http://www.symetrix.co/products/symnet-open-architecture-dsp/cobranet-digital-audio/express-8x8-cobra/>
- Página web de Labgruppen, disponible en: <http://labgruppen.com/>
- Página web de Alcorn McBride, disponible en: <http://www.alcorn.com/products/dam/index.html>
- Página web de Tannoy Professional, disponible en: <http://www.tannoy.com/ProSummary.aspx>

- Página web de Axiomtek, disponible en: <http://axiomtek.com/>
- Página web de Cisco, disponible en: <http://www.cisco.com/web/ES/index.html>
- Página web de Creston Electronics, disponible en: <http://www.crestron.com/>
- Página web de Belden Cable, disponible en:
<http://www.belden.com/products/browse/enterprise/audio-video-solutions.cfm>
- Página web de Mediamatrix, disponible en: <http://mm.peavey.com/>
- Página web del Bioparc, disponible en: <http://www.bioparcvalencia.es/>