



Red IRIS

Modelo Referencia para Implantación de Tecnologías Multimedia en la Comunidad Académica

Índice

Introducción.....	3
Salas.....	3
Resumen de Objetivos.....	4
Tecnologías de red.....	5
H.320.....	5
Introducción	5
Arquitectura H.320	5
H.323.....	5
Introducción	5
Arquitectura H.323	6
Multicast.....	11
Introducción	12
Nivel de enlace.....	13
Protocolo encaminamiento (PIM-SP).....	15
Videoconferencia multicast.....	16
Streaming.....	16
Real	19
Windows Media	19
Kassena	22
Introducción salas.....	24
Tipos de salas en funcion de sus prestaciones.....	25
Salas de reuniones (nivel 1).....	25
Características de la sala	25
Equipamiento necesario	26
Posibilidades de mejora.....	27
Aulas de docencia (nivel 2)	27
Descripcion	27
Características de la sala	28

Equipamiento necesario	29
Posibilidades de mejora.....	35
Salones de actos. (nivel 3).....	36
Descripcion.....	36
Características de la sala	36
Equipamiento necesario	37
RRHH	40
Anexo A1	41
Agradecimientos	42

Introducción

En el año 1991 se hizo en RedIRIS la primera videoconferencia utilizando túneles de multicast. En la medida que los caudales de la red nos lo permitían se ha venido mantenido una línea de trabajo e investigación de muchos años alrededor de redes multicast y herramientas de Mbone (vic, rat etc). Después de tanto años y del aumento considerable de los anchos de banda las herramientas Mbone han seguido siendo consideradas piloto lo que ha impedido el mayor uso que cabría esperar de la demanda potencial en una comunidad académico-científica. Mientras tanto han ido apareciendo nuevas tecnologías (streaming, H323, VRVS etc) que han ido creando en RedIRIS una línea de trabajo mas global alrededor de las tecnologías multimedia.

En la comunidad RedIRIS debemos aceptar la existencia de dos ámbitos diferenciados y ligados: el docente y el científico o investigador. El ámbito docente está cada vez más enfocado a las tecnologías de teledocencia inter e intra universidades y cada universidad ofrece lo mejor a sus clientes (estudiantes) y trabajadores (profesores). El ámbito científico y el trabajo colaborativo es el que no habría que dejar relegado y es por eso que requerirá una mayor potenciación y esfuerzo por parte de RedIRIS. Hay comunidades de investigadores como altas energías que disponen de recursos para el desarrollo de plataformas de videoconferencia ajustadas a sus necesidades (VRVS) pero el resto de la comunidad científica dispone de muy pocas herramientas para poder hacer ,por ejemplo, reuniones de trabajo usando videoconferencia o poder acceder a congresos científicos que se retransmiten por la Red.

En junio de 2001 un grupo de personas de varias universidades y RedIRIS nos planteamos asentar las bases de una plataforma nacional para coordinar servicios de videoconferencia y multimedia. Evidentemente esto no podía pasar por soluciones tipo desktop (mbone, H323 etc) en manos de los usuarios que siempre existirán y podrán seguir siendo usadas. La solución pasaba por modelos controlados que ofrecieran el servicio mejor y más cómodo a los usuarios, en definitiva un modelo basado en Salas de Videoconferencias con todas las tecnologías existentes de red y multimedia. Uno de los temas a los que hasta ahora no habíamos prestado atención era el del diseño e instalación de estas Salas. Aspectos como la iluminación, mesas de control, etc, nunca habían sido evaluados. Así como la dimensión de las salas en busca de la mejor funcionalidad de las mismas, no es lo mismo un Salón de Actos, una sala para impartir docencia o una para reuniones de trabajo.

La idea era desarrollar un documento que sirviera como guía a las instituciones afiliadas a RedIRIS que permitiera disponer de cierta homogeneidad de criterios a la hora de abordar Proyectos Multimedia en las universidades. Evidentemente será un documento vivo abierto a colaboraciones y posibles evoluciones tecnológicas.

Salas

Las salas de videoconferencia será uno de los ejes que articulen los servicios multimedia en el futuro próximo. Serán lugares diseñados y optimizados para eventos audiovisuales con las tecnologías de red que en cada momento nos ofrezcan mas flexibilidad y funcionalidad. Las Salas de Videoconferencia serán los lugares donde los usuarios accedan directa o indirectamente para hacer uso de los sistemas de videoconferencia y para la generación de contenidos. Las Salas deberán disponer de operadores que optimicen el uso de la misma. Sin recursos humanos para la operación diaria de las salas el desembolso económico que se haga no se verá recompensado ni amortizado. Es un aspecto que también hemos abordado en este documento.

En el ámbito de la red, las salas podrán disponer de cualquiera de las 3 alternativas disponibles: RDSI, IP Intranet e IP Internet. Evidentemente con RDSI tenemos garantizado un

buen servicio pero es mucho menos flexible que el uso de IP. La idea mas ambiciosa en este sentido es poner en marcha una Red de Salas Priorizadas en la Comunidad RedIRIS (SAPnet) . En esta red las salas de videoconferencias estarían conectadas con todos los parámetros necesarios para garantizar la calidad del servicio que se pretende. Esta red estaría coordinada en RedIRIS.

Evidentemente para organizar y poner en marcha esta Red lo primero que hay que hacer es estimular la instalación de salas de Videoconferencia en RedIRIS. Habrá que definir unos perfiles mínimos de las salas a la hora de conectarlas a esta Red Priorizada.

La idea es hacer un directorio de Salas de videoconferencia cada una con su ficha de especificaciones que permita ver las posibilidades de llevar a cabo Videoconferencias en la Comunidad RedIRIS. Como utopía ¿ Qué opinarías de poder poner en marcha un servicio que permita hacer reservas de salas de la Comunidad RedIRIS ? Un sistema que permita a un grupo de investigadores de una universidad reservar y/o alquilar la sala de otra universidad.

Resumen de Objetivos

El documento esta estructurado en tres partes:

- Tecnologías de Red
- Salas de Videoconferencia
- Recursos Humanos

Los objetivos de este documento o iniciativa son:

1. Ayudar a las instituciones de RedIRIS en la puesta en marcha de Servicios Multimedia
2. Definir criterios homogéneos en los aspectos de tecnologías de Red y multimedia
3. Definir criterios mínimos para 3 modelos de Salas de Videoconferencia
4. Generar en RedIRIS un Directorio de Salas de Videoconferencias existentes en las Instituciones de RedIRIS.
5. Desarrollar de iniciativas en base a un modelo de Salas de Videoconferencia: Red Priorizada de Salas en la Comunidad RedIRIS
6. Definir líneas comunes para la producción de contenidos multimedia

Tecnologías de red

H.320

Introducción

El protocolo H.320 define el estándar para videoconferencia sobre *RDSI* y otros medios de transmisión sobre banda estrecha definidos por la *ITU* (International Telecommunications Union). Este protocolo define un "paraguas" que comprenden tres grupos de protocolos, cada uno de los cuales atiende a una necesidad dentro de la videoconferencia, a saber: *H.261* para vídeo, *G.711*, *G.722* y *G.728* para audio y *T.120* para datos.

Arquitectura H.320

H.261 es un formato de compresión de vídeo para ser usado en canales que vayan de 64 Kbits a 2 Mbits. También llamado *px64* donde *p* es un rango comprendido entre 1 y 30 (los múltiplos que puede tener un canal B. Este algoritmo utiliza la codificación tanto intratrama como intertrama. La primera utiliza *DCT* (Discrete Cosine Transform), similar a la utilizada por *JPEG*. La segunda por su parte utiliza un esquema de codificación basado en las diferencias entre bloques. *H.261* define a su vez dos tamaños de ventana *CIF* (Common Intermediate Format) con una resolución de 352 x 288 y *QCIF* (Quarter CIF) con una resolución de 176 x 144.

En cuanto a los protocolos de audio soportados por *H.320* (*G.711*, *G.722* y *G.728*) diseñados para distintas necesidades de audio. *G.711* utiliza la codificación PCM proporcionando calidad de audio a 64 Kbits (en el tramo de 3 KHz). *G.722* es idéntico al anterior pero a 7 KHz. El último utiliza 16 Kbits a 3KHz.

H.221 define la estructura de las tramas para comunicaciones sobre canales de 64 a 2 Mbits. Las tramas tienen un tamaño de 80 bytes de longitud. Cada byte contiene audio, vídeo y datos multiplexados, generados por otros protocolos de la norma *H.320*. Tal como construye la trama la norma *H.221* se puede decir que utiliza un cuarto del canal para audio, otro cuarto para datos y la mitad para la señal de vídeo.

H.231 define el estándar para multipunto y cifrado de datos. Cuando se utiliza la utilidad multipunto entra en juego la MCU (Multipoint Central Unit) . cada uno de los participantes utilizará entonces los protocolos H.242 y H.243 para intercambio de información con ésta. Durante esta comunicación, la MCU guarda los datos acerca de formatos de vídeo (CIF, QCIF), tipo de codificación de audio soportado por cada uno de los clientes. Una vez conseguida esa información, establecerá conexiones con cada uno de ellos de acuerdo a los datos conseguidos.

H.323

Introducción

El estándar H.323 proporciona una base para las comunicaciones de audio, video y datos a través de una red IP como Internet. Los productos que cumplen con el estándar H.323 pueden interoperar con los productos de otros, permitiendo de esta manera que los usuarios puedan comunicarse sin preocuparse con problemas de compatibilidad.

H.323 es un estándar bajo el amparo de la ITU, es un conjunto de estándares para la comunicación multimedia sobre redes que no proporcionan calidad de servicio (QoS). Estas redes son las que predominan hoy en todos los lugares, como redes de paquetes conmutadas TCP/IP e IP sobre Ethernet, Fast Ethernet y Token Ring. Por esto, los estándares H.323 son bloques importantes de construcción para un amplio rango de aplicaciones basadas en redes de paquetes para la comunicación multimedia y el trabajo colaborativo.

El estándar tiene amplitud e incluye desde dispositivos específicos hasta tecnologías embebidas en ordenadores personales, además de servir para comunicación punto-punto o conferencias multi-punto. H.323 habla también sobre control de llamadas, gestión multimedia y gestión de ancho de banda, además de los interfaces entre redes de paquetes y otras redes (RTC p.e.)

H.323 forma parte de una gran serie de estándares que permiten la videoconferencia a través de redes. Conocidos como H.32X, esta serie incluye H.320 y H.324, que permiten las comunicaciones RDSI y RTC respectivamente.

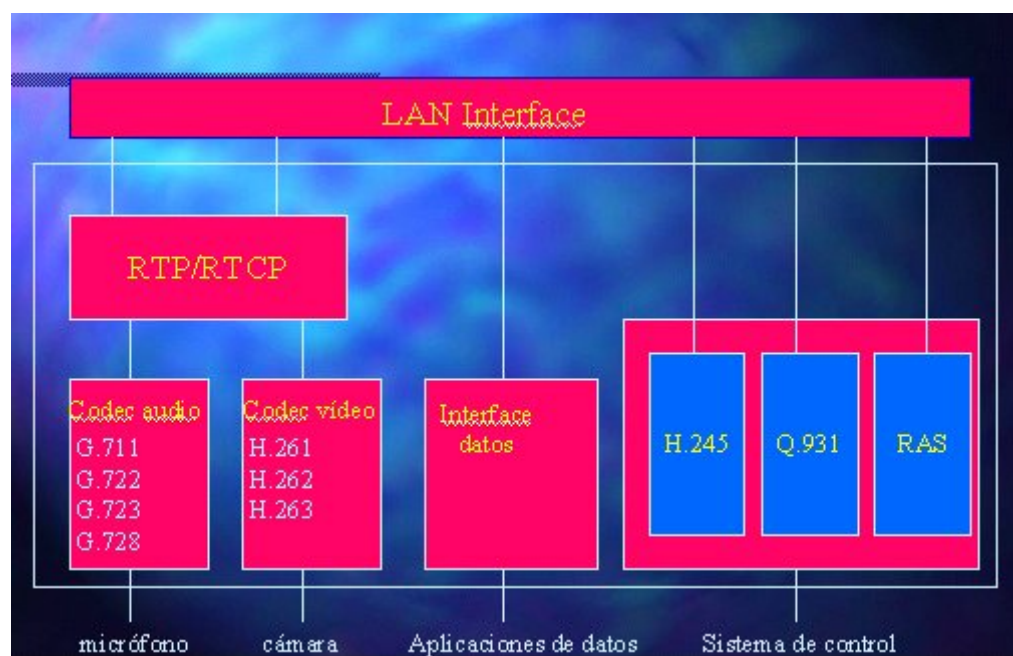
Arquitectura H.323

La Recomendación H.323 cubre los requerimientos técnicos para los servicios de comunicaciones entre Redes Basadas en Paquetes (PBN) que pueden no proporcionar calidad de servicio (QoS). Estas redes de paquetes pueden incluir Redes de Área Local (LAN's), Redes de Área Extensa (WAN), Intra-Networks y Inter-Networks (incluyendo Internet). También incluye conexiones telefónicas o punto a punto sobre RTC o ISDN que usan debajo un transporte basado en paquetes como PPP. Esas redes pueden consistir de un segmento de red sencillo, o pueden tener topologías complejas que pueden incorporar muchos segmentos de red interconectados por otros enlaces de comunicación.

La recomendación describe los componentes de un sistema H.323, estos son: Terminales, Gateways, Gatekeepers, Controladores Multipunto(MC), Procesadores Multipunto (MP) y Unidades de Control Multipunto (MCU)

Terminales

Los terminales son puntos finales de la comunicación. Proporcionan comunicación en tiempo real bidireccional. Los componentes de un terminal se pueden ver a continuación:



Para permitir que cualesquiera terminales ínter operen se define que todos tienen que tener un mínimo denominador que es, soportar voz y con un codec G.711. De esta manera el soporte para video y datos es opcional para un terminal H.323.

Todos los terminales deben soportar H.245, el cual es usado para negociar el uso del canal y las capacidades. Otros tres componentes requeridos son: Q.931 para señalización de llamada y configuración de llamada, un componente llamado RAS (Registration/Admisión/Status), este es un protocolo usado para comunicar con el Gatekeeper; y soporte para RTP/RTCP para secuenciar paquetes de audio y video.

Otros componentes opcionales de los terminales H.323 son: los codec de video, los protocolos T.120 para datos y las capacidades MCU.

Gateways

El Gateway (o Pasarela) es un elemento opcional de una conferencia H.323. Es necesario solo si necesitamos comunicar con un terminal que está en otra red (por ejemplo RTC) Los Gateways proporcionan muchos servicios, el más común es la traducción entre formatos de transmisión (por ejemplo H.225.0 a H.221) y entre procedimientos de comunicación (por ejemplo H.245 a H.242). Además el Gateway también traduce entre los codecs de video y audio usados en ambas redes y procesa la configuración de la llamada y limpieza de ambos lados de la comunicación.

El Gateway es un tipo particular de terminal y es una entidad llamable (tiene una dirección).

En general, el propósito del Gateway es reflejar las características del terminal en la red basada en paquetes en el terminal en la Red de Circuitos Conmutados (SCN) y al contrario. Las principales aplicaciones de los Gateways son:

- Establece enlaces con terminales telefónicos analógicos conectados a la RTB (Red Telefónica Básica)
- Establecer enlaces con terminales remotos que cumple H.320 sobre redes RDSI basadas en circuitos conmutados (SCN)
- Establecer enlaces con terminales remotos que cumple H.324 sobre red telefónica básica (RTB)

Los Gateways no se necesitan si las conexiones son entre redes basadas en paquetes.

Muchas funciones del Gateway son dejadas al diseñador. Por ejemplo, el número de terminales H.323 que pueden comunicar a través del Gateway no es asunto de estandarización. De la misma manera el número e conexiones con la SCN, el número de conferencias individuales soportadas, las funciones de conversión de audio/video/datos, y la inclusión de funciones multipuntos son dejadas al diseñador. Debido a la incorporación de los Gateways a la especificación H.323, la ITU posicionó H.323 como el pegamento que junta todos los terminales para conferencias funcionando juntos.



Gatekeepers

Son un elemento opcional en la comunicación entre terminales H.323. No obstante, son el elemento más importante de una red H.323. Actúan como punto central de todas las llamadas dentro de una zona y proporcionan servicios a los terminales registrados y control de las llamadas. De alguna forma, el gatekeeper H.323 actúa como un conmutador virtual.

Los Gatekeepers proporcionan dos importantes funciones de control de llamada:

- Traducción de direcciones desde alias de la red H.323 a direcciones IP o IPX, tal y como está especificado en RAS.
- Gestión de ancho de banda, también especificado en RAS. Por ejemplo, si un administrador de red ha especificado un umbral para el número de conferencias simultáneas, el Gatekeeper puede rechazar hacer más conexiones cuando se ha alcanzado dicho umbral. El efecto es limitar el ancho de banda total de las conferencias a alguna fracción del total existente para permitir que la capacidad remanente se use para e-mail, transferencias de archivos y otros protocolos.

A la colección de todos los Terminales, Gateways y MCU's gestionados por un gatekeeper se la conoce como Zona H.323. Ver figura.

Una característica opcional, pero valiosa de los gatekeepers es la habilidad para enrutar llamadas. Si se enruta la llamada por un gatekeeper, esta puede ser controlada más efectivamente. Los proveedores de servicio necesitan esta característica para facturar por las llamadas realizadas a través de su red. Este servicio también puede ser usado para re-enrutar una llamada a otro terminal en caso de estar no disponible el llamado. Además con esta característica un gatekeeper puede tomar decisiones que involucren el balanceo entre varios gateways. Por ejemplo, si una llamada es enrutada por un gatekeeper, ese gatekeeper puede re-enrutar la llamada a uno de varios gateways basándose en alguna lógica de enrutamiento propietaria.

Mientras que un Gatekeeper está lógicamente separado de los extremos de una conferencia H.323, los fabricantes pueden elegir incorporar la funcionalidad del Gatekeeper dentro de la implementación física de Gateways y MCU's.

A pesar de que el Gatekeeper no es un elemento obligatorio, si existe, los terminales deben usarlo. RAS define para estos la traducción de direcciones, control de admisión, control de ancho de banda y gestión de zonas.

Los Gatekeepers juegan también un rol en las conexiones multipunto. Para soportar conferencias multipunto, los usuarios podrían emplear un Gatekeeper para recibir los canales de control H.245 desde dos terminales en una conferencia punto-punto. Cuando la conferencia cambia a multipunto, el Gatekeeper puede redireccionar el Canal de Control H.245 a un controlador multipunto, el MC. El Gatekeeper no necesita procesar la señalización H.245, solo necesita pasarla entre los terminales o entre los terminales y el MC.

Las redes que posean un Gateway pueden también tener un Gatekeeper para traducir llamadas entrantes E.164 (número de teléfono convencionales) a direcciones de transporte. Debido a que una Zona está definida por su Gatekeeper, las entidad H.323 que contengan un Gatekeeper interno necesitan de un mecanismo para desactivar su funcionamiento cuando hay varias entidades H.323 que contiene un Gatekeeper dentro de la red, las entidades pueden ser configuradas para estar en la misma Zona.

Existen dos formas para que un terminal se registre en un gatekeeper, sabiendo su ip y enviando entonces un mensaje de registro unicast a esta dirección o bien enviando un mensaje multicast de descubrimiento del gatekeeper (GRQ) que pregunta ¿quién es mi gatekeeper?

Funciones obligatorias Gatekeeper

- Traducción de Direcciones: Traducción de alias a direcciones de transporte, usando para ello una tabla que es modificada con mensajes de Registration. Se permiten otros métodos de modificar la tabla.
- Control de Admisión: El Gatekeeper debería autorizar el acceso a la red usando mensajes H.225.0 ARQ/ACF/ARJ. Esto puede basarse en autorización de llamada, ancho de banda, o algún otro criterio que es dejado al fabricante. También puede ser una función nula que admita todas las peticiones.
- Control de Ancho de Banda: El Gatekeeper debería soportar mensajes BRQ/BRJ/BCF. Esto puede usarse para gestión del ancho de banda. También se puede aceptar todas las peticiones de ancho de banda.
- Gestión de Zona: El Gatekeeper debería suministrar la funciones anteriores a: todos los terminales, MCU's y Gateways que se encuentren registrados en su Zona de control.

Funciones opcionales del Gatekeeper

- Señalización de control de llamada: El Gatekeeper puede elegir completar la señalización de llamada con los extremos y procesar la señalización de llamada el mismo. Alternativamente, puede elegir que los extremos conecten directamente sus señalizaciones de llamada. De esta manera el Gatekeeper puede evitar gestionar las señales de control H.225.0.
- Autorización de llamada: El Gatekeeper puede rechazar una llamada desde un terminal basándose en la especificación Q.931. (H.225.0) Las razones para rechazar la llamada pueden ser, pero no están limitadas a, acceso restringido desde o hacia un terminal particular o Gateway, y acceso restringido durante un periodo de

tiempo. El criterio para determinar si se pasa la autorización o falla, está fuera del alcance de H.323.

- Gestión de llamada: El Gatekeeper puede mantener una lista de las llamadas en curso, esta información puede ser usada para indicar si un terminal está ocupado o para dar información a la función de gestión de ancho de banda.
- Otros como: estructura de datos de información para la gestión, reserva de ancho de banda y servicios de directorio.

Unidades Control Multipunto(MCU)

La MCU soporta conferencias entre tres o mas extremos. En terminología H.323, el MCU se compone de: Controlador Multipunto (MC) que es obligatorio, y cero o más Procesadores Multipunto (MP). El MC gestiona las negociaciones H.245 entre todos los terminales para determinar las capacidades comunes para el procesamiento de audio y video. El MC también controla los recursos de la conferencia para determinar cuales de los flujos, si hay alguno, serán multicast. Las capacidades son enviadas por el MC a todos los extremos en la conferencia indicando los modos en los que pueden transmitir. El conjunto de capacidades puede variar como resultado de la incorporación o salida de terminales de la conferencia.

El MC no trata directamente con ningún flujo de datos, audio o video. Esto se lo deja a el MP, este mezcla, conmuta y procesa audio, video y/o bits de datos. Las capacidades del MC y MP pueden estar implementadas en un componente dedicado o ser parte de otros componentes H.323, en concreto puede ser parte de un Gatekeeper, un Gateway, un terminal o una MCU.

El MP recibe flujos de audio, video o datos desde los extremos, estos pueden estar involucrados en una conferencia centralizada, descentralizada o híbrida. El MP procesa esos flujos y los devuelve a los extremos.

La comunicación entre el MC y el MP no es asunto de estandarización.

Conferencias Multipunto

Existen una variedad de métodos de gestionar las conferencia multipunto. La Recomendación hace uso de los conceptos de conferencia centralizada y descentralizada.

La conferencias centralizadas requieren de una MCU. Todos los terminales envían audio, video, datos y flujos de control a la MCU en un comportamiento punto-punto. La MC gestiona de forma centralizada la conferencia usando las funciones de control H.245 que también definen las capacidades de cada terminal. El MP mezcla el audio, distribuye los datos y mezcla/conmuta el video y envía los resultados en flujos de vuelta a cada terminal participante.

En conferencia multipunto descentralizadas se puede hacer uso de tecnología multicast. Los terminales H.323 participantes envían audio y video a otros terminales participantes sin enviar los datos a una MCU. Sin embargo el control de los datos multipunto sigue siendo procesado de forma centralizada por la MCU, y la información del canal de control H.245 sigue siendo transmitida de modo unicast a un MC.

Son los terminales que reciben múltiples flujos de audio y video los responsables de procesarlos. Los terminales usan los canales de control H.245 para indicar a un MC cuantos flujos simultáneos de video y audio son capaces de decodificar. El número de capacidades simultáneas de un terminal no limita el número de flujos de audio y video que son enviado por multicast en una conferencia.

Las conferencias multipunto híbridas usan una combinación de características de las centralizadas y descentralizadas. Las señalizaciones y cualquier flujo de audio o video es

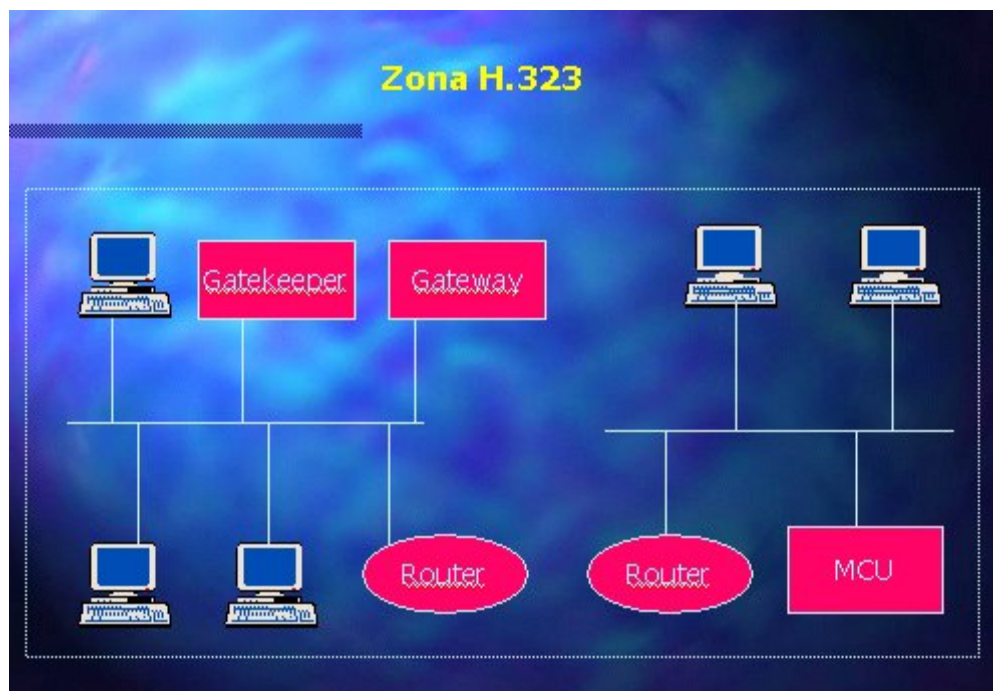
procesado a través de mensajes punto a punto enviados a la MCU. Las restantes señales (audio o video) son enviadas a los participantes a través de multicast.

Una ventaja de las conferencias centralizadas es que todos los terminales soportan comunicaciones punto a punto. La MCU puede sacar varios flujos unicast a los participantes y no se requiere ninguna capacidad de la red especial. También es posible que la MCU reciba varios flujos unicast, mezcle el audio, y conmute el video, y saque un flujo multicast, conservando de esta manera el ancho de banda de la red.

H.323 también soporta conferencias multipunto mixtas en las cuales algunos terminales están en una conferencia centralizada, mientras otros están en una descentralizada, y una MCU proporciona el puente entre los dos tipos. Al terminal le es transparente la naturaleza mixta de la conferencia, solo tiene en cuenta el modo en que envía o recibe.

Multicast hace más eficiente el uso del ancho de banda de la red, pero supone una más alta carga computacional en los terminales que tienen que mezclar y conmutar entre los flujos de audio y video que reciben. Además, el soporte multicast es necesario en elementos de la red como routers y switches.

Un MC puede estar localizado en un Gatekeeper, un Gateway, un terminal o una MCU.



Multicast

El objetivo de este capítulo es describir brevemente la tecnología multicast y qué parámetros de configuración son aconsejables para su buen funcionamiento. El hecho de que una red soporte multicast es básico a la hora de plantearse la realización/difusión de contenidos multimedia dentro de una red corporativa o en la Internet, ya sea *streaming* o videoconferencia multicast.

Introducción

El multicast (o multienvío) permite mandar paquetes IP a un conjunto de ordenadores situados en cualquier punto de la red. Este envío se realiza a una dirección de grupo¹. Con este mecanismo conseguimos una serie de mejoras:

- En el ancho de banda.
- En la carga de los servidores.
- En carga de la red.

Básicamente, todas estas mejoras se derivan del hecho de que es la red la encargada de duplicar los paquetes en aquellos puntos que sean necesarios (donde haya clientes interesados en la información) por lo que el flujo origen no depende en ningún momento del número de clientes. Todo el mecanismo de solicitud de un flujo de información y réplica de ésta, será realizado por *IGMP* (Internet Group Management Protocol) y los protocolos de encaminamiento multicast. El proceso de mandar tráfico *multicast* no difiere en nada del *unicast*, salvo que la dirección destino es un poco "especial". La diferencia radica en recibirlo. Ya que debe ser el cliente, el encargado de comunicar a su "router local" que desea recibir el tráfico de un grupo determinado.

Así, el modelo multicast se puede resumir en:

- Los emisores envían información a una dirección de grupo (multicast).
- Los receptores muestran su interés en una dirección de grupo.
- Los routers interesados dirigen el tráfico desde los emisores a los receptores.

El protocolo *IGMP* fue desarrollado por Steve Deering y la versión 1 se definió en el *RFC 1112*. Una segunda versión con nuevas funciones fue reflejado en el *RFC 2236*. Este protocolo es el encargado de comunicar al router local que un cliente quiere recibir la información de un grupo o quiere abandonarlo². En la actualidad, este protocolo no sólo se utiliza para este fin sino además, para que algunos protocolos de encaminamiento (como por ejemplo PIM-SP) intercambien información de control.

En cuanto al encaminamiento, los paquetes se distribuyen formando un árbol de distribución multicast. Existen distintas formas de crear estos árboles³. Los protocolos de encaminamiento se pueden dividir en varios tipos

- Protocolos en modo denso (*DVMRP, PIM-DM*)
- Protocolos en modo disperso (*PIM-SP, CBT*)
- Protocolos "estado del enlace" (*MOSPF*)

¹ Las direcciones de grupo multicast están comprendidas entre 224.0.0.0 y 239.255.255.255.

² Dependiendo de la versión, este procedimiento se llevará a cabo de distinta forma.

³ Ver bibliografía.

En un principio, se utilizaba los primeros (sobre todos túneles que implementaban *DVMRP*). Pero en la actualidad se está produciendo el cambio a los segundos (*PIM-SP*)⁴.

Una parte importante, es el control de los paquetes multicast. Este control se puede realizar de dos maneras: *TTL* (Time To Live) y "*Administrative Scopes*".

Nivel de enlace

El proceso de paso de direcciones multicast de nivel tres a nivel dos, presenta el problema de solapamiento, debido al echo de que de los 28 bits (32 de la dirección IP menos 4 de 1110) sólo se utilizan 23 para el paso a su equivalente a dirección MAC (ver figura 1). Esto da lugar a que una dirección multicast L3 da como resultado 32 direcciones multicast L2 (28 – 23).

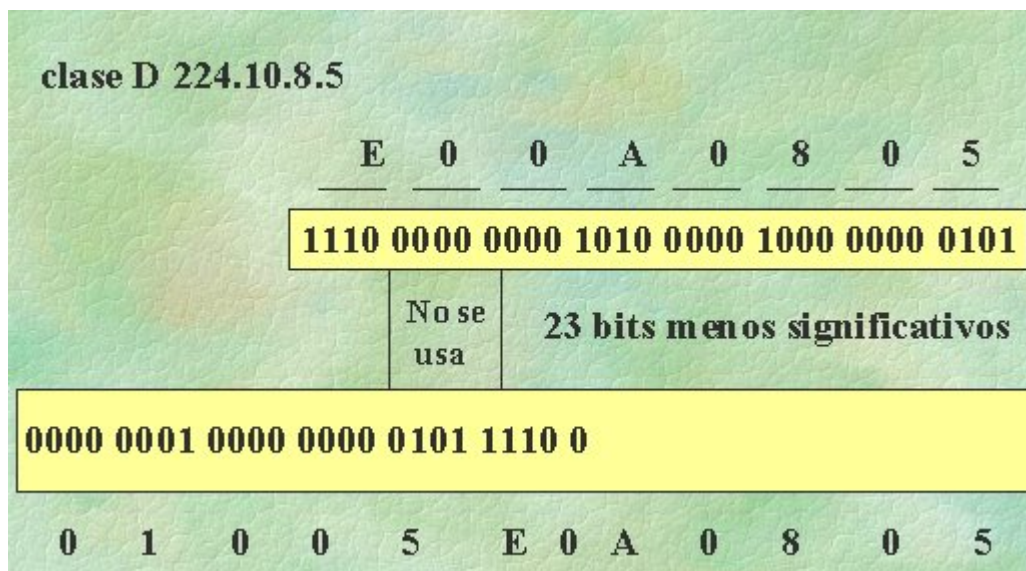


Figura 1

⁴ No comentamos aquí los protocolos multicast "inter-dominio" sólo los "intra-dominio". Para más información ver nota 3.

- Problema al pasar de L3/L2. Una misma dirección L2 puede tener hasta 32 direcciones L3 idénticas.
 - Dirección IP multicast: 32 bits - 4 bits (1110) = 28
 - 28 - 23 (últimos) = 5 -> $2^{**5} = 32$
 - Por ejemplo la dirección L2 multicast 01-00-5e-0a-00-01 puede corresponder con las siguientes direcciones L3 multicast.

```
224.10.0.1, 225.10.0.1, 226.10.0.1, 227.10.0.1
228.10.0.1, 229.10.0.1, 230.10.0.1, 231.10.0.1
232.10.0.1, 233.10.0.1, 234.10.0.1, 235.10.0.1
236.10.0.1, 237.10.0.1, 238.10.0.1, 239.10.0.1
224.138.0.1, 225.138.0.1, 226.138.0.1, 227.138.0.1
228.138.0.1, 229.138.0.1, 230.138.0.1, 231.138.0.1
232.138.0.1, 233.138.0.1, 234.138.0.1, 235.138.0.1
236.138.0.1, 237.138.0.1, 238.138.0.1, 239.138.0.1
```

Figura 2

Además, es interesante describir, como las redes de datos tratan el tráfico multicast para ver la manera de optimizarlo. Generalmente, los equipos activos de red (conmutadores) dejan pasar el tráfico multicast tal cual (como si se tratase de un broadcast), aunque no haya ningún cliente interesado en ese flujo en el equipo. Este funcionamiento "defectuoso" es debido, a que generalmente los conmutadores aprende las direcciones MAC en el campo origen del paquete. Pero como una dirección multicast nunca aparece en ese campo, el conmutador no la incluye nunca en su tabla.

Para remediar este problema (que entre otras cosas, origina una sobre carga de la red) existen una serie de protocolos que permiten corregir este mal funcionamiento. Los dos protocolos más utilizados son *IGMP snooping* y *CGMP* (Cisco Group Management Protocol). El primero hace que el conmutador intercepte los paquetes IGMP y actualiza sus tablas MAC, para la utilización de esta solución es necesario hardware especial (ASIC) en los equipos. El segundo permite que el router "entienda" las peticiones *IGMP* que realizan los clientes, y éste informa a los conmutadores del contenido de esos paquetes *IGMP*.

Vamos a ver un ejemplo de configuración del protocolo IGMP en los equipos CISCO (router y conmutador).

Router (activar en cada uno de los interfaces que tengan configurado multicast).

ip cgmp

Catalys (no soportado en el 6000)

set cgmp en

set cgmp leave⁵

⁵ Esto nos permite activar el "local leave processing" descargando al router de este proceso. Esta función será activada por los equipos que corran igmp v2 en la implementación de TCP/IP.

Básicamente, el router, enviará paquetes *CGMP* a los conmutadores con una dirección multicast destino predefinido (0100:ocdd:dddd que éstos anotarán en sus tablas). El paquete *CGMP* contiene: tipo de operación (join o leave), dirección MAC del cliente *IGMP* y dirección multicast del grupo.

Es conveniente describir brevemente como funcionan los interface de red de los clientes. Las tarjetas de red realizan distintas técnicas de filtrado con el tráfico multicast:

- La forma más sencilla llamada "single bit" consiste en la activación de un bit que acepta o rechaza el tráfico multicast que le llega a la tarjeta. Este bit se activa en cuanto se une a un grupo multicast. Como por defecto para que uno pueda recibir este tipo de tráfico debe estar apuntado al grupo ALL-SYSTEMS (224.0.0.1) se recibirá todo el tráfico multicast que se genere en la red (tanto si está como si no interesado en él). Esto se pasará a los niveles superiores donde será descartado.
- Otra técnica es la "hash table". La tarjeta tiene una función hash para las direcciones multicast y utiliza un array de "bit flags". Si el bit asociado a esa dirección se activa se recibe este tráfico. El tamaño de la tabla puede variar siendo su tamaño normal 64. Si se produce alguna colisión en una tabla, se borra el grupo en cuestión por lo que pasará el tráfico a los niveles superiores.
- Por último está el método en el que la tarjeta implementa una tabla que incluye exactamente las direcciones de los paquetes que se deberían aceptar. Es decir, sólo las direcciones de los grupos apuntados pasaran al nivel superior.

Protocolo encaminamiento (PIM-SP)

Vamos a ver de forma resumida como configurar PIM-SP en un router CISCO y algunas consideraciones adicionales. Se elige este protocolo por ser el más utilizado como protocolo "intra-dominio" y el protocolo a utilizar dentro de la comunidad RedIRIS. La configuración propuesta supone la utilización de *Auto RP*⁶. No es objetivo de este documento entrar en los detalles de funcionamiento del protocolo PIM-SP. Para una mayor información consulta la bibliografía.

Activación PIM-SP.

Ámbito global:

ip multicast-routing

En cada uno de los interfaces:

*ip pim sparse-dense mode*⁷

ip sap listen

⁶ El Auto-RP utiliza los grupos **224.0.1.39** para **Cisco-announce** y el **224.0.1.40** para el **Cisco-Discovery**, éste último utiliza el puerto UDP 496. Importante tenerlo en cuenta a la hora de los filtros en el router.

⁷ Se activa el modo sparse-dense porque los grupos que se utilizan para los Auto-RP se distribuyen utilizando el modo denso.

ip cgmp

Opcionalmente podemos configurar algunos parámetros como:

*ip multicast ttl-threshold 32*⁸

ip multicast rate-limit 1024

Videoconferencia multicast

Se describe en este apartado las herramientas necesarias para la realización de videoconferencias (multiconferencias) utilizando la tecnología multicast. Es importante señalar que no sólo estamos hablando de utilidades de vídeo o audio, sino de un conjunto de herramientas que aportan entre otras cosas pizarra electrónica, WWW multicast, editores compartidos,... Veamos brevemente una pequeña relación de las más utilizadas⁹.

- **vic**: Se utiliza para recibir/emitir vídeo.
- **vat**: Idem para audio.
- **rat**: Idem para audio.
- **nt**: Editor compartido.
- **wb**: Pizarra compartida.
- **sdr**: Directorio de sesiones.

Es interesante, además, instalar herramientas de control/calidad de la red multicast. Como herramienta para controlar la calidad de nuestra red multicast se recomienda utilizar **beacon**. Es una utilidad cliente/servidor basada en JAVA que nos ofrece una serie de datos sobre distintas medidas (perdidas, retardo, *jitter*,...). Es necesario ejecutar un cliente y conectarse a un servidor instalado en RedIRIS¹⁰.

Existen algunos paquetes que intentan facilitar el uso de estas herramientas. La idea es integrarlas bajo un único interface. Como ejemplo podemos mencionar **ReLaTE** y **Deta**¹¹

Streaming

Se entiende por *streaming* la capacidad de distribución de contenido multimedia, con la característica de poder visualizar estos contenidos mientras esa información está siendo transmitida por la red. Este sistema tiene la ventaja frente al sistema existente anteriormente, (era necesario bajar completamente el vídeo para comenzar su visualización) pero necesita que tanto el servidor de vídeo como las redes de datos sean capaces de mantener un flujo

⁸ Este valor dependerá del ámbito en donde estemos: internamente, comunidad, nacional,...

⁹ Ver anexo.

¹⁰ sideral.rediris.es:7997 ver anexo.

¹¹ ver anexo.

constante de esa información. Básicamente cualquier sistema de *streaming* estará formado por: Compresión, transmisión y *buffering*.

Las configuraciones de este tipo de servicios, pueden variar desde un número pequeño de usuarios y contenidos, hasta un gran número de ellos y mucho volumen de información. Evidentemente, el planteamiento será distinto según la solución a tratar. Aquí la red de comunicaciones también es importante, tanto en su ancho de banda como en la posibilidad de manejar tráfico multicast.

A la hora de dimensionar una solución de *streaming*, es necesario tener en cuenta varios factores: número de usuarios simultáneos, número de horas de almacenamiento y cómo se va a utilizar el servicio. Cuando el almacenamiento crece, es necesario plantearse el incorporar a la solución un sistema, tanto de catalogación, como de recuperación de esa información. Así como un sistema que permita manejar toda ese volumen de datos.

Además, es importante tener en cuenta otros factores como: formatos de vídeo soportados por la servidor de *streaming* (Real, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, QT,...), protocolos utilizados para el transporte (RTP, RTSP, soluciones propietarias), soporte de multicast (real o simulado), soporte de SMIL,...

En relación a los servidores de *streaming* se pueden dividir en dos tipos: *Intranet video servers* e *Internet video servers*

Los primeros, suelen utilizar formatos de vídeo de más calidad y más ancho de banda. Aquí estamos hablando de *MPEG-1* (1 a 3 Mbits) con una calidad similar al *VHS*, *MPEG-2* (3 a 10 Mbits) con calidad *DVD*. Además necesitaremos las tarjetas capturadoras (encoders) que nos generen esta salida. Aquí el precio variará dependiendo del formato que hayamos elegido. La elección de un formato u otro dependerá de varios factores: uso que se le dará a esos contenidos, disponibilidad de ancho de banda en la red, calidad y tipo del material (master), lugar de visualización de contenidos,...

Como ejemplo de ancho de banda/calidad diremos que una ventana pequeña con calidad *VHS* se puede estar hablando de (80 Kbits para una solución propietaria y hasta 0.5 Mbits para *MPEG-1*). Una pantalla grande con calidad *S-VHS* necesitaremos de 1 a 2 Mbits para *MPEG-1*. Para una mayor calidad como *Betacam-SP* hablaremos ya de 3 Mbits en *MPEG-1* a 5 Mbits en *MPEG-2*. Evidentemente con este volumen de información tenemos que plantearnos la elección de un sistema de almacenamiento acorde a nuestras necesidades.

El segundo tipo de servidores se utilizarán para dar servicio a Internet. Aquí los anchos de banda (a día de hoy) son considerablemente menores¹². Se está hablando de velocidad que va desde los 28-56 Kbits, a 128 o 384 kbits. Con formatos como *Realvideo* o *ASF* (Advanced Stream Format). Evidentemente, las necesidades de almacenamiento cambian radicalmente con el primer tipo de servidores, y los precios de la solución final (incluyendo estaciones de codificación) también.

En cuanto a la forma de trabajar y planificar el trabajo, es independiente del tipo de servidor que tengamos (internet o intranet). En las tablas 1 y 2 se pueden ver las distintas formas de planificación existentes.

¹² Se considera a un usuario conectado a través de un ISP normal. Se considera que la comunidad RedIRIS podría estar incluida en los dos escenarios, con los nuevos anchos de banda propuestos.

Bajo demanda	Directo	Diferido
Se puede acceder en cualquier momento.	Sólo se puede ver cuando se emite.	Igual que en directo
Ficheros almacenados en el servidor.	No están guardados en el servidor.	Similar a los de bajo demanda.
Vemos la emisión desde el principio.	Todo el mundo ve la misma parte de la emisión al mismo tiempo.	Igual que en directo.
Podemos hacer pausa, rebobinar,..	No podemos interactuar con la emisión.	Igual que en directo.

Tabla 1

	Bajo demanda	Directo	Diferido
Emisión	Grabado previamente.	En directo.	En diferido
Acceso	Se puede acceder en cualquier momento. Rebobinar, pausa, avanzar.	Sólo cuando se emite.	Sólo cuando se emite.
Método	Streaming, Spliting (con algunas soluciones)	Unicast, Spliting (división de la carga entre varios servidores) multicast	Unicast, Spliting, multicast
Ámbito	- Número limitado de usuarios. - Necesita ancho de banda (dependiendo calidad y número).	En unicast número limitado de usuarios	- En multicast número ilimitado de usuarios. - La red debe soportar multicast.

Tabla 2

Por último, como elementos a resaltar en una solución de *streaming* podemos citar:

- **Servidor de streaming:** estará formado por el software de *streaming* y sistema de catalogación en caso de ser necesario.
- **Estación de captura** (codificación): nos permite realizar la captura de la señales de audio y vídeo para trabajar de cualquiera de las formas vistas anteriormente.
- **Sistema de almacenamiento:** se dimensionará según las necesidades.
- **Herramientas de producción:** En algunos casos puede ser interesante disponer de software adicional que nos permita generar contenidos más elaborados.

Real

Bajo este epígrafe se describe la solución que ofrece *RealNetworks* para la producción y distribución de contenido multimedia.

RealServer. Es el software de Real para la distribución de contenidos vía *streaming* tanto en directo como en diferido. El software es multiplataforma y puede ser instalado tanto en *Windows* como en sistemas *Unix* (*Linux* y *Solaris*, *HP-UX*, *IRIX*,...). Se puede instalar una versión de demo que permite la conexión de hasta 25 usuarios simultáneos. Esta solución viene limitada en algunas de sus funcionalidades (*multicast* y *splitting*).

Como herramientas para producir podemos citar entre otras: **RealProducer** (codificación en formato RealVideo tanto en directo como en diferido), **RealPresenter** (para realizar presentaciones de audio, vídeo con PowerPoint y WWW), **RealSlideShow** (presentaciones con gráficos y audio).

Como características de este conjunto de software se puede resaltar:

- Facilidad de instalación y configuración.
- Multiplataforma en Servidor, codificación y visualizadores.
- Administración y configuración vía WWW.
- Se apoya en estándares (SMIL, RTP/RTCP, RTSP,...).
- Soporte multicast (real y simulado).
- Soporta protocolos de sesión como SAP/SDP para su comunicación con las herramientas típicas de videoconferencia multicast (sdr).
- Herramientas de control y estadísticas de uso (JAVA).
- Control de acceso (por dirección IP).
- Soporta formatos como: AVI, MOV, QT, MP3, RealVideo8, MPEG-1, MPEG-2¹³

Windows Media

Es la tecnología perteneciente a Microsoft engloba una serie de herramientas para la generación de elementos audiovisuales y su difusión por intranets o internet.

Soporta video bajo de manda (VoD), emisión en vivo y programada. La emisión puede ser entregada de múltiples formas al receptor:

- Multicast: si la red lo soporta y es un contenido en vivo o diferido.

¹³ Se necesita software adicional.

- UDP: si no soporta multicast.
- TCP: si los puertos UDP están filtrados
- HTTP: Si las conexiones TCP están filtradas puede ser entregado por HTTP, a través de proxies. Esta forma de entrega es la menos eficiente pero en muchas empresas todo lo demás está cortado.

Windows Media es una solución propietaria que aporta sus propios protocolos. La conexión entre cliente y servidor se negocia usando el protocolo MMS (Multi Media Server) o también se puede hacer streaming sobre HTTP. MMS funciona encima de TCP, usa el puerto 1755 y con él se negocian las características de velocidad de la conexión así como el modo de entrega que en particular puede ser sobre HTTP. Los servidores que sirven contenidos de Windows Media usan urls del tipo MMS://, o bien MMSU:// (para forzar UDP) o bien MMST:// (para forzar TCP). La negociación de la forma de entrega es la siguiente: primero se intenta Multicast (sí el servidor está configurado para hacerlo), después UDP, TCP y HTTP. El cliente puede forzar un modo si quiere en Herramientas->Opciones->Red.

Los contenidos de Windows Media pueden ser difundidos desde un servidor web por HTTP. Comparado con un servidor Web, el Windows Media Service aporta varias ventajas:

- Uso más eficiente del ancho de banda. El Windows Media Service puede hacer uso como ya se indicó de varios transportes que hacen más eficiente la entrega.
- Mejor calidad para el usuario
- Envío de flujos multistream. Para que según el ancho de banda del cliente se envíe con distintas calidades.
- Protección de contenidos con copyright
- Escalabilidad. Soporta más clientes.
- Control del ancho de banda en uso.

Por lo que se conoce, MMS es equivalente a RTP, RTCP y RTSP del IETF.

Los formatos de archivo propios de Windows Media son asf, wmv y wma. En realidad los archivos wmv y wma (video y audio respectivamente) pueden ser renombrados a asf ya que su estructura es idéntica. En ciertos sitios puede demandarse un archivo de tipo asf y nosotros tener uno codificado que sea wmv por ejemplo, en cuyo caso solo lo tenemos que renombrar a asf.

Una de las ventajas de esta solución de streaming frente a otros productos es la calidad de sus CODEC. Actualmente se soportan los siguientes CODEC para video: MPEG4 v3 (no cumple el estándar), MPEG4 ISO, Windows Media V7, Windows Media V8.

Otro punto fuerte a favor de esta solución es el precio, Microsoft lo distribuye desde su Web de forma gratuita.

Codificación

Para la generación de archivos en formatos asf, wmv y wma se pueden utilizar dos soluciones:

- Batch Encode Utility: para generar archivos asf, wmv y wma a partir de archivos en otros formatos (por ejemplo avi, mp3, wav, mpg, etc).

- Windows Media Encoder: Se puede usar para lo mismo que el anterior pero además permite tomar como fuente una captura audio y/o video que es codificada en tiempo real. En este se pueden especificar varias fuentes (por ejemplo un video de entrada, un anuncio, un gráfico, etc) e ir pasando de unas a otras. Se pueden generar eventos que son generados en el reproductor del cliente. El contenido que está siendo generado puede almacenarse en un archivo, difundirse a Media Players por HTTP o bien difundirse a un Windows Media Services también por HTTP y que sea este el que lo distribuya a los clientes. No se aconseja más de 30 clientes conectados directamente al Windows Media Encoder. El inconveniente principal de conectar de esta forma a los clientes es que sólo se pueden entregar los contenidos por HTTP.

Difusión

Para la difusión del contenido multimedia como ya se dijo además de un servidor web se pueden utilizar los Windows Media Services. Estos son administrados desde una interface web simple.

Una vez instalado el servicio, que puede funcionar tanto en NT como en Windows 2000 (en este viene en el CD-ROM de instalación), habrá que instalar los puntos de publicación de unidifusión a petición. Esto es equivalente a dar la raíz en un servidor WEB. Una vez hecho esto cualquier archivo .asf colocado en dicho directorio será servido bajo demanda usando la sintaxis [mms://nombreservidor/archivo.asf](#). También se puede dar un alias al punto de montaje y entonces sería [mms://nombreservidor/alias/archivo.asf](#). Esta url la entienden Explorer o Media Player, en el caso del Explorer lanza el Media Player para que la use.

Con lo explicado en el párrafo anterior tendríamos video bajo demanda. Otras posibilidades son: emisora difundiendo contenidos en vivo (desde un Encoder) o contenidos grabados, ambas distribuidas por unicast o multicast. Todas ellas se encuentran extensamente documentadas en la ayuda.

Puesto que una url de tipo mms:// solo es entendida por Internet Explorer, se usa un formato de archivo denominado asx que además sirve para definir el comportamiento del Media Player. Este archivo se baja por HTTP y está asociado al Media Player. Dentro de este archivo se encuentra la url mms:// o http:// del contenido a visualizar, también se pueden poner banners, y metainformación sobre el contenido en emisión, además de listas de reproducción y más características interesantes.

El video puede ser visualizado embebido dentro de una página web en cuyo caso la apariencia del video puede ser cambiada, por ejemplo con botones o sin ellos, etc.

Kassena

Orientado a audio y video de alta calidad aunque soporta velocidades bajas también. Las principales características de este producto son:

- Multiformato: MPEG-1, MPEG-2, QuickTime, Real, Windows Media y MPEG4 en un futuro cercano.
- Gestión de contenidos: se almacena metainformación de cada elemento publicable (asset) y esta información puede ser ampliada.
- Basado en estándares. RTSP, RTP, RTCP.

La infraestructura software está compuesta de un conjunto de componentes que sirve de base a la entrega de video. Los componentes se integran a través del uso de metainformación asociada con los contenidos, que es accesible y modificable desde todos los componentes. Los cuatro componentes básicos de Kassena son:

- Gestión de la adquisición de contenidos:

Proporciona un conjunto de funcionalidades que permiten a sistemas externos (como encoders, servidores, etc) publicar archivos de audio y video en el servidor de Kassena. Una vez que el contenido ha sido colocado en el sistema, el software permite introducir metainformación (dada por el sistema o definida por el usuario)

Los contenidos pueden ser pre-grabados o en vivo como la señal de una cámara que es codificada por un encoder.

Soporta multitud de encoders para MPEG-1, MPEG-2, QuickTime and Real.

Tiene la posibilidad de añadir nuevos encoders y sistemas de gestión de assets a través de los APIS de Kassena.

Permite publicar un contenido pre-grabado desde el sistema del cliente usando Java, Active/X o programas nativos usando un API que proporciona Kassena.

Soporta el almacenamiento de los archivos en sistemas de almacenaje adecuados para sistemas de ficheros de tiempo real como jukeboxes.

- Gestión de la distribución de contenidos

Proporciona los métodos para distribuir los contenidos y metainformación entre un servidor origen y servidores hoja.

Soporta variedad de sistemas de distribución tales como push bajo demanda, push programado y pull bajo demanda (desde los servidores hoja) y un sistema de distribución propio llamado Prefix Caching, soportado para flujos MPEG-1 y MPEG-2.

Prefix Caching consiste en que los servidores guardan replicada una copia del prefijo del contenido (unos segundos), de esta manera el cliente cuando se conecta empieza a ver el contenido inmediatamente y mientras tanto el video completo se baja a toda velocidad del servidor que contiene el contenido completo.

- Streaming
- Gestión del ciclo de vida de los contenidos

Introducción salas

Tanto el espacio como el equipamiento adecuados para el desarrollo de sesiones de videoconferencia va a depender en gran medida de las condiciones particulares que dicha sesión conlleva. Es decir, serán muy distintas las condiciones necesarias si lo que se pretende es celebrar una reunión a dos bandas entre un pequeño grupo de investigadores o si lo que se pretende es impartir una asignatura o parte de ella por videoconferencia, donde parte de los alumnos son presenciales y otra parte son remotos. Por esto se ha elaborado el presente documento teniendo en cuenta estos distintos enfoques, de tal forma que se establezca una caracterización de la sala en función de unos parámetros de equipamiento y sobre todo, sobre la base de la finalidad fundamental que se le pretende dar a dicha instalación. En cualquier caso no habría que perder de vista que este documento tan sólo pretende ser una ayuda para aquellas personas u organismos que están a la busca de una solución de videoconferencia apropiada a sus necesidades, proporcionando unas líneas básicas a seguir, siendo cada caso particular y distinto.

El motivo fundamental de celebrar una sesión de videoconferencia puede ser muy variado. Hoy en día, resulta una herramienta que proporciona un considerable ahorro de tiempo y dinero para muchos organismos que disponen su organización fragmentada en varias localizaciones, como por ejemplo los distintos Campus de una Universidad. A menudo resulta de gran utilidad para celebrar reuniones a distancia entre personas con intereses comunes, compartir información entre un grupo de investigadores, etc. Pero cada vez está siendo más utilizada como una parte importante de la enseñanza reglada o como apoyo a la formación especializada o de post-grado, permitiendo hacer llegar ciertos eventos que, en principio, sólo serían accesibles por un grupo reducido de personas (por ejemplo una operación en un quirófano) a un grupo mucho más numeroso y en tiempo real. Además, la tendencia a utilizar determinadas formas de comunicación ya estandarizadas permite comunicar dos o varios puntos cualesquiera del planeta, pudiendo así acercarnos a grandes eventos o personalidades que de otra forma serían de difícil acceso.

En la caracterización de los espacios no sólo se van a tener en consideración los equipos electrónicos necesarios sino que se van a señalar también otros aspectos a menudo olvidados y que también son de gran importancia en las instalaciones de este tipo. Claro está que las limitaciones con las que cualquiera se puede encontrar, de presupuesto o de espacio físico, a menudo impiden que se aborden en su totalidad las recomendaciones teóricas que aquí se darán en base a unas condiciones que se describirán como las óptimas y que, siempre que fuera posible, se deberían cumplir.

En principio, en toda infraestructura para dar soporte a la videoconferencia van a coexistir diversos elementos comunes. El elemento central será el equipo de comunicaciones que podrá ser uno o varios, en función de la flexibilidad del sistema para utilizar diversos estándares. En torno a este elemento habrá que considerar el sistema de audio y vídeo que permita el envío y recepción de las diversas señales audiovisuales y además, en función de la complejidad de la instalación, algunos elementos de control para una mejor integración de las infraestructuras. Junto con estos cuatro grandes bloques (comunicación, audio, vídeo y control) incluiremos otros elementos, digamos asociados, como el mobiliario, el espacio físico o la iluminación.

Tipos de salas en función de sus prestaciones

Salas de reuniones (nivel 1)

Descripción

La infraestructura más simple la constituirá aquella que permita la celebración de una sesión de videoconferencia en una sala más bien pequeña entre pequeños grupos de personas. Se tratará de una sala utilizada habitualmente para celebrar reuniones presenciales y que de forma puntual acoja la celebración de reuniones remotas. En este caso las prestaciones serán las mínimas imprescindibles, esto es, posibilidad de videoconferencia mediante tecnología H320 (RDSI) ó H323 (redes IP). El elemento fundamental en este caso es el equipo de comunicaciones o CODEC (codificador-decodificador) a utilizar.

Características de la sala

- **ESPACIOS:** Las exigencias en este caso, desde el punto de vista del espacio, serán mínimas. Tan solo se debe contar con una sala típica de reuniones, donde los intervinientes se sienten en torno a una mesa, dejando uno de los extremos de la misma disponible para la correcta visualización de la pantalla correspondiente, donde se mostrará la señal remota. Dimensiones aproximadas de este tipo de salas serían de superficie entre 15-25 m² aproximadamente.
- **ACUSTICA:** Desde el punto de vista acústico, sin llegar a resultar crítico, interesará que la sala resulte poco reverberante a efectos de conseguir una correcta audición de las señales de audio, así como situada en un entorno poco ruidoso o correctamente aislado acústicamente. Se hará un mayor hincapié en el siguiente modelo que se describirá.
- **ILUMINACION:** Desde el punto de vista de la iluminación interesará que la sala se pueda oscurecer de alguna forma, siendo mejor la utilización de luz artificial que natural (en caso de tener ventanas montar persianas o cortinas opacas). La iluminación artificial se recomienda que sea difusa (por ejemplo mediante la utilización de fluorescentes). En caso de utilizar una proyección de vídeo siempre se habrá de considerar que dicha proyección quede preservada de iluminación directa (natural o artificial).
- **MOBILIARIO-DECORACION:** Con respecto al mobiliario o la decoración hay que tener en cuenta la necesidad de que las personas que intervengan tengan tras de sí un fondo que permita el correcto contraste de la imagen con respecto a dicho fondo. Por ejemplo, una persona que tenga tras de sí una pared totalmente blanca y vestida con ropas claras producirá una señal de vídeo de muy mala calidad, sin contraste alguno, de tal forma que tras la codificación de dicha señal por el equipo de videoconferencia, en especial en transmisiones con poco ancho de banda (por ejemplo RDSI a 64 Kbit/s) será recibida y mostrada en el lugar remoto de forma apenas perceptible. Es por ello que se recomienda que las paredes en torno a la mesa, dispongan de algún tipo de decoración que permita la distinción con respecto al plano del interviniente (mobiliario, cortinas, moqueta, etc.) En cuanto al mobiliario es recomendable huir de aquellos que introduzcan superficies muy pulidas (mesas de cristal, vitrinas, etc.) que producen reflexiones acústicas de considerable energía, por lo que deterioran la calidad de escucha en la sala. Sí resulta muy aconsejable disponer de mobiliario, en particular la mesa, con posibilidad de integrar el cableado técnico necesario, lo que evitará el tendido de cables hacia las paredes o sobre la mesa, con el consiguiente peligro y deterioro estético de la sala.



Figura 1. Sala de reuniones

Equipamiento necesario

Como se ha comentado, el elemento principal en este caso es el CODEC. De entre las diversas tecnologías que se pueden utilizar (ver apartado *Tecnologías de Teleducación*), lo recomendable es un equipo que permita el empleo de las tecnologías H320 y H323 indistintamente. Existen equipos como los *Viewstation* de la firma Polycom, que permiten la utilización de ambas tecnologías. Además estos equipos incorporan la cámara de vídeo de forma integrada, por lo que no es necesario instalar estas en la sala. Dicha cámara se puede controlar de forma remota con mando a distancia por infrarrojos (posición y zoom). Existe la posibilidad de utilizar uno de estos equipos con configuración de MCU H320 (Multipoint Control Unit) para videoconferencias multipunto (ver apartado *Conferencias Multipunto*). Este elemento se puede disponer de forma permanente o bien utilizarlo como elemento desmontable (dejando las conexiones necesarias). El propio equipo también incorpora un micrófono omnidireccional que se coloca en sobremesa, se deberá utilizar de forma que la distancia respecto al conferenciante no sobrepase los dos metros aproximadamente de distancia (para mesas no muy grandes). El equipo también presenta la posibilidad de conectar una señal de vídeo-audio externa (como un reproductor de vídeo, cámara de documentos, DVD, etc.)

El otro elemento a considerar sería la pantalla de proyección. La solución más económica es utilizar un monitor de TV con entrada externa de vídeo y audio (o euroconector), de tal forma que las salidas de audio y vídeo del CODEC se conectarán a las entradas correspondientes de dicho monitor. Evidentemente en función de las distancias con respecto a las posiciones de visionado se deberá elegir un tamaño de pantalla adecuado (se recomienda una tamaño nunca inferior a 28"). El equipo de videoconferencia se podría, en este caso, situar justo encima del monitor.

Otra opción sería utilizar una proyección de vídeo (cañón de proyección) con lo que se podría conseguir una pantalla de mayor tamaño. Además este proyector de vídeo se podría utilizar también, juntamente con un ordenador, para realizar presentaciones gráficas. En este caso, se deberían por tanto incluir los siguientes elementos:

- **Proyector de vídeo:** se recomienda tecnología de un tubo. Las características de luminancia dependerán de las condiciones de la sala pero, al menos, de 1000 lúmenes ANSI. Este equipo se puede montar en un soporte de techo para realizar una proyección frontal o bien en retroproyección (algo más caro). Con la retroproyección se consigue una mejor calidad de proyección, con un mayor rendimiento lumínico del

equipo, además de ser una solución estéticamente más lograda, por su integración con el resto de la sala. Tan solo hay que tener en cuenta el espacio que se habrá de "comer a la sala" para la instalación del equipo (aproximadamente 1.5 m. para una pantalla de 1,8 m. de ancho)

- **Pantalla de proyección:** de dimensiones apropiadas para la sala, teniendo en cuenta la distancia desde el proyector (cada modelo de proyector presenta un gráfico *tamaño de pantalla/distancia*, en función de la óptica que utiliza). Se recomienda que sea eléctrica, para su enrollado automático, y de alto rendimiento lumínico. En caso de utilizar retroproyección el tipo de pantalla será Fresnel, apropiada para este tipo de montaje.
- **Altavoces de escucha:** el sonido del CODEC habrá que amplificarlo para su reproducción en uno o dos altavoces de sala (en caso de utilizar un CODEC con salida mono se puede utilizar un único altavoz). Se pueden utilizar altavoces autoamplificados para simplificar la instalación. La ubicación idónea será a ambos lados de la pantalla si la instalación se hace en estéreo (dos altavoces) o uno único en el centro (si la instalación es mono), cuidando de no disponerlos de forma que radien cerca del micrófono ambiente. Se recomienda la utilización de cajas acústicas con altavoces de medios/agudos (woofer de 4-8 pulgadas y tweeter) siendo suficientes potencias entre 30-60 W rms por canal.

Posibilidades de mejora

La descripción anterior resume el equipamiento mínimo necesario para una correcta instalación pero, evidentemente, se pueden realizar sustanciales mejoras que, aun a costa de elevar el presupuesto, redunden en una mejora de prestaciones o simplemente resulten estéticamente más elaboradas. Como posibilidades de mejora, en especial desde el punto de vista de la integración, se podría incluir, siempre que no sea necesario un elevado tamaño de pantalla (es decir para salas más bien pequeñas) un monitor de plasma como superficie de visionado. Estos monitores, dado su reducido fondo (pocos centímetros) permiten una mejora estética con respecto a un monitor de TV. De forma que se puede lograr un tamaño de pantalla, por ejemplo, de 42 pulgadas de diagonal con tan solo cinco centímetros de fondo. Una posibilidad estéticamente muy lograda sería montar en un soporte elevador de suelo dicho monitor a un extremo de la mesa, de tal forma que durante las reuniones por videoconferencia el monitor oculto habitualmente bajo la mesa, se eleve quedando a ras de la misma, conformando una mesa redonda virtual con el personal remoto. Lógicamente este tipo de monitores resulta bastante más caro que los normales de TV, siendo en precio comparable a un buen proyector de vídeo.

Otra posibilidad de mejorar la instalación sería incluir microfonía sin cables o aumentar la dotación de micrófonos con cable, de mejor calidad que el del equipo de videoconferencia, mezclando dichas señales microfónicas para conformar una única señal de audio para ser enviada al CODEC. Dado que más adelante (en niveles superiores de salas donde se utilizan) se entrará más en detalle en estos aspectos, se deja para entonces su explicación a fondo.

Aulas de docencia (nivel 2)

Descripción

Se tratará de un espacio adecuadamente acondicionado para impartir formación síncrona a un grupo más o menos numeroso de alumnos. Las necesidades de diseño en este caso respecto al anterior son mucho más exigentes, de tal forma que, como se verá a continuación, la infraestructura necesaria resulta ser mucho más compleja. Se deberá poder impartir y recibir formación desde la misma, por lo que la infraestructura audiovisual y de

comunicaciones deberá estar diseñada teniendo en cuenta este aspecto. Se tratará, en principio, de una sala de mediano aforo (20-80) personas. La sala, además, podrá ser utilizada de forma habitual como aula multimedia, aprovechando los recursos para mejorar las posibilidades de realizar presentaciones gráficas y audiovisuales. Se puede ver a continuación una foto con una sala de este tipo.



Figura 2. Sala tipo para docencia

Características de la sala

- **ESPACIOS**: Respecto a las dimensiones de este tipo de aulas, como dato orientativo, se puede hablar de una superficie entre 25-60 m². Sí es importante tener en consideración la altura de este tipo de aulas: debe ser suficiente para facilitar la ubicación y visión correcta de una pantalla de proyección desde cualquier punto de la sala, así como para poder colgar en la misma focos u otros accesorios. Sin embargo un techo demasiado elevado, por otro lado, aumentaría el volumen total por lo que también lo haría el Tiempo de reverberación, empeorando la inteligibilidad en la sala (a menos que se tratara acústicamente de forma eficaz para minimizar este efecto) . Es aconsejable un valor de altura entre cuatro y seis metros, dependiendo también de la disposición geométrica de la misma. La disposición del aula debe diferenciar claramente cuatro zonas: mesa del profesor o conferenciante (en un plano más elevado que el resto), pantalla de proyección-pizarra, zona de alumnos y cabina de control (ver figura nº3) . Es muy importante disponer de un espacio técnico apropiado, independizado del resto donde se disponga todo el equipamiento necesario y se facilite la labor de los técnicos. Este espacio (cabina de control) deberá estar aislado acústicamente del resto de la sala y permitir el correcto visionado de toda la sala desde su interior mediante la correspondiente ventana de visionado (debe ser abatible para permitir la escucha directa del sonido en la sala) .

- **ACUSTICA**: Las condiciones acústicas deberán ser adecuadas para la escucha de la palabra, por lo que se habrá de conseguir valores del tiempo de reverberación bajos (inferiores a 1 segundo a frecuencias medias), por lo que se deberá tratar acústicamente en la mayoría de los casos algunas de las superficies límites, en especial el techo, mediante la colocación de materiales absorbentes a frecuencias medias-altas. La sala también debería presentar un correcto aislamiento acústico respecto al posible ruido procedente de salas anexas o el exterior, siendo aconsejable la ubicación de este tipo de salas en entornos poco ruidosos (tratar de que no se encuentren muy cerca pasillos de acceso o circulación de mucho tránsito, cafeterías, etc.)
- **ILUMINACION**: Las condiciones de iluminación, también son un factor muy importante a considerar. Como ya se comentó anteriormente, se preferirá iluminación artificial a natural, por lo que la sala ideal será aquella que carezca de ventanas, pudiendo ejercerse un control total sobre la iluminación, incluso pudiendo regularla en intensidad (dimerización). Dado que los niveles de iluminación serán distintos según la zona que se trate, lo ideal es disponer de tres o cuatro zonas de luz independientes, regulables en intensidad, a saber: una zona sobre la mesa de conferencias (que deberá disponer de iluminación adecuada durante la celebración de videoconferencias), una zona distinta en el entorno de la pantalla de proyección que posibilite apagar dicha zona durante las proyecciones, una o dos zonas de público (en función del aforo de la sala). De esta forma se podrán realizar diversas configuraciones de iluminación en función de la utilización de la sala en cada momento.
- **MOBILIARIO-DECORACION**: Existen varios aspectos a tener en cuenta, que se pasan a indicar. Por un lado hay que contar con un fondo apropiado tras la mesa de conferencias. Este fondo, que podrá ser de motivo institucional, aportará a la imagen de vídeo un contraste adecuado, por lo que se seleccionarán colores que “funcionen” bien en vídeo, que no sean muy saturados, como el azul, crema, etc. Sería posible sustituir este fondo por una cortina, panel, etc. Además habrá que disponer de una mesa de conferencias apropiada para albergar los equipos necesarios (ordenador, monitor, cámara de documentos, etc.)

Equipamiento necesario

La infraestructura básica necesaria será la siguiente:

- **EQUIPOS DE VIDEO**
 - 2 Cámaras de vídeo con posicionador y zoom controlables de forma remota, una enfocando la mesa de presidencia y la otra enfocando a los alumnos
 - 1 Proyector de vídeo (retro-proyección o con pantalla para proyección frontal)
 - 1 Matriz de vídeo y audio de, al menos, 8 entradas y 8 salidas,
 - 1 Grabador-reproductor de vídeo (formatos recomendados: DV, DVD, VHS)
 - 1 Monitor de vídeo en cabina
 - 1 Monitor de vídeo para el profesor
 - 1 Cámara de documentos
 - 1 Convertidor de VGA a vídeo PAL
- **EQUIPOS DE AUDIO**
 - 2 Conjuntos de microfonía inalámbrica (solapa y mano)

- 1 Mesa de audio de 8 canales mono y dos estéreo, dos auxiliares, salida master y monitores (configuración mínima)
- 2 Monitores de escucha en cabina autoamplificados
- 2 cajas acústicas para el aula (dos vías)
- 1 Etapa de potencia para sonorizar las cajas acústicas

• EQUIPAMIENTO DE CONTROL E ILUMINACION

Sistema de control para gobernar las cámaras, proyector, cámara de documentos, matriz de vídeo, grabadores-reproductores, volumen de la sala e iluminación. El sistema se podrá controlar vía panel táctil.

Focos de luz fría para videoconferencia (2 Ud.)

1 PC multimedia con monitor 15", distribución y selección de señales VGA

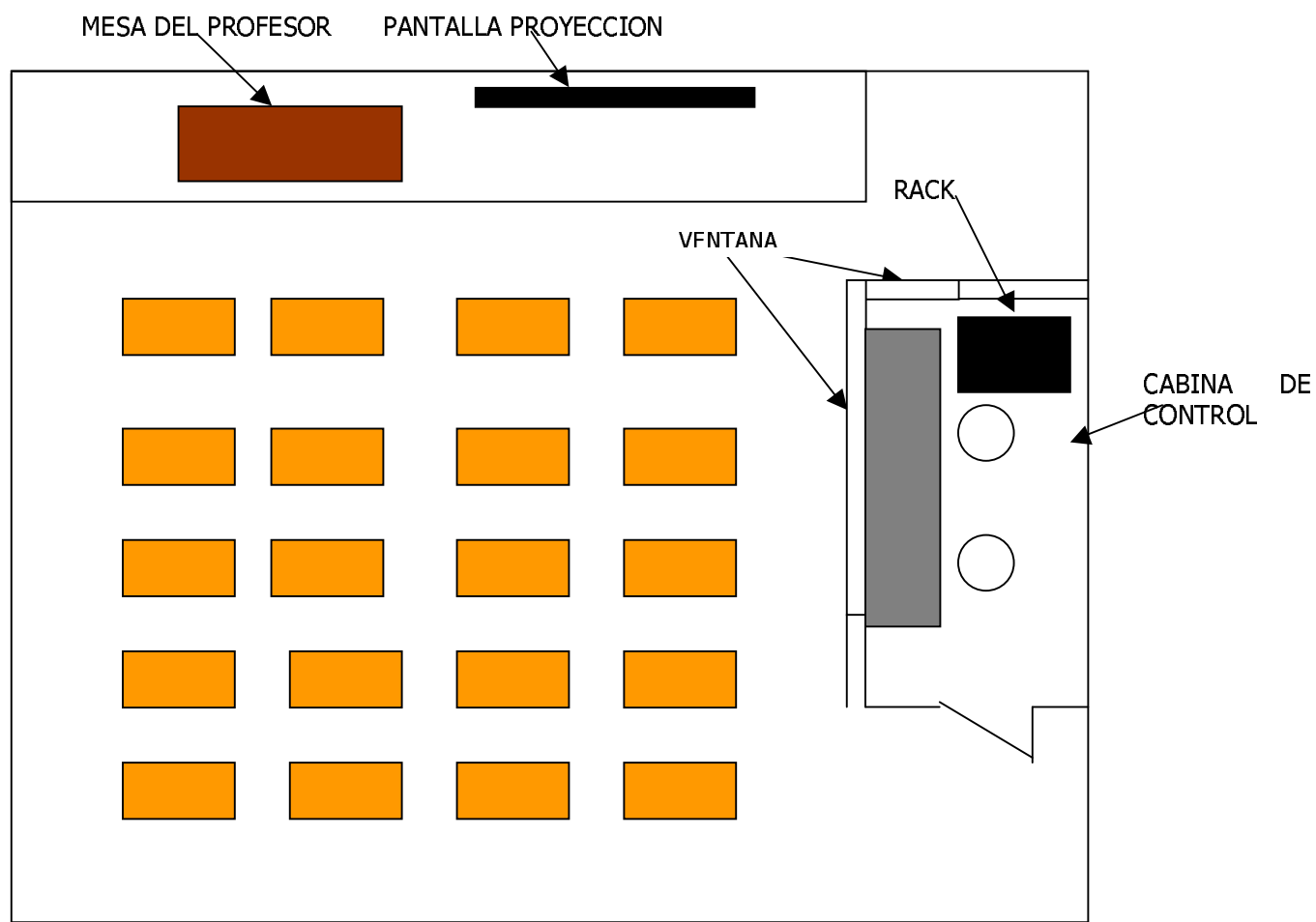


Figura 3. Vista en planta de la sala y disposición de la cabina

- **EQUIPOS DE COMUNICACIONES**

Al menos se dispondrá de un CODEC H.320/H.323 siendo interesante poder disponer de un equipo MCU (unidad de control multipunto), siendo válidas las recomendaciones realizadas en el punto anterior (salas de reuniones). La posibilidad de disponer de más de una tecnología de videoconferencia va a depender de las necesidades de cada caso, en función del tipo de comunicación más idónea (ver apartado *Tecnologías de Teleducación*). En caso de disponer de más de un equipo (tecnología) de videoconferencia, se deberán aumentar el número de entradas y salidas necesarias en la matriz y en la mesa de audio.



Figura 4. Disposición de los equipos en la cabina de control

- **DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

A continuación se analizan los aspectos técnicos principales de este tipo de instalación.

- **CABINA DE CONTROL Y ESTRADO**

En la sala de control se ubicarán los distintos equipos, montados en rack. Sobre una encimera se dispondrán los monitores, mesas de audio y demás equipamiento auxiliar. Se puede observar en la figura 3 una foto de la disposición de los equipos en una cabina de control.

Como se puede observar en la siguiente foto (figura 5), sobre el estrado se dispondrá de una mesa de presidencia con un fondo institucional de color azul o similar para las

transmisiones por videoconferencia así como de un ordenador con su correspondiente monitor así como la cámara de documentos. A la derecha de esta mesa, mirando desde la zona de audiencia, se ubica una pantalla de proyección eléctrica para proyección frontal (2 m.x1.80 m.).



Figura 5. Disposición del profesor en una aula de videoconferencia

SISTEMA DE PROYECCIÓN Y MONITORADO DE VIDEO

El proyector tipo LCD deberá tener suficiente luminosidad para que la iluminación de la sala no perjudique demasiado la calidad de la visión (se recomienda 1500-2000 lúmenes), con posibilidad de admitir señales de ordenador (resolución XGA o superior) y señales de vídeo. El profesor podrá seguir a los alumnos remotos mediante el correspondiente monitor de visionado (este podrá ser un monitor convencional TRC de 28" o un monitor de plasma que se podrá colgar del techo en la misma línea de cámara, de tal forma que cuando el profesor mire dicho monitor, a su vez, parezca que mira a la cámara). En la cabina se habrá de disponer de uno o dos monitores de control para el seguimiento, preparación y control de las distintas señales de vídeo.

MATRIZ DE VIDEO

Todas las señales de vídeo (tanto fuentes de vídeo como destinos) se conectarán a la matriz, de tal forma que mediante el sistema de control se podrá direccionar cualquier entrada hacia cualquier salida. La matriz de vídeo deberá realizar la conmutación durante el intervalo vertical de la señal de vídeo.

La señal del ordenador podrá ser proyectada, a la vez que convertida a vídeo para poder ser enviada al equipo de videoconferencia (convertidor VGA-PAL). Un factor a tener en cuenta es la posible ampliación a corto o medio plazo de la instalación, con la incorporación de nuevos equipos o facilidades por lo que a menudo resulta muy conveniente sobredimensionar la instalación, en especial la matriz de vídeo, con el fin de dar cabida a la incorporación de estos

nuevos equipos o aumentar la flexibilidad de la instalación distribuyendo tomas auxiliares tanto de audio como de vídeo en la sala (en el estrado y en la cabina de control). De esta forma resulta mucho más económico abordar este sobredimensionamiento en el momento de la instalación que a posteriori, cuando resulta más costoso el tendido de nuevas líneas de cableado. En la figura 6 se puede ver un diagrama típico de conexión.

CAMARAS DE VIDEO

Las cámaras motorizadas (dos al menos) podrán ser controladas de forma remota (posición y zoom) siendo muy práctico disponer de la posibilidad de grabar "presets" para su posterior llamada desde el sistema de control (el modelo SONY EVI-D31 dispone de esta posibilidad). Se recomienda utilizar un cableado de buena calidad para preservar en la medida de lo posible a la señal de interferencias no deseadas. Igualmente tanto el cableado de vídeo como el de audio deberá separarse de forma clara del tendido de líneas eléctricas para evitar ruidos no deseados. El profesor tendrá a su disposición una cámara de documentos (también llamada proyector de opacos) en la que podrá mostrar transparencias u objetos a la vez que escribir sobre papel, siendo el espacio que sustituye a la pizarra. Esta señal podrá ser proyectada en la sala, así como enviada al equipo de videoconferencia.

SISTEMA DE SONORIZACION

El sistema de sonido deberá contemplar dos aspectos, la mezcla de señales y envíos, que se realizará en una mesa de audio y el equipo de sonorización en sala (microfonía y amplificación). La mesa de audio deberá admitir la conexión de todas las señales microfónicas y de línea que se han de manejar así como disponer del número suficiente de envíos auxiliares, en función del número de equipos a utilizar. Se recomienda, al menos, una mesa con 8 canales microfónicos/línea y dos canales estéreo, además de un total de cuatro envíos auxiliares, salida master y salida de monitores y grabación. En cuanto a la microfonía, al menos, se recomienda disponer de dos conjuntos inalámbricos, uno de mano (para las preguntas de los alumnos) y otro de solapa (para el profesor). El hecho de utilizar el profesor un micro inalámbrico aumenta la flexibilidad de sus movimientos, si bien sería perfectamente factible utilizar microfonía de conferencias con cable. Es importante cuidar de que los micrófonos tengan un patrón de directividad unidireccional (cardioide, hipercardioide) para evitar realimentaciones y ecos en la medida de lo posible, siendo en cualquier caso de gran importancia un correcto ajuste de los distintos niveles de audio durante las sesiones de videoconferencia (pudiendo mejorarse con el uso de mezcladores automáticos de micrófono y canceladores de ecos como se propondrá en el apartado de mejoras posibles).

En cuanto al sistema de amplificación, se habrá de diseñar en función de las características de la sala (tamaño, geometría, acústica, etc.), siendo aconsejable la utilización de cajas acústicas de dos vías (medios-agudos) y una etapa de potencia correctamente dimensionada para las cajas acústicas que habrá de alimentar.

SISTEMA DE CONTROL

Aunque no sea totalmente imprescindible, sí es más que aconsejable disponer de un sistema centralizado de control que permita el manejo de todos los equipos de una forma cómoda y rápida (cámaras, matriz, etc.). Para ello existe más de una opción en el mercado, siendo igualmente válidas, radican la diferencia en la correcta programación a medida que se implemente para cada caso. Esta programación habrá de efectuarse teniendo en cuenta las características peculiares de la instalación y las distintas posibilidades de configuración. Para el manejo de todo el sistema bien desde la mesa de conferencias, bien desde la cabina de control se podrá disponer de un panel táctil o PC de control.

Posibilidades de mejora

Al igual que se comentó en el modelo anterior (punto 2.1.4) se pueden mejorar sensiblemente las posibilidades de operatividad y prestaciones en una instalación de este tipo. A continuación se propondrán algunas posibles mejoras, describiéndose la repercusión de dicha mejora sobre la calidad o prestaciones de las instalaciones.

- Utilización de una unidad de **mezcla de señales de vídeo** (analógicas o digitales). Esto permitirá manejar durante una emisión en directo o grabación una serie de señales de vídeo de forma fácil, sincronizada y con posibilidad de efectuar transiciones y fundidos entre ellas, mejorándose considerablemente la calidad de la producción en emisiones de videoconferencia o en la preparación de programas grabados. Incluso se podrían emplear efectos (chroma key), títulos, composiciones de imágenes (Picture-in-picture) etc. en función del tipo de mesa de vídeo seleccionado.
- Creación de una imagen de vídeo a partir de la composición de dos de ellas, **Picture-in-picture**. Esto facilita mostrar en una única imagen dos ventanas de vídeo, por ejemplo una grande con la presentación gráfica o transparencia y otra más pequeña con la imagen del profesor, pudiendo seleccionarse el tamaño y posición de cada una de las ventanas de vídeo.
- Disponer de **varias tecnologías de videoconferencia** o codecs. Por ejemplo disponer de la posibilidad de utilizar de forma simultánea tecnologías H320 (RDSI) con equipos H.323, ATM o Multicast. En este caso el número de entradas y salidas necesarias de vídeo en la matriz aumentan (una entrada y salida más por cada nuevo equipo) así como el número de canales de entrada y salidas auxiliares necesarios en la mesa de mezclas de audio.
- Aumentar la flexibilidad de manejo de señales VGA (de ordenador) introduciendo una **matriz RGB** que sustituya a la combinación de selector y distribuidor de VGA. El problema que presenta es el encarecimiento de la instalación al ser equipos muy caros.
- Disponer de un **PC para la captura y digitalización de señales de vídeo** de forma que se pueda grabar vídeo en disco duro. Otra posibilidad muy recomendable es utilizar un **sistema de streaming** que permita la difusión en directo o diferido de eventos que ocurran en la sala.
- **Dimerización de la iluminación de sala:** permitirá controlar la intensidad luminosa de cada una de las zonas de luz, pudiendo controlarse generalmente de forma remota y programada por el sistema de control.
- **Monitor de plasma:** Otra posibilidad de mejorar la calidad de visión por parte del profesor de los alumnos remotos es sustituir el monitor de TV por una pantalla plana de 42" ó 50" que además permitirá la reproducción de señales de ordenador.
- **Aumentar la dotación microfónica:** La calidad del audio va a depender en gran medida de la calidad de los elementos seleccionados, empezando por los micrófonos. Se podrá aumentar el número de micrófonos existentes e incluir una serie de micrófonos con cable especiales para conferencia de elevada calidad y diagramas de directividad unidireccional.
- Utilizar un **mezclador automático de micrófonos**. De esta forma se va a conseguir disminuir el riesgo de acoples y realimentaciones, que aumentan en función del número de micrófonos que se utilicen de forma simultánea. De esta forma todas las señales de micro se mezclarían previamente a la mesa de audio,

siendo necesario utilizar un único canal de la mesa para controlar todas estas señales.

- En caso de ser necesario, por las especiales características acústicas de la sala, se puede recurrir a un **anti-feedback o eliminador de realimentaciones**, que mejorarán considerablemente la calidad de escucha de las señales microfónicas.
- Distribución de un número suficiente de **tomas auxiliares de vídeo y audio** para la conexión eventual de equipos en diversos puntos de la sala, en especial en el estrado y la cabina de control.
- Inclusión de **diversos formatos de grabación y reproducción de audio y vídeo**. Por ejemplo en vídeo se puede contar con sistemas DV, Betacam, DVD. En equipos de audio se puede disponer de reproductores de cassette, CD, DAT ó Mini-Disc.

Salones de actos. (nivel 3)

Descripcion

El siguiente paso en el modelo que estamos describiendo lo constituirán aquellas salas de gran aforo que se utilizarán generalmente para muy diversos usos. De esta forma quedarían aquí encuadrados Salones de Actos, Auditorios y demás salas polivalentes como suele ser el Aula Magna de una Universidad (Figura 6). Dado que en este apartado del documento se están repasando las infraestructuras necesarias tanto audiovisuales como de comunicaciones para el uso de las tecnologías de videoconferencia, en este caso va a ser válido todo lo dicho en el apartado anterior, variando simplemente el dimensionamiento y algunos otros aspectos más relacionados con la utilización de la sala para otro tipo de actos que los meramente de videoconferencia, como se verá a continuación.

Características de la sala

- **ESPACIOS**: Este tipo de salas suele presentar unas dimensiones considerables, con un escenario elevado respecto al plano del público y una altura considerable, existiendo a veces dos niveles en la zona de butacas, estando esta generalmente escalonada o en pendiente para permitir una correcta visión del escenario. El escenario suele tener unas elevadas dimensiones, en función también del tipo de actos a celebrar, siendo necesarias unas adecuadas dimensiones (con altura suficiente) en especial para la representación de teatro, conciertos, etc. donde se precisa de focos, barras de decorados y de luces. El aforo puede ser variable desde 80-100 personas hasta varios cientos en el caso de grandes auditorios.
- **ACUSTICA**: Al ser el volumen muy elevado, por lo tanto se van a registrar generalmente elevados tiempos de reverberación, también las características acústicas van a ser especialmente críticas, por lo que un adecuado diseño o acondicionamiento acústico se hace imprescindible.
- **ILUMINACION**: La iluminación también será otro aspecto con especial dedicación por el tipo de actos a desarrollar no siendo este el motivo principal de este documento. Tan solo se dirá que se deberán contar con una distribución de circuitos de luces para la disposición de focos en el escenario y fuera de él. Todos estos circuitos deberán estar convenientemente regulados (dimmers) siendo controlados desde una mesa de luces en cabina o el escenario. La luz de sala igualmente deberá estar convenientemente dimerizada.

- **MOBILIARIO Y DECORACION:** Tal como ya ocurría en el modelo anterior se hace necesario disponer de una cabina de control bien dimensionada desde donde centralizar el trabajo de los técnicos, con vista frontal al escenario y generalmente en un plano elevado respecto al patio de butacas. El tipo de materiales elegido para la terminación interior de la sala contribuirá de forma determinante en la acústica de la misma así como en la distribución de la energía sonora en los distintos puntos de la sala. En cuanto al mobiliario de conferencias, se deberá contar con una mesa de presidencia que en este caso deberá tener capacidad para varias personas, siendo la característica fundamental que va a diferenciar este tipo de instalaciones de las anteriores, que este mobiliario no puede tener carácter permanente sino que se utilizará tan sólo en determinadas ocasiones, por lo que todas las conexiones deberán estar previstas con esta finalidad (cajas de conexiones en suelo y paredes), así como el equipamiento asociado. Otro elemento típico es la utilización de atriles móviles. El fondo apropiado en este caso se podrá crear mediante cicloramas retro-iluminados o decorados.



Figura 6. Salón de Actos

Equipamiento necesario

En este caso, en el aspecto que nos interesa, sólo se tendrá en cuenta la incidencia de este tipo de salas en el diseño del equipamiento necesario para la realización de sesiones de videoconferencia. Generalmente este tipo de salas se utilizará con tecnologías de videoconferencia no para la docencia como en el caso anterior, sino más bien para la transmisión de determinados actos como congresos, seminarios, etc. a otros puntos, así como para permitir la participación de conferenciantes remotos por videoconferencia.

Teniendo en cuenta estas premisas, en principio, será válido el equipamiento ya comentado en el modelo anterior con la salvedad del dimensionamiento de la instalación y la necesidad de incluir algún otro elemento. Por lo tanto las diferencias sustanciales van a ser:

- Se deberá contar con **varias cámaras** repartidas por la sala para poder captar diversos planos del escenario y del público asistente. Estas cámaras deberán ser igualmente controlables de forma remota. En este caso se hace casi imprescindible contar con equipos de mezcla de imágenes (mesa de vídeo) que se proponían como mejora en el caso anterior.

- Se ha de contar con un sistema de microfonía de conferencias, siendo interesante contar con una unidad de debate que permita la moderación por parte de una unidad de presidencia, así como un sistema mezclador de dichas señales microfónicas. Igualmente se habrá de aumentar la dotación de microfonía inalámbrica siendo aconsejable la utilización de equipos que trabajen en la banda de UHF con sistema Diversity (duplicidad de antena). A menudo estos sistemas de debate suelen ir asociados con sistemas de votación, donde cada congresista puede ejercer desde su posición su voto, siendo el resultado visible en una pantalla instalada a tal efecto.
- Se habrá de dimensionar adecuadamente la mesa de audio, con un número suficiente de canales de entrada (24 o más) y salidas auxiliares (8 o más), siendo aconsejable la utilización de unidades digitales que permitan la automatización de escenas.
- Se habrá de contar con una instalación suficientemente flexible desde el punto de vista de las conexiones de audio y vídeo, de tal forma que permita la conexión de un equipo o envío a diversas partes de la sala y del escenario. Suele ser aconsejable contar con patch pannels de audio y vídeo para aumentar dicha flexibilidad sin excesivo aumento del coste.
- La matriz de vídeo deberá estar suficientemente dimensionada para permitir el direccionamiento de todas las fuentes y destinos posibles (matriz de 16x16 o superior)
- El sistema de control en este tipo de salas se hace imprescindible, siendo igualmente necesaria una programación a medida y correctamente implementada. Se deberá distribuir el número necesario de tomas (bus de comunicaciones) del sistema de control para permitir multiposicionar el interface de control.
- El sistema de proyección en este caso deberá ser de mucha mayor potencia debido a las distancias elevadas a las que se suele proyectar así como a las necesarias grandes dimensiones de pantalla que se habrán de utilizar. A menudo se utilizan pantallas de entre 4 y 6 metros de ancho o bien sistemas de vidi-wall. Los proyectores de vídeo deberán ser de gran luminosidad y calidad (3000 lúmenes o superior).
- El monitorado desde el escenario se hará mediante la conexión de monitores de retorno frente o sobre la mesa de presidencia. Siendo generalmente necesario incluir monitores de audio sobre dicho escenario para sonorizar este espacio.
- El sistema de sonorización de sala en este caso es mucho más complejo, como cabe esperar, siendo generalmente necesario la utilización de un sistema distribuido de altavoces que permita la correcta sonorización de todos los puntos. En salas muy grandes se deberán utilizar unidades de retardo para las señales de los altavoces que sonorizan las partes más retrasadas de la sala.
- Generalmente también se habrá de contar con diversos estándares profesionales de grabación-reproducción de vídeo para una mayor flexibilidad.
- En cuanto a los equipos de comunicaciones, es aplicable lo dicho hasta el momento, siendo aconsejable disponer de más de una tecnología de videoconferencia.
- A menudo resulta de gran utilidad disponer de un sistema de distribución de audio (splitters) para permitir la conexión y difusión a medios de comunicación del audio de la sala o del audio de una videoconferencia.
- Otro aspecto no comentado hasta el momento y que sí resulta apropiado para este tipo de salas es la instalación de un sistema de traducción simultánea. Los aspectos a tener en cuenta son los siguientes:
 1. Número de cabinas de traducción a habilitar. En función del número de idiomas simultáneos. En cada cabina se habrá de montar un pupitre de traductor con micrófono

y auricular de escucha, siendo a veces necesario instalar un monitor de vídeo para el seguimiento del conferenciante.

2. La tecnología a utilizar. Lo más extendido es el sistema por radiación de infrarrojos, siendo también posible la distribución vía radio o por cable, habilitando en este último caso tomas de conexión en los asientos.
3. El número de participantes (número de receptores con auriculares en el caso de utilizar tecnología por infrarrojos) así como el número de canales sintonizables en función del número de idiomas traducidos.
4. En caso de un sistema por infrarrojos el área que hay que cubrir influirá en la colocación y potencia de los radiadores IR necesarios
5. La interconexión del sistema de conferencias (microfonía) con el sistema de traducción, para hacer llegar el audio a los traductores.

RRHH

Una parte muy importante para la puesta en marcha y buen funcionamiento de todas estas tecnologías (y servicios) es la formación de personal dentro de los Servicios de informática de las Universidades. Por sus características especiales, en muchos casos, alejadas de las labores hasta ahora normales dentro de estos servicios, no siempre es fácil la formación de este personal.

Básicamente, estas tecnologías necesitan personal técnico formado en protocolos de comunicaciones¹⁴ (TCP/IP, H.323, H.320, ATM, multicast, encaminamiento, streaming,...) y tecnologías audiovisuales: vídeo (formatos y mesas de vídeo, cámaras, software de edición, postproducción,...), audio (mesas de audio, microfonía,...), sistemas de control, iluminación,.. Será difícil, por tanto, que todo estos aspectos puedan recaer bajo una misma persona por lo dispar de los conocimientos.

Es importante resaltar la necesidad de disponer de personal técnico durante la realización de todas estas actividades, debido a la complejidad del equipamiento en algunas de las salas donde se desarrollan estas actividades¹⁵. Será necesario por tanto definir la figura de operador de sala, que tendrá unos conocimientos (en principio básicos) de los elementos audiovisuales y de comunicaciones. Estos operadores, contarán con la ayuda de los responsables técnicos para resolver problemas de una mayor dificultad.

Además no se debe olvidar la faceta de formación, tanto al personal del propio servicio, como a los posibles usuarios de estas tecnologías. Sería aconsejable por tanto, la elaboración de documentos en donde se detallen tanto los aspectos técnicos como aspectos no técnicos (características de la documentación que se aporta al curso, aspectos de organización y académicos)

¹⁴ Dependiendo de las tecnologías a utilizar por el organismo.

¹⁵ Ver capítulo "modelos de salas"

Anexo A1

Herramientas multicast:

<http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software>

<http://www.engr.ncsu.edu/deta>

<http://dast.nlnr.net/projectsbeacon>

URL's:

<http://www.reálnetworks.com>

<http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/default.asp>

<http://www.ipmulticast.com>

<http://www.openh323.com>

Bibliografía

- Jon Crowcroft, Mark Handley, Ian Wakeman (1999): Internetworking Multimedia, Prentice Hall.
- Beau Willianson: Developing IP Multicast Networks Vol I (2000), Cisco Press.
- IP Multicast Routing Commands, Manual configuración Cisco.
- Introduction to IP Multicasting Routing, Stardust Technologies, Inc
- RealServer Administration Guide, RealNetworks.
- RealProducer Plus: User's Guide, RealNetworks.

Agradecimientos

Queremos hacer un reconocimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido a la elaboración de este borrador escribiendo partes del mismo o aportando su punto de vista:

- Ángel Mateo. Universidad de Murcia
- Carlos Corral. Universidad Carlos III de Madrid
- Francisco Cruz. Universidad Carlos III de Madrid
- Jesús Sanz de las Heras. RedIRIS
- Jose María Fontanillo. RedIRIS
- Miguel Angel del Río Vega. Universidad Rey Juan Carlos