



# **Implementación de una aplicación de video-on-demand sobre redes de fibra óptica**









## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
1.1	BREVE INTRODUCCIÓN A LA TRANSMISIÓN MULTIMEDIA	10
1.2	TECNOLOGÍAS DE ACCESO EXISTENTES: FIBRA ÓPTICA, XDSL, WIRELESSLAN, RADIO ENLACE	12
1.3	APLICACIONES PARA FFTH	15
<b>2</b>	<b>ESTUDIO TEÓRICO DE LAS TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIA</b>	<b>17</b>
2.1	PARÁMETROS BÁSICOS EN LA TRANSMISIÓN	17
2.1.1	<i>Parámetros temporales: latencia, jitter</i>	18
2.1.2	<i>La productividad: ancho de banda</i>	19
2.1.3	<i>La fiabilidad: tasa de pérdidas</i>	20
2.1.4	<i>Calidad de Servicios (QoS)</i>	22
2.2	VIDEOCONFERENCIA	24
2.2.1	<i>Tipos de videoconferencia</i>	25
2.2.1.1	Videoconferencias punto a punto	25
2.2.1.2	Videoconferencias multipunto	29
2.2.2	<i>Componentes de una videoconferencia (H.323)</i>	31
2.2.2.1	La cámara principal	32
2.2.2.2	Monitores	33
2.2.2.3	Componentes de audio	33
2.2.2.4	Codificadores/Decodificadores	33
2.2.2.5	Interfaz de usuario	34
2.2.2.6	La red (Topología)	34
2.2.3	<i>Arquitectura H.323 de una videoconferencia</i>	38
2.2.3.1	El estándar T.120	40
2.2.3.2	El estándar H.323	44
2.2.3.3	Otros protocolos de la arquitectura	47
2.2.3.3.1	El protocolo RTP (Real-Time Protocol)	47
2.2.3.3.2	El protocolo RTCP (Real-Time Control Protocol)	51
2.2.3.3.3	El protocolo RSVP (Resource ReSerVation Protocol)	53
2.2.4	<i>Otros estándares para videoconferencias</i>	56
2.2.4.1	El protocolo SIP (Session Initiation Protocol)	56
2.2.4.2	El protocolo MEGACO (Multimedia Gateways Controllers)	59
2.3	VÍDEO STREAMING	62
2.3.1	<i>Tipos de Video Streaming</i>	62
2.3.1.1	Unicast	63
2.3.1.2	Multicast	64
2.3.1.3	Broadcast	65
2.3.2	<i>Componentes de un sistema video streaming</i>	66
2.3.3	<i>Arquitectura de un sistema Video Streaming</i>	69
2.3.3.1	El protocolo de Internet (IP)	70
2.3.3.2	El protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Datagrama de usuario (TCP y UDP)	71
2.3.3.3	El protocolo de Transferencia de hipertexto (HTTP)	72
2.3.3.4	El protocolo de Transporte en Tiempo real (RTP)	73
2.3.3.5	El protocolo de Control de Tiempo Real (RTCP)	74
2.3.3.6	El protocolo Streaming de Tiempo Real (RTSP)	74
2.3.4	<i>Otro método de streaming: Web Server</i>	76
2.3.4.1	Análisis Comparativo: Web Server vs Streaming Media Server	78
<b>3</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UN SERVICIO DE VIDEO ON DEMAND</b>	<b>81</b>
3.1	WINDOWS MEDIA ENCODER	81
3.2	SERVIDOR DE WINDOWS MEDIA (WMS)	84
3.3	MONTAJE DE LA RED ÓPTICA	87
3.4	IMPLEMENTACIÓN DEL FRONT-END DE CLIENTE	90
3.5	ADMINISTRACIÓN DEL SERVIDOR Y DE LA RED	95
<b>4</b>	<b>RESULTADO DE LAS SIMULACIONES</b>	<b>99</b>
4.1	HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS	99
4.1.1	<i>Herramienta de análisis de la red</i>	99



4.1.2	<i>Herramienta de monitorización de rendimiento</i> .....	99
4.2	PARÁMETROS SIGNIFICATIVOS DEL SISTEMA .....	100
4.3	PRUEBAS: ANALISIS DE RESULTADOS .....	101
4.3.1	<i>Servidor WMS con un único cliente en la red</i> .....	102
4.3.1.1	Transmisión Multicast de 700kbps .....	102
4.3.1.2	Transmisión Multicast de 5000kbps .....	105
4.3.1.3	Transmisión unicast de 700kbps .....	107
4.3.1.4	Transmisión unicast de 5000kbps .....	110
4.3.2	<i>Servidor WMS con dos clientes en la red</i> .....	112
4.3.2.1	Transmisión Multicast de 700kbps con 2 clientes .....	113
4.3.2.2	Transmisión Multicast 5000kbps con 2 clientes .....	115
4.3.2.3	Transmisión unicast 700kbps con 2 clientes .....	118
4.3.2.4	Transmisión unicast 5000kbps con 2 clientes .....	121
4.3.3	<i>Servidor WMS con varios clientes en la red</i> .....	124
4.3.3.1	Transmisión Multicast 700kbps sobre varios PC .....	124
4.3.3.2	Transmisión Multicast 5000kbps sobre varios PC .....	127
4.3.3.3	Transmisión unicast 700kbps sobre varios PC .....	130
4.3.3.4	Transmisión unicast 5000kbps sobre varios PC .....	132
4.3.3.5	Transmisión multicast a 700 y/o 5000kbps sobre varios PC .....	135
4.3.3.6	Transmisión unicast a 700 y/o 5000kbps sobre varios PC .....	138
4.3.3.7	Transmisión unicast y multicast a 700 y/o 5000kbps sobre varios PC .....	141
4.3.4	<i>Acceso desde Internet</i> .....	145
4.3.5	<i>Transmisión de streaming con un Web Server</i> .....	146
4.3.6	<i>Transmisión de streaming a larga distancia</i> .....	148
4.3.6.1	Transmisión unicast de 5000kbps sobre larga distancia .....	149
4.3.6.2	Transmisión unicast y multicast de 700 y/o 5000kbps sobre larga distancia .....	152
5	<b>CONCLUSIONES</b> .....	157
6	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	161



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 2.1: Playout, buffer en los paquetes recibidos. ....	19
FIGURA 2.2: mecanismo FEC, para la corrección de errores.....	21
FIGURA 2.3: interleaving. ....	22
FIGURA 2.4: videoconferencias punto a punto (one-to-one). ....	26
FIGURA 2.5: videoconferencias uno a grupo (one-to-group). ....	27
FIGURA 2.6: videoconferencias grupo a grupo (group-to-group). ....	28
FIGURA 2.7: multivideoconferencia.....	30
FIGURA 2.8: componentes y servicios de una videoconferencia. ....	31
FIGURA 2.9: topología de H.323. ....	35
FIGURA 2.10: arquitectura NetMeeting. ....	39
FIGURA 2.11: arquitectura T.120. ....	41
FIGURA 2.12: topología de la llamada. ....	43
FIGURA 2.13: arquitectura estándar H.323.....	45
FIGURA 2.14: cabecera del protocolo RTP.....	49
FIGURA 2.15: cabecera del protocolo RTCP.....	52
FIGURA 2.16: cabecera del protocolo RSVP.....	54
FIGURA 2.17: interacción entre servidores SIP. ....	58
FIGURA 2.18: esquema de una llamada en MEGACO.....	60
FIGURA 2.19: pila de protocolos de transmisiones multimedia. ....	61
FIGURA 2.20: servicio unicasting. ....	63
FIGURA 2.21: servicio multicasting. ....	65
FIGURA 2.22: comparación entre tráfico entre unicast y multicast. ....	66
FIGURA 2.23: componentes de un sistema de video streaming.....	67
FIGURA 2.24: pila de protocolos multimedia.....	70
FIGURA 3.1: instalación de un servicio de video streaming.....	81
FIGURA 3.2: codificación con Windows Media Encoder.....	82
FIGURA 3.3: opciones de codificación de una película con WME.....	83
FIGURA 3.4: proceso de codificación WME.....	84
FIGURA 3.5: configuración del Windows Media Server. ....	85
FIGURA 3.6: puntos de publicación de unidifusión en WMS. ....	86
FIGURA 3.7: emisoras multidifusión en WMS.....	87
FIGURA 3.8: esquema del Montaje1.....	88
FIGURA 3.9: transductor 3M VOL-M100FX. ....	88
FIGURA 3.10: esquema del Montaje2. ....	89
FIGURA 3.11: imagen física del Montaje2.....	89
FIGURA 3.12: puesto de trabajo y Montaje2.....	90
FIGURA 3.13: página web principal del portal.....	91
FIGURA 3.14: reproducción de una película desde el portal. ....	92
FIGURA 3.15: página video on Demand Multicast. ....	93
FIGURA 3.16: página de música y juegos on-line.....	94
FIGURA 3.17: reproductor Windows Media.....	95
FIGURA 3.18: configuración del servicio de emisoras de WM.....	96
FIGURA 3.19: configuración Internet Information Server.....	97
FIGURA 3.20: configuración del servicio de enrutamiento y acceso remoto. ....	98





# 1 Introducción

El objetivo de este proyecto es la realización de transmisiones de contenidos multimedia de alta definición sobre redes de banda ancha, en principio, sobre redes de fibra óptica.

Primeramente, se realiza un estudio teórico de los parámetros más importantes, a la hora de realizar las transmisiones de contenidos multimedia de alta definición, como pueden ser los parámetros temporales, la productividad y la fiabilidad. El cumplimiento de estos requisitos mínimos, los parámetros, es lo que puede ofrecer una gran calidad de servicios (QoS) a los futuros usuarios que usen el sistema diseñado.

También, se realiza un estudio teórico de las tecnologías y protocolos (RTP, RTSP, RSVP, RTCP) implicados en la transmisión multimedia a través de redes heterogéneas. Para ello, nos fijaremos en dos arquitecturas basadas en el tipo de transmisión: las transmisiones bidireccionales de tráfico en tiempo real como es una videoconferencia (basándonos en el grupo de protocolos H.323) y las transmisiones en Video Streaming, que engloba, tanto, el tráfico de video on demand (que no tiene por que ser en tiempo real) como el tráfico unidireccional de tiempo real.

Para que se pueda transmitir por redes heterogéneas contenidos multimedia de alta definición es necesario utilizar redes de banda ancha para realizar una transmisión correcta y de gran calidad. En concreto, en este proyecto el objetivo es trabajar sobre redes de fibra óptica.

Se va a diseñar e implementar un sistema de "*Video-on-demand*" sobre una red de fibra óptica. Para ello, se instala y configura un servidor de Streaming (el producto elegido en el proyecto es el Windows Media) preparado tanto para tratar contenidos multimedia *en vivo* como para tratar contenidos almacenados previamente. También, se monta la red sobre la cual se realizan las pruebas del sistema con sus diferentes tipos de fibras ópticas, tanto en el diámetro de la fibra como en la longitud, tarjeta Ethernet óptica y transductores opto/eléctricos.

Se desarrolla una interficie de usuario, basada en un desarrollo Web (front-end), para que el servidor de streaming sea accesible desde cualquier red con conexión a Internet, y así, poder evaluar el funcionamiento del sistema a través de redes heterogéneas. La aplicación a implementar debe ser de fácil manejo para el usuario y consiste en la elección de diferentes contenidos multimedia (películas de alta definición), con diferentes calidades y con diferentes velocidades de transmisión. Se utilizan transmisiones tanto de Video-on-demand como transmisiones unidireccionales, a modo de Televisión de alta definición.

También, se realiza un testeo del sistema implementado con diversas opciones: como la utilización de diferentes perfiles de tráfico en la transmisión por la red, múltiples peticiones de usuarios, saturación de la red, simulación con otros sistemas de accesos como transmisiones a través de un Web Servers o a través de Internet.

El sistema a implementar y desarrollar intenta demostrar de manera práctica la eficacia de las redes de fibra óptica en la transmisión de contenidos multimedia de alta definición, a través de la red montada, para tal efecto, y las diversas situaciones de rendimiento que se le aplican a dichas transmisiones.



## 1.1 Breve introducción a la transmisión multimedia

Para poder realizar una transmisión multimedia, a través de la red, es importante conocer los requerimientos necesarios y/o mínimos a la hora de realizarla.

Es conveniente, conocer como las propiedades de la visión humana determinan las tecnologías a utilizar, como la naturaleza del video en tiempo real condiciona los ratios de salida de la señal a transmitir o como los equipos hardware, las compresiones de datos utilizadas o los anchos de banda disponibles condicionan el funcionamiento deseado por el usuario.

Actualmente, coexiste la grabación de videos tanto en soportes analógicos como digitales, aunque con la práctica desaparición de los primeros, dados las grandes avances en calidad y almacenamiento de información, que comporta la señal de video digital. La conversión de video analógico en digital para la transmisión de la señal, no representa ningún problema, mediante el muestreo y la cuantización de la señal de video analógica.

La calidad de la señal de video digital se basa principalmente en tres factores:

- **Frame Rate.** El número de imágenes mostradas por segundo para dar al espectador percepción de movimiento. El estándar del NTSC para televisión marca un ratio de 30 frames por segundo (fps), compuesto de campos pares e impares. Para el cine, se utiliza un ratio de 24 fps.
- **Profundidad de color.** El número de bits por píxel, que representan la información del color. Por ejemplo. 24-bits (color verdadero) pueden representar 16,7 millones de colores, 16-bits unos 65.535 y 8-bits unos 256 colores.
- **Resolución del Frame.** Habitualmente, se expresa en ancho x alto de píxeles. Un ejemplo de resolución, de pantalla completa, de un monitor de un PC es de 640x480, un cuarto de la pantalla sería 320x240 y un octavo 160x102. Aunque, la resolución es bastante mayor para las televisiones de alta definición (1920x1080).

Haciendo un pequeño cálculo podemos obtener el número de bits por segundos necesarios para transmitir una señal de video. Con un frame rate con movimiento completo (30 fps), con una resolución de pantalla de (640x480) y con color verdadero (24-bits):

$$\text{Rate Date} = (640 \times 480 \text{ pixels}) * (3 \text{ bytes/pixel}) * (30 \text{ fps}) / (1024000 \text{ bytes/ Megabyte}) * (8 \text{ bits / byte}) = 216 \text{ Megabits por Segundo.}$$

Como se puede comprobar el ancho de banda que hace falta para transmitir señales de video es muy elevado (216 Mega bits/s) y pocas son las redes y dispositivos actuales que nos permiten la transmisión de esa tasa de datos. Por eso, hasta hace poco, sólo se solía ver video en un PC desde un CD-ROM o habiéndose descargado, previamente un gran fichero a través de la red.

Para reducir la cantidad de bits, que supone transmitir una señal de video a través de la red se utilizan tres métodos básicos: scaling, compresing y streaming.



El Scaling consiste, básicamente, en reducir el tamaño de las ventanas de visualización del usuario. Este método es importante para reducir el ancho de banda en la transmisión, a través, de redes heterogéneas como Internet, ya que muchos usuarios tienen sistemas de accesos como los módems o el ADSL.

La reducción de los tres factores de calidad de la señal de video digital (p. e. 15 fps, un cuarto de pantalla y color de alta densidad) permite transmitir ficheros con tamaños muy inferiores y con una calidad aceptable (p.e. con una tasa de datos de 18 Mega bits/s), pero lejos del objetivo de la alta definición que queremos, por lo que los otros dos factores serán la clave para la transmisión multimedia con gran calidad.

Rate Date = (320x240 pixels) \* (2 bytes/pixel) \* (15 fps) / (1024000 bytes/ Megabyte) \* (8 bits / byte) = 18 Megabits por Segundo.

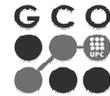
La compresión (compresing) de los datos de la señal de video, a través, de las múltiples y variadas técnicas existentes se antojan necesarias para la transmisión de la señal por las diversas redes.

Han sido desarrollados diferentes algoritmos y técnicas, conocidas como codecs, para la compresión de las señales, y en concreto para las señales de video. Las técnicas de compresión de video poseen la ventaja de que la mayoría de la información se repite de un frame a otro (interframe compression) por lo que no es necesario repetir su transmisión. Por ejemplo, en una conversación entre dos personas lo único que cambiará son los gestos y la cara de los protagonistas, mientras que el fondo de la pantalla se mantendrá idéntico en cada frame. Además, cada frame individual, también, se puede comprimir de manera similar a como lo realiza el conocido algoritmo de "lossy" de fotos/imágenes JPEG (es lo que se conoce como intraframe compression).

Combinado la dos técnicas de compresión se puede llegar a reducir la información a transmitir en una proporción de 1 a 200, utilizando los codecs adecuados (enCODer - DECoder). Hay codecs muy variados, tanto públicos como propietarios, dependiendo de la utilidad que se le quiera dar. Los codificadores pueden convertir los ficheros de audio/video (p.e. AVI ) en formatos, de streaming, adecuados para su almacenaje o transmisión por la red hacia el decoder. Existen codecs que pueden generar ficheros con varios ratios de transmisión. Los codecs pueden ser simétricos o asimétricos dependiendo de si van a estar más tiempo codificado que decodificando.

Los codecs públicos más aceptados internacionalmente y/o más estandarizados son los de la familia de los MPEG (Moving Pictures Experts Group ) de la ISO. Se definen varios niveles de estándares de compresión de video como el MPEG-1, MPEG-2 y el MPEG-4. El MPEG-1 fue diseñado para poder visualizar CD-ROM y proveer al consumidor de una señal con calidad de video y con la calidad en audio de un CD-ROM con ratio de compresión de datos de salida de 1,5 Mbps con un frame rate de 30 fps. El MPEG-2 fue diseñado para obtener los estándares de calidad de la televisión de alta definición (HDTV, resolución de 1280 píxeles x 720 líneas), la televisión por cable y las transmisiones por satélite. También, se utilizó como el estándar de compresión de los DVD-ROM, obteniendo una calidad de video superior al SVHS y con 6 canales de audio envolvente. Posee un ratio de transmisión de datos variable de 2 a 10 Mbps . EL MPEG-4 se diseñó pensando en las aplicaciones que se utilizaban a través de Internet como videoconferencias, video terminales, video e-mail, aparatos móviles de video sin cable. Soporta un amplio ratio de transmisión, que va desde 8 Kbps a 35 Mbps.

El streaming es una tecnología relativamente reciente, que se está implantando para la visualización de contenidos multimedia, entregando los datos de video digitalizados escalados y comprimidos. Esta tecnología será explicada con mayor profundidad en el siguiente capítulo.



Hasta hace poco tiempo, la visualización de videos a través de Internet se realizaba por el método de "download & play". Este método consiste en bajarse enteramente el fichero que contiene el video de la red, almacenándolo en el disco duro y luego visualizarlo. La gran ventaja de este método es la alta calidad del video obtenido, incluso en redes con poco ancho de banda. La mayor desventaja es que el usuario tiene que esperar un largo rato, hasta que se haya obtenido la película para poder visualizarla. Además, de la gran cantidad, que hace falta de espacio en el disco duro para poder almacenar la película o el contenido multimedia.

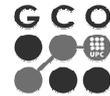
El streaming, además de combinar varios métodos para la reducción del ratio de bits a transmitir, combina la utilización de nuevos protocolos de red de tiempo real. Estos protocolos permiten al usuario poder visualizar y oír sincronizadamente la película antes de que el fichero de la misma sea descargado en su totalidad. Ello, comporta la gran ventaja de poder ver la película casi tan pronto como se ha solicitado, sin tener que esperar mucho tiempo y sin la necesidad de disponer de mucho espacio en disco.

Con las transmisiones de video mediante streaming, el fichero del video se fragmenta en paquetes de video pequeños, que se envían a través de la red, y van llegando de manera asíncrona o desordenada al destino (cliente). En el cliente, existe un buffer que ordena los paquetes para que puedan ser visualizados por el usuario en el momento. La utilización de ese buffer aporta otras funciones de gran utilidad como la de retrasar durante unos segundos la reproducción al usuario, para que ese tiempo sirva de colchón para poder recibir todos los paquetes enviados y ordenarlos, ya que los paquetes pueden llegarle de manera asíncrona o simplemente no llegar, dependiendo de la congestión de la red y así, poder realizar una tasa de transmisión constante de la información.

## **1.2 Tecnologías de acceso existentes: Fibra óptica, xDSL, WirelessLan, Radio enlace.**

Hay muchas y diversas tecnologías para el acceso a Internet en el sector, que actualmente compiten. Vamos a realizar un pequeño análisis de las mismas teniendo, en cuenta, tanto aspectos de funcionalidad como de capacidad de despliegue o de madurez de la tecnología. Para así, poder valorar cual es la tecnología más adecuada para el tipo de transmisión que queremos realizar.

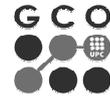
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). La tecnología ADSL se basa en suministrar TV, Internet y video bajo demanda aprovechando, los pares de cobres instalados, básicamente, en la red Telefónica en el bucle de abonado. Permitiendo, además, la coexistencia del envío y recepción de datos sin afectar al servicio telefónico. Es una tecnología asimétrica, que a distancias de 2,6Km obtiene una velocidad ascendente de 2Mbps y en el canal descendente de 0,9Mbps. El ADSL forma parte de una familia de tecnologías llamada xDSL, siendo el ADSL la más extendida, que funcionan sobre el par de cobre. Las otras miembros de la familia son SDSL (SymmetricDSL), HDSL (High-Bit-RateDSL) y VDSL(Very-High-Bit-RateDSL). Siendo esta última la más rápida de todas. Alcanzando velocidades de 13-52Mbps en el canal descendente y 1,2-13 Mbps en el ascendente.



- ❑ CATV (*Community Antenna Television*) más conocida como Televisión por cable. Probablemente, la Tecnología CATV sea de las que mejor se adapta para el acceso a Internet. Por su altas prestaciones como medio de transporte digital, por su idoneidad en el diseño de la red (ya que se trata de una red de nueva implantación) pensada para el transporte masivo de datos y por su capacidad de integrar telefonía, televisión de alta definición e Internet. Originalmente, esta tecnología se centraba en ofrecer exclusivamente servicios de Televisión a los hogares, con gran implantación en los Estados Unidos, aunque, ha evolucionado hasta ofrecer gran cantidad de servicios.

Hay diferentes tipos de redes por cable: HFC (Hybrid Fibre Coaxial), que es un híbrido entre fibra óptica, utilizada para la red troncal y cable coaxial, utilizado desde los nodos finales hasta los hogares; FTTC (Fiber To The Curb) avanza un poco más el tramo óptico hasta llegar a la esquina de una calle, reduciendo el número de amplificadores; FTTB (Fiber To The Building), evolución natural de la anterior, en la que la fibra se lleva hasta la puerta del edificio; y FTTH (Fiber To The Home), que sería toda la red de fibra óptica hasta el usuario final. A medida que avanzamos en el tipo de red y en la cantidad de fibra óptica en el sistema el coste va aumentando, siendo la más costosa FTTH y empeorando la maleabilidad del medio de transporte, ya que el cable es más maleable que la fibra. Pero ganando substancialmente en velocidad de transmisión, tanto en el canal descendente como en el ascendente. Siendo para el HFC la velocidad del canal ascendente de 10-27 Mbps y del descendente de 1-10 Mbps. Para el transporte sobre canales totalmente de fibras ópticas se pueden alcanzar velocidades del orden del Gigabit.

- ❑ Satélite (Sistemas de Televisión por satélite). El satélite es un medio muy apropiado para la distribución de televisión. Posee un gran ancho de banda (aproximadamente 38 Mbit/s por transpondedor) y una enorme facilidad de despliegue. Como puntos negativos se encuentran sus nulas capacidades interactivas, que necesitan la colaboración de otras redes como la red de Telefonía (RTC) para recibir las repuestas de los clientes.
- ❑ TDT (Televisión Digital Terrenal). La TDT consiste en la utilización del espectro de la señal analógica para transmitir señales digitales de televisión siguiendo el estándar europeo DVB (Digital Video Broadcasting). No necesita grandes cambios en las infraestructuras de clientes, ya instaladas. Esta tecnología tiene características similares a la difusión por satélite, pero con menor ancho de banda (La capacidad disponible para servicios es de 3 Mbit/s por cabecera emisora) y con mucha más facilidad de despliegue. Nacida recientemente, está llamada a convertirse en el medio más extendido de difusión de televisión, debido a la obligatoriedad de abandonar las emisiones de televisión analógicas en el 2010.
- ❑ LMDS (Local Multipoint Distribution System). Es un medio de transmisión vía radio en la banda de 2,5 a 3 GHz. Su estructura consiste en antenas similares a la de la red de telefonía móvil, que posteriormente redistribuyen la señal a los domicilios particulares. Posee un gran ancho de banda (unos 4Mbit/s), capaz de transmitir unos 49 canales y nació como alternativa a la televisión por cable. Aunque, ahora, ha evolucionado como acceso a Internet de banda ancha, sobre todo en aquellas zonas donde no llegan otro tipo de tecnologías. Presenta algunos problemas de transmisión, típicos de la transmisión vía radio como puede ser la meteorología o la visión entre el emisor y el receptor.



- ❑ PLC (Power Line Communication). Consiste en la transmisión de señales de telecomunicación a través de las líneas eléctricas, ya instaladas. La tecnología actual permite la transmisión de hasta 45 Mbit/s. Su principal ventaja es la facilidad de despliegue, aunque la novedad tecnológica hace que todavía no se pueda adivinar su potencial real.
- ❑ WLAN (Wireless LAN, Red de Área Local sin cables). También, es conocida como WI-FI. Es una tecnología basada en los diferentes estándares de la familia IEEE 802.11x, es inalámbrica y proporciona altas velocidades (11-54Mbps) para relativas distancias cortas (30-300m). No es una tecnología sustitutiva sino complementaria a las ya instaladas (como redes de cable o ADSL), debido a la escasa distancia a la que presta el servicio. Se está implantando con gran rapidez, sobre todo en algunos lugares públicos importantes (aeropuertos, bibliotecas, universidades, hoteles) y en empresas privadas, que quieran extender los puntos de su LAN tradicional.

	Servicios	Interactividad	Facilidad de despliegue	Madurez Tecnológica	Puntos fuertes	Puntos débiles
<b>ADSL</b>	- Teléfono - Internet de Banda Ancha - Televisión - Video Bajo demanda (limitado)	Muy alta	Alta	Alta	Combinación de servicios, orientación al video bajo demanda	No permite HDTV
<b>CATV</b>	-Teléfono (IP y POTS) - Internet de Banda Ancha - Televisión - Video Bajo demanda	Muy alta	Baja	Alta	Gran ancho de banda. Mucha flexibilidad	Grandes costes de despliegue
<b>Satélite</b>	•Televisión	Muy baja	Alta	Alta	Muy extendido y maduro. Sencillez de despliegue	Baja interactividad. No permite video bajo demanda
<b>TDT</b>	•Televisión	Muy baja	Muy alta	Media	Muy sencillo de desplegar	Baja interactividad. Numero limitado de canales
<b>LMDS</b>	- Acceso a Internet - Televisión - Video Bajo demanda	Muy alta	Media	Baja	Carácter bidireccional	Escaso ancho de banda. No resuelve el problema de la conectividad en el edificio
<b>PLC</b>	- Teléfono IP - Internet de Banda Ancha - Televisión - Video Bajo demanda	Alta	Alta	Baja	Facilidad de despliegue	Inmadurez tecnológica
<b>WLAN</b>	-Teléfono - Internet de Banda Ancha -Televisión - Video Bajo demanda	Muy alta	Muy Alta	Media	Reduce la utilización de cables.	Limitado a cortas distancias



Tabla de análisis comparativo de tecnologías de distribución de servicios.

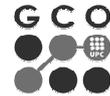
La tecnología más pertinente para la transmisión de contenidos multimedia de alta definición es la tecnología de Fiber To The Home (FTTH) o algunas de sus derivadas inferiores como puede ser el FTTB o el FTTC. Aunque, no sea la tecnología, actualmente, más extendida del mercado si es la que más capacidad proporciona para este tipo de servicios.

## 1.3 Aplicaciones para FTTH

Las aplicaciones que utilizan la fibra óptica hasta el domicilio (FTTH), pueden ofrecer un importante incremento en la calidad de vida de las personas. La fibra óptica puede mejorar, ostensiblemente, los servicios de educación a distancia, telemedicina, teleworking efectivo, las tecnologías de entretenimiento en casa e incluso las redes de ordenadores distribuidas. Además, de obtener Internet a gran velocidad y videoconferencia.

Sin embargo, uno de los mejores aspectos de la fibra óptica no son las aplicaciones o servicios, que ya están disponibles sino todas las aplicaciones nuevas que puedan emerger gracias al gran ancho de banda que posee. Las aplicaciones que hoy en día existen, están llegando al límite de la tecnología más utilizada: el ADSL. Sin embargo, ese límite se ve lejano en una tecnología FTTH. Algunos de los servicios para Fibra óptica serían los siguientes:

- **Educación a distancia.** Muchas universidades e institutos están utilizando Internet como un medio más en sus clases, usando habitaciones privadas de chat, tablón de mensajes y videos (mediante streaming) para ofrecer cursos a estudiantes de sitios geográficamente diversos. Además, de ofrecer programas de post-grados y universidad a distancia para la gente que trabaja.
- **Telemedicina.** En la telemedicina es esencial el uso de las telecomunicaciones para poder dictar algunos diagnósticos médicos. Utilizando estas tecnologías un radiólogo de Navarra puede ver los resultados de los análisis de un paciente de Barcelona en tiempo real. Además, de poder tratarlo y hablar con él o con otros médicos e incluso observar las posibles operaciones que se le realizan, mediante videoconferencia a pesar de las distancias geográficas. También, se puede utilizar como un servicio médico a domicilio, con tu médico de cabecera sin necesidad de ir a la consulta o como un servicio especializado en vigilancia remota de personas de la tercera edad, que viven solas (older care).
- **Televisión de Alta definición (HDTV).** Es un concepto de televisión revolucionario, debido al gran incremento en la resolución y la calidad de las imágenes de televisión. Se puede utilizar Fibra óptica para recibir la información, ya que necesita un gran ancho de banda, en dos modalidades: video on demand como si fuera la reproducción de un DVD y en broadcast como si recibieras un canal de televisión normal, pero de mayor calidad.
- **Teleworking.** El empleado trabaja desde su casa (convertida en oficina) la jornada laboral. Mientras, que mantiene su presencia en la oficina vía electrónica mediante el uso del teléfono, Internet o de la videoconferencia. Este servicio consigue más tiempo libre entre los empleados lo que produce una mayor satisfacción y una mayor productividad del mismo. También, reduciría los numerosos atascos de las grandes ciudades.



- **Ordenadores distribuidos.** Permite que los usuarios “presten” la capacidad de proceso de su ordenador conectado a Internet a grandes grupos, para crear una especie de supercomputador. Estas aplicaciones tienen gran utilidad en campos como la medicina y la tecnología. Por ejemplo, La Intel-United Devices Cancer Research Center cuenta con más de 1,9 millones de CPU para su investigación sobre el cáncer. También, existen proyectos que procesan la información del espacio para descubrir si hay vida en otros planetas
- **Aplicaciones peer-to-peer.** Esta muy de moda últimamente, y consiste en compartir ficheros directamente entre usuarios que no tienen que pertenecer a una misma red. Inicialmente, estaba asociado a ficheros de música debido a herramientas como el Napster, pero, ahora, se ha generalizado a cualquier tipo de fichero: videos, documentos, programas.
- **Juegos online.** Hay juegos online que no necesitan gran ancho de banda como pueden ser los casinos y los juegos virtuales de cartas. Pero hay juegos online que son multiusuarios (hay juegos que llegan a tener registrados más de 100.000 usuarios como el World of Warcraft) y que necesitan de un mayor contenido gráfico y de características propias para cada uno de los jugadores o juegos que necesitan gráficos en 3-D, que necesitan un mayor ancho de banda.
- **Monitorización y Automatización del hogar (domótica).** Es muy útil cuando te encuentras fuera del hogar tener la capacidad de poder monitorizar la actividad que sucede en el hogar con video y audio. La automatización de los sistemas de coordinación y control del hogar como pueden ser la luces, la ventilación, la calefacción o la seguridad del hogar, lo que se conoce como domótica, también, podría ser controlado vía Internet desde cualquier lugar, como el trabajo o cuando uno se encuentra de vacaciones. También, se puede contratar lo que se conoce como home surveillance, que es un servicio de televidencia adaptado al hogar.



## 2 Estudio teórico de las tecnologías de transmisión multimedia

En esta capítulo se va a explicar la parte teórica de los conocimientos necesarios para poder realizar transmisiones multimedia a través de la red. Se divide en tres partes diferenciadas: los parámetros básicos para poder realizar la transmisión, la arquitectura de una videoconferencia y la arquitectura de una transmisión de video stream.

Se va realizar un breve resumen de los parámetros más importantes a la hora de realizar una transmisión multimedia sobre redes. Estos parámetros se engloban en tres categorías: parámetros temporales (como la Latencia y el jitter), la productividad (como el ancho de banda) y la fiabilidad (como la tasa de pérdidas). Todos estos parámetros deben cumplir unos mínimos requisitos, para poder ofrecer unos servicios de calidad (QoS) a los clientes que utilicen las aplicaciones en tiempo real sobre redes heterogéneas.

En un segundo apartado, se explicará la manera teórica de realizar transmisiones de tráfico en tiempo real como es una videoconferencia, comentando los diferentes tipos de videoconferencia (punto a punto y multipunto) y los componentes, que se suelen utilizar para realizar la misma (Cámaras, componentes de audio, codificadores/decodificadores, etc.). Todo ello, basándonos siempre, en la arquitectura, que proporciona el grupo de protocolos englobados en el H.323. Aunque, también, se comentan otros estándares para videoconferencia como el SIP y el MEGACO.

También, se realiza un estudio teórico, que posteriormente ha sido llevado a la práctica, de una transmisión en Video Streaming, que engloba tanto tráfico de video on demand como tráfico unidireccional de tiempo real. Se analizarán los componentes necesarios para realizar las transmisiones. Así como, un recorrido por la pila de protocolos que se suelen utilizar en este tipo de transmisiones. Para la transmisión de video on demand se utiliza, por lo general, servidores específicos para streaming como el Windows Media Server. Además, se comentan otros métodos utilizados para la transmisión de video on demand como el Web Server.

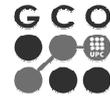
Estos puntos teóricos que se van a explicar, a continuación, pretenden ser un resumen y sólo una pequeña muestra de la diversidad de arquitecturas y protocolos, que realmente existen en el mercado.

### 2.1 Parámetros básicos en la transmisión

Las transmisiones multimedia, tanto de audio como de video, que se realizan, a través, de entornos complicados y heterogéneos como puede ser Internet, pueden producir, en ocasiones, calidades de servicio, que no son óptimas para la transmisión que se está realizando.

Los factores fundamentales para poder obtener una buena calidad de servicio (QoS) en una transmisión se resumen en estos tres conceptos:

- Temporales: Latencia, jitter
- Productividad: ancho de banda
- Fiabilidad: tasa de pérdidas



Cada uno de ellos es importante para entender y administrar, adecuadamente, las transmisiones multimedia, para lograr maximizar la respuesta a los usuarios finales. El problema reside en que las transmisiones se realizan, a través de Internet, sólo ofrecen servicios de *Best-effort*, que no garantizan el ancho de banda ni una pérdida aceptable de paquetes y además, provocan una variación elevada del jitter, de una manera variable y desconocida.

Para los diferentes tráficos multimedia existen requerimientos diferentes en función del tipo de tráfico:

- Video on Demand:
  - o Se reproduce por demanda del usuario a partir de un servidor.
  - o Interactivo: permite avanzar, rebobinar, pausar.
  - o Retrasos admisibles de 1 a 10 sg
- Unidireccional de tiempo real:
  - o Son como emisoras de radio y Televisión, pero en Internet.
  - o No existe interacción, sólo escuchan y ven.
- Interactivo de tiempo real
  - o Teléfono o Videoconferencia.
  - o Requerimientos de retraso máximo y de jitter muy exigentes.
  - o Video: <150 msg es aceptable.
  - o Audio: <150 msg es bueno, <400 msg es aceptable.

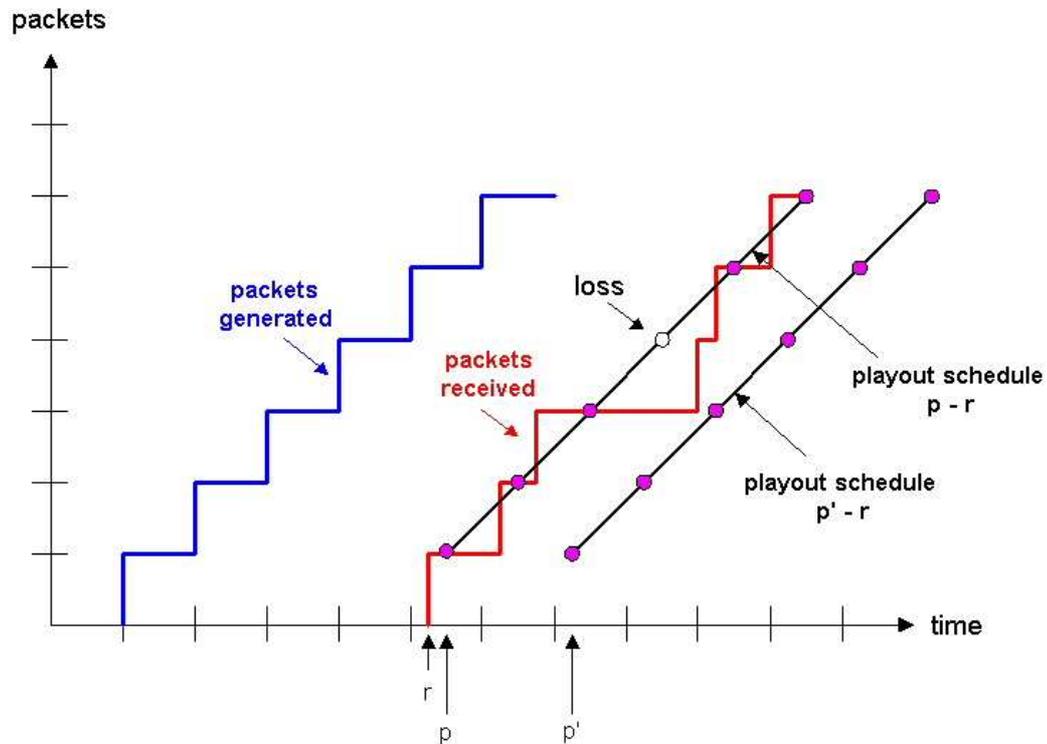
## 2.1.1 Parámetros temporales: latencia, jitter

Los parámetros temporales son muy importantes, también, para la percepción del usuario, a la hora de evaluar la calidad del servicio entregado. Los más importantes son la Latencia y el jitter.

La Latencia es el retraso entre la información enviada desde un terminal o servidor hasta la recepción de esa información en el terminal de destino. Mientras ese retardo no afecte a la calidad de la recepción y al procesamiento de las señales de audio y video no afectará a la percepción de una correcta calidad. En las redes IP, además, del retardo estándar (o físico) de la transmisión hay que añadir el retardo asociados a los algoritmos de compresión/descompresión (codecs), el del empaquetado IP de las muestras y el de los propios equipos de encaminamiento (routers, switch, etc.)

Se puede definir Jitter, aunque hay varias definiciones para el término, como la varianza de la latencia durante una transmisión. Las comunicaciones basadas en redes de conmutación de paquetes no garantizan el orden de la transmisión y cada uno de los paquetes puede ir por rutas diferentes entre el transmisor y el receptor por lo que estos pueden llegar en tiempos diferentes. Así pues, puede ser transmitido un paquete con el mínimo retardo (latencia) y posteriormente, llegar otro paquete con un retardo significativo (latencia). Cuando la información transmitida tiene que ser reconstruida la varianza de los retardos de algunos paquetes puede llegar a interrumpir la transmisión.

Las técnicas usadas para minimizar los efectos del jitter, pasan por enumerar el paquete con un número de secuencia, que permita saber el orden de los paquetes. Se marca el instante de generación, para poder saber el ritmo al que deben ser reproducidos los paquetes y atrasar, así, toda la reproducción un tiempo (que se sumará a la latencia existente), que permita absorber todas las variaciones producidas por los retrasos. De esta manera, es menos probable que un paquete llegue fuera de tiempo. Este retardo en la reproducción (también llamado playout buffer) puede ser un tiempo fijo o variable, que debe ser escogido conforme al servicio que se ofrece o al retardo máximo que se soporta.



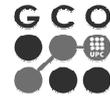
**FIGURA 2.1: Playout, buffer en los paquetes recibidos.**

La solución técnica consiste en añadir un buffer entre la llegada de paquetes de la red y el dispositivo reproductor, que introduce un retraso para compensar los efectos del jitter como se puede observar en la figura 2.1. Se reconstruye la señal original a la tasa requerida por el reproductor. Se elige el retardo máximo, que debe ser un compromiso entre el retardo de la señal y las pérdidas de paquetes. Cuanto mayor es el playout buffer de retardo menos pérdidas de paquetes hay, pero produce un mayor retardo y cuanto menor es el buffer mayores son las pérdidas de paquetes por lo que hay que llegar a un compromiso. Una transmisión de streaming puede tolerar retardos de hasta 10 sg, mientras que las aplicaciones interactivas en tiempo real no pueden tolerar retardos mayores de 400 msg.

El jitter es un parámetro dinámico, de hecho es una varianza, por lo que, lo más conveniente es calcular el playout buffer de una manera adaptativa, estimando el retardo para adaptar el buffer de salida.

## 2.1.2 La productividad: ancho de banda

El ancho de banda puede ser clasificado como una relación pura entre coste/calidad, donde si se invierte más dinero se consigue básicamente añadir más ancho de banda. El tamaño de los paquetes influye en el ancho de banda a utilizar.



La capacidad de ancho de banda necesaria para una red debe ser mayor a la de la información que se quiere enviar, ya que a la información por paquete a enviar se le añade información adicional necesaria para el empaquetado de las muestras (cabecera Ip, cabecera UDP, cabecera RTP, etc.). Estos datos adicionales permiten a los switch y a los router encaminar los paquetes hasta su destino. La utilización de paquetes de tamaño grande reduce la carga de información adicional y consecuentemente el ancho de banda adicional necesario y el retardo, pero por el contrario puede degradar la calidad de la información si se pierden paquetes (cuando un paquete se pierde implica la pérdida de mayor cantidad de datos). La elección de paquetes de menor tamaño aumenta el tamaño del ancho de banda adicional y el retardo, pero por el contrario la pérdida de un paquete produce una menor degradación de la señal.

Hoy por hoy, el ancho de banda en Internet no se puede reservar, si no se aplican protocolos especiales (RSVP). Además, el ancho de banda disponible es dinámico, sin que se sepa exactamente cual es la tasa de transmisión más idónea para la reproducción del video y el audio.

Si se transmiten paquetes a mayor velocidad que el ancho de banda disponible pueden ocurrir congestiones en la red y por lo tanto, pérdidas de paquetes y disminución en la calidad del video. Si se transmite a menor velocidad que el ancho de banda disponible, la calidad del video será subóptima, ya que se podría transmitir a mayor calidad si se aumentase la velocidad. El ancho de banda disponible puede ser estimado por métodos basados en pruebas o por métodos basados en modelos (o basado en ecuaciones). El objetivo, pues, es tener una tasa de transferencia de bits (bit rate) lo más cercana al ancho de banda disponible.

Se pueden utilizar otro tipo de herramientas, además, de las monetarias, para mitigar el impacto del "best-effort" en Internet. Se puede usar el protocolo UDP, en lugar, del TCP para evitar el sistema de detección de tasa de envío slow-start y optimizar el ancho de banda con una tasa de envío más eficiente. También, se puede adaptar los niveles de compresión de datos al ancho de banda disponible y mejorar los métodos de compresión y codificación mediante nuevos algoritmos.

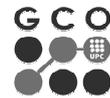
### **2.1.3 La fiabilidad: tasa de pérdidas**

El objetivo es encontrar una fiabilidad alta para las transmisiones multimedia con una tasa de pérdidas adecuada. La pérdida de paquetes es uno de los problemas que resulta de no utilizar un protocolo fiable.

Las pérdidas de paquetes se producen básicamente porque los paquetes no llegan o porque llegan más tarde que el tiempo de retardo del buffer del reproductor. La retransmisión de paquetes en aplicaciones de tiempo real son inapropiadas. Para evitar tasas elevadas de pérdidas hay que introducir mecanismos de prevención y recuperación de esas pérdidas. Como prevención, podemos realizar el control de la tasa de transmisión y como recuperación de paquetes encontramos mecanismos como el FEC (Forward Error Correction) o el Interleaving.

El control de la tasa de transmisión de recursos tiene como principal objetivo reducir la pérdida de paquetes producidos por la congestión de la red o por la falta de ancho de banda. Este control se puede realizar de varias maneras, entre las más conocidas están el "Stream Thining" y el "Multirate Switching".

El mecanismo "Stream Thining" cuando la red se encuentra congestionada, el servidor descarta tramas para poder minimizar las pérdidas de paquetes. Existen políticas para elegir las tramas a descartar, dependiendo de la importancia del tipo de



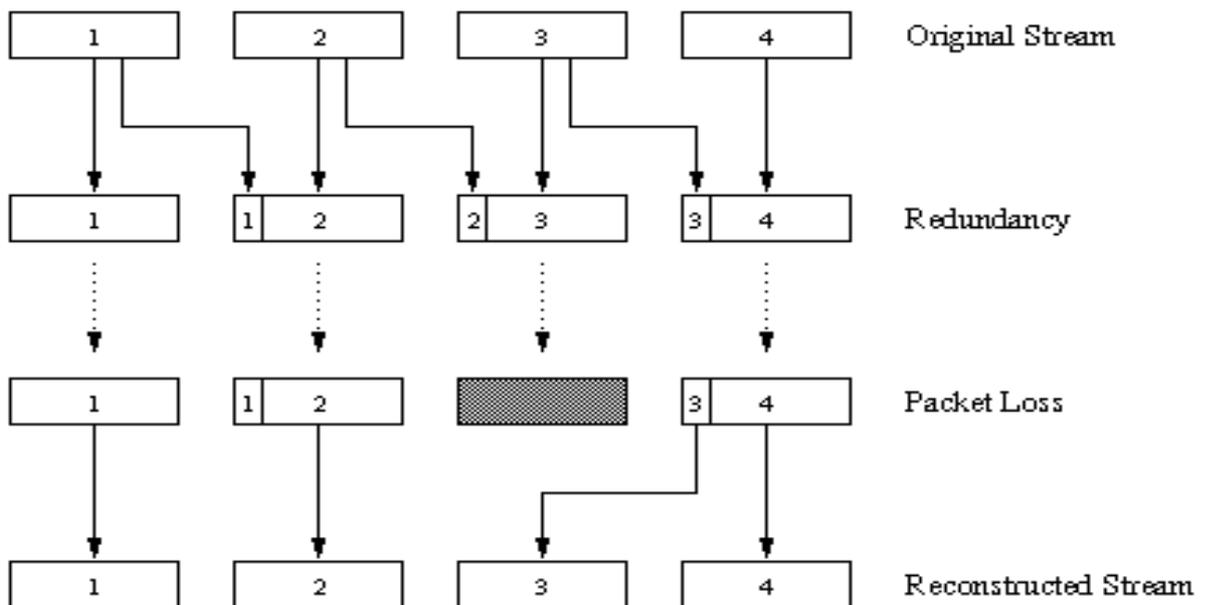
datos que se envían, pudiendo haber tramas más importantes que otras, ya sean por motivos espaciales o temporales, para mantener la calidad de los datos reproducidos.

El mecanismo “Multirate Switching” se utiliza cuando hay un elevado número de paquetes perdidos, el servidor baja la calidad de los datos (con una mayor compresión) de forma dinámica para minimizar las pérdidas debidas a la congestión. Cuando el servidor detecta que la congestión disminuye vuelve a aumentar la calidad de los datos multimedia a enviar. Por la parte del cliente, la congestión se vuelve un fenómeno transparente, que como mucho nota una bajada relativa de la calidad de la imagen.

El control del error tiene como objetivo paliar los efectos de los errores, tales como la pérdida de paquetes en una red de paquetes o las ráfagas de errores. Hay varios tipos de control de errores. Aquí, comentaremos el mecanismo del FEC (Forward Error Correction) y del Interleaving.

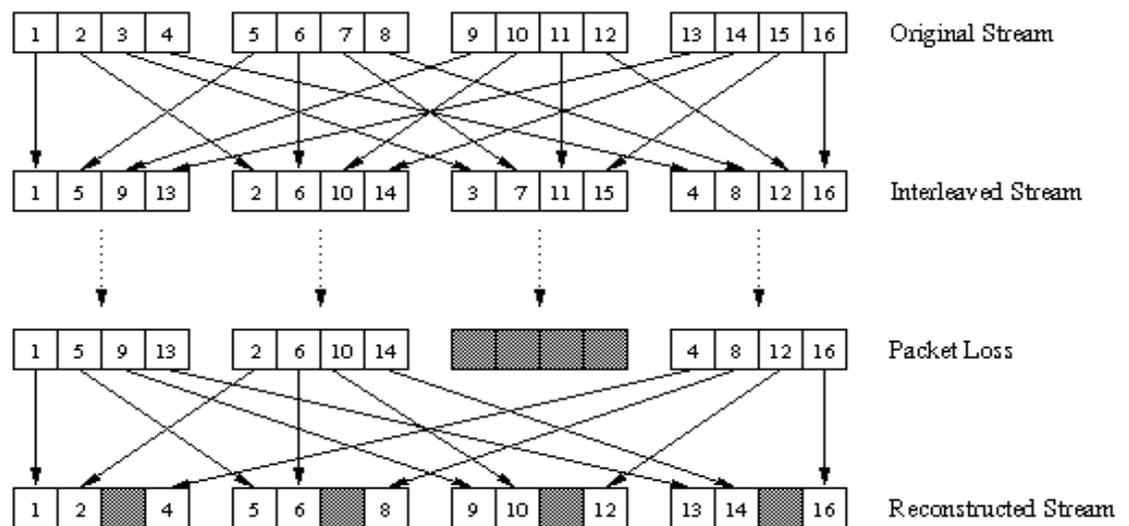
El FEC (Forward Error Correction) tiene como base el envío de información redundante de forma que sea posible recuperar la información pérdida. La parte negativa de utilizar esta técnica es que produce un aumento del tráfico y por lo tanto, del ancho de banda que se necesita. Existen, principalmente, dos mecanismos de FEC. El primero consiste en enviar por cada  $n$  paquetes un paquete más creado a través de una XOR de los paquetes anteriores. De esta forma, es posible recuperar un paquete perdido para ese grupo de  $n$  paquetes, pero si ocurre más de una pérdida la recuperación no es posible. Así pues, existe un compromiso entre el tamaño del grupo y el tráfico que se puede llegar a originar.

El otro mecanismo FEC consiste en enviar en cada paquete una copia de baja resolución del paquete anterior, además de la información de alta resolución, que corresponda. De esta manera, cuando se pierde un paquete, puede minimizarse la pérdida a través de la copia de baja calidad, que llegará en el paquete siguiente. Este mecanismo falla cuando se producen pérdidas consecutivas de paquetes. También, aumenta considerablemente el tráfico a transmitir dependiendo de la baja calidad que se quiere enviar. En la figura de abajo se muestra el funcionamiento de este sistema.



**FIGURA 2.2: mecanismo FEC, para la corrección de errores.**

El Interleaving consiste en fragmentar un bloque de datos y distribuir los fragmentos en diferentes paquetes. Un paquete contendrá fragmentos de diferentes bloques de datos tal y como se muestra en la figura 2.3. De esta manera, cuando se pierde un paquete tendremos pequeños fallos en los bloques de datos y habremos conseguido dispersar el error entre los diferentes paquetes. Este mecanismo es muy utilizado en voz, porque al haber bloques de silencio, los datos que se puedan perder se mezclan con estos bloques de silencio y más sencillo para el ser humano la comprensión del contenido. Este mecanismo no tiene redundancia, pero puede causar un retraso en el layout de salida mayor del deseado para requerimientos de tiempo real.



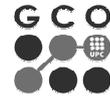
**FIGURA 2.3: interleaving.**

## 2.1.4 Calidad de Servicios (QoS)

Internet es una unión de redes independiente e interconectadas con un gran número de componentes heterogéneos. Es muy complicado poder mantener una cierta calidad en el servicio en este tipo de redes, ya que en una red en la cual, tus paquetes pueden tener prioridad, en otra red intermedia pueden dejar de ser paquetes con una prioridad alta.

Los grupos de IETF están trabajando en diversas propuestas para proveer de control en la calidad de servicio (QoS) en las redes IP, a pesar de ser redes best-effort. Actualmente, se está trabajando en tres sistemas: el protocolo RSVP (que se estudiará más adelante), los servicios diferenciados y los servicios integrados.

Los cuatro principios para garantizar la calidad de servicio se pueden resumir como sigue:



- La diferenciación del tipo de tráfico, mediante alguna marca en los paquetes, es necesaria para distinguir las diferentes clases de tráfico para que puedan ser tratados, adecuadamente, por los routers.
- Proveer protección (aislamiento) en el cumplimiento de lo acordado entre los diferentes tipos de aplicaciones. Es decir, que una aplicación no envíe a una mayor velocidad de la asignada.
- Es deseable, utilizar los recursos de la manera más eficiente. Es decir, una aplicación no debe reservar un ancho de banda si luego no va a ser utilizado.
- Es necesario un proceso de admisión de tráfico. La aplicación indica sus necesidades y la red puede bloquear la petición sino se pueden satisfacer las necesidades demandadas.

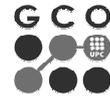
Hay dos tipos de funciones básicas para controlar la calidad de servicio: la funciones estáticas, que se refieren a parámetros o requerimientos que permanecen constantes y las funciones dinámicas, necesarias debido a las variaciones que pueda haber en el entorno o a que las especificaciones de carga o la estimación de recursos no son exactas.

- Funciones estática:
  - Especificación: la definición de los parámetros y las garantías de la calidad de servicio.
  - Negociación: proceso para alcanzar un acuerdo entre el proveedor y el cliente.
  - Control de admisión: comparación entre las necesidades de recursos pedidas para poder satisfacer una petición de calidad y los recursos disponibles.
  - Reserva de recursos: asignación de una cantidad de recursos a partir de una petición.
- Funciones dinámicas:
  - Monitorización: medida de la calidad de servicio proporcionada.
  - Vigilancia (policing): tiene por finalidad asegurar, que todas las partes cumplen el contrato de calidad de servicios.
  - Mantenimiento: modificación de los parámetros por parte del sistema para mantener la calidad de servicio. Las aplicaciones no necesitan modificar su comportamiento.
  - Renegociación: volver a negociar un contrato, cuando no es posible mantener los parámetros especificados.
  - Adaptación: la aplicación se adapta a los cambios de la calidad de servicios. Posiblemente, después de una renegociación.

Los enfoques más conocidos en QoS son los servicios integrados (IntServ) y los servicios diferenciados (DiffServ).

Los IntServ, en principio, no diferencian entre distintos tipos de servicios. Además, se basan en la reserva de recursos para flujos de datos individuales. Establece un circuito virtual de principio a fin con unas garantías, de retraso máximo, establecidas. Por lo que, existe una fase inicial de establecimiento del circuito, reservando los recursos necesarios. Para la reserva de datos utiliza el protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol)

Existen dos modelos de servicios en los servicios integrados: el servicio garantizado y el servicio de carga controlada. El servicio garantizado es utilizado para aplicaciones con requisitos muy estrictos en la transmisión de usuario final a usuario final, en tiempo real. Posee cotas deterministas de peor caso para el retraso utilizando control de admisión. El servicio de carga controlada proporciona garantías menos firmes y se



utiliza, básicamente, en una red poco cargada gestionada con el modelo de Best-effort, es decir, las redes IP actuales. Encaja bien con aplicaciones adaptativas.

Los DiffServ, diferencian entre tipo de tráfico preestablecidos, proporciona aislamiento y tratamiento diferenciados de los tipos de tráfico. Se basa en dotar a cada servicio de unos recursos preestablecidos. También, opera sobre agregados de tráfico del mismo tipo.

El DiffServ, diferencia el tráfico a nivel de agregados, no a nivel de flujos individuales como el IntServ ni a nivel de paquetes como el best-effort, que deben recibir un tratamiento similar. No tiene que mantener información del estado de los circuitos virtuales en los routers.

Se establecen un número delimitado de clases de tráfico denominados Forwarding Classes (clases de reenvío). Cada clase de reenvío representa un comportamiento predefinido en términos de ancho de banda y borrado de mensajes. Cada tipo de tráfico se etiqueta en un campo de la cabecera IP llamado DSCP (Differential Services Code point). Garantiza por aprovisionamiento no por reserva, sin existir una fase de establecimiento por reserva.

Las ventajas de DiffServ radican: en la escalabilidad, ya que mantener la información de los estados en muchos circuitos virtuales es complejo por la gran cantidad de flujos de información que se envían; en tener un modelo de servicios flexibles permitiendo definir muchos tipos de tráfico no sólo dos como el IntServ; en la sencillez de la señalización, que es más sencilla que la del RSVP. Define comportamientos de reenvío (PHB, Per Hop Behaviors) como el reenvío asegurado (AF, Assured Forwarding) y el reenvío priorizado (EF, Expedited Forwarding).

Dentro de cada enfoque, IntServ y DiffServ, tenemos diferentes y diversas opciones para elegir la calidad de servicio que más se adecúa a la aplicación que queremos realizar o que tenemos que realizar.

## 2.2 Videoconferencia

La videoconferencia es la transmisión de video y audio entre dos o más sitios en relativo tiempo real. Es decir, permite la comunicación entre personas situadas en diferentes lugares, parecido a como si estuviesen en la misma sala.

Para los encuentros que tiene lugar regularmente y requieren de una comunicación cara a cara, la videoconferencia puede llegar a sustituir la presencia física de los participantes remotos. Esto conlleva una reducción tanto en los costes de los viajes como en el tiempo empleado en los mismos. También, se pueden realizar encuentros, vía videoconferencia, con una mayor frecuencia y de manera más espontánea, sin necesidad de haberlos programado previamente. También, puede llevar a una mejor cohesión entre grupos de trabajo situados en diferentes localizaciones, pero que trabajan en el mismo proyecto. La videoconferencias, también, pueden ser complementadas con la integración de otras herramientas electrónicas (transmisión de ficheros, compartir aplicaciones, compartir documentos), que puede ayudar notablemente a la colaboración en los proyectos.

La videoconferencia ha sido usada desde hace algunos años en el ámbito de la empresa, ahora, empieza a ser utilizada con mayor asiduidad en ámbitos de la enseñanza e investigación, en ámbitos privados y en encuentros cara a cara, lo que sería una especie de chat con imágenes en tiempo real.



En una videoconferencia se pueden utilizar diferentes tecnologías, que se basan en el cumplimiento de estándares internacionales, como H.323, SIP o MEGACO. En los siguientes puntos expondremos una explicación sobre las tecnologías aplicadas en la videoconferencia, centrándonos, esencialmente, en el estándar H.323. Así como, los diferentes componentes necesarios para la misma. Esto incluye, tanto a la red como a los equipamientos necesarios.

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

H.323 es un estándar desarrollado por la ITU (International Telecommunication Union), está compuesto por un conjunto de estándares, que hacen posible la comunicación multimedia sobre redes, aunque no proporcionan calidad de servicio (QoS). Las redes de paquetes conmutadas que, actualmente, predominan en todos los lugares, son TCP/IP e IP sobre Ethernet, Fast Ethernet y Token Ring. Por eso, los estándares H.323 son la base principal para la realización de un amplio número de aplicaciones basadas en redes de paquetes para la comunicación multimedia y el trabajo compartido.

El estándar tiene amplitud y está en continuo desarrollo, lo que le hace tener unas excepcionales características para las videoconferencias. Incluye, desde dispositivos específicos hasta las tecnologías introducidas en los ordenadores personales. Además, de servir tanto para comunicación punto-punto como para conferencias multi-punto. H.323 contempla, también, temas sobre el control de llamadas, la gestión multimedia y la gestión de ancho de banda, además de los interfaces entre redes de paquetes y otro tipo de redes.

## **2.2.1 Tipos de videoconferencia**

Se pueden establecer diferentes clasificaciones de videoconferencias, dependiendo de sus características técnicas o de la funcionalidad o calidad que se quiera alcanzar.

Nos basaremos en las características técnicas de las videoconferencias para establecer una clasificación y dentro de esta clasificación explicaremos sus diferentes funcionalidades dependiendo del objetivo que se le quiera dar a la videoconferencia. Dividimos las videoconferencias en videoconferencias punto a punto o multipunto.

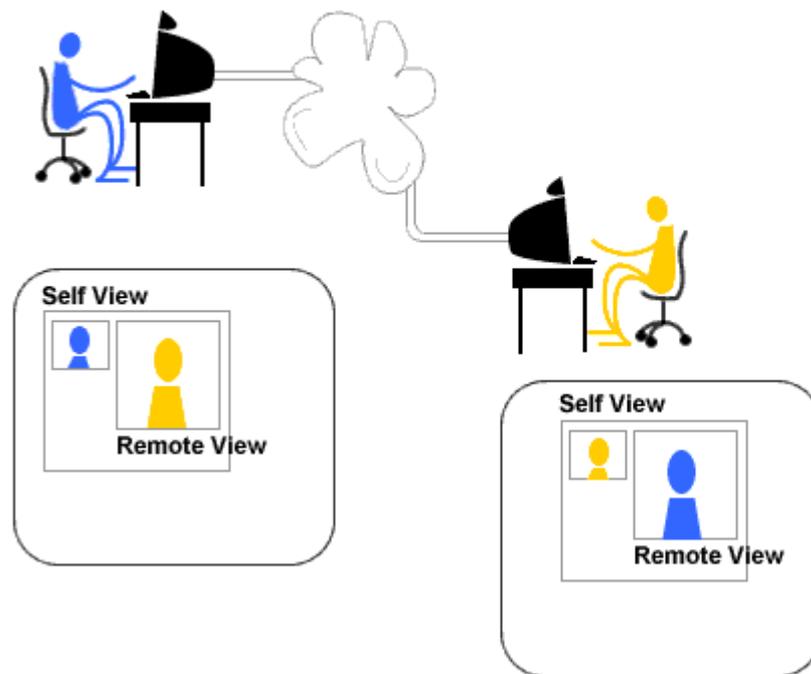
### **2.2.1.1 Videoconferencias punto a punto**

La videoconferencia punto a punto consiste en la conexión entre dos puntos de accesos (por ejemplo, ordenadores personales). Pero esto no quiere decir que sean únicamente dos personas las que se comunican mediante una videoconferencia. Se pueden comunicar uno a uno, uno con un grupo o un grupo con otro grupo.

La Videoconferencia punto a punto permite la conexión entre dos equipos. La imagen del interlocutor aparece en la pantalla del otro comunicante y se puede hablar, escuchar e intercambiar información con la otra persona como si ambos estuvieran sentados a la misma mesa de trabajo, uno enfrente del otro. Del mismo modo, se puede compartir aplicaciones y documentos ubicados en el ordenador de cada uno. Cuando un usuario abre una aplicación en su ordenador, la copia aparece en la

pantalla del ordenador del otro. Incluye, también, la posibilidad de trabajar juntos en una pizarra electrónica y de transferir ficheros durante la misma reunión por Videoconferencia.

## Point to Point Call: Desktop



**FIGURA 2.4: videoconferencias punto a punto (one-to-one).**

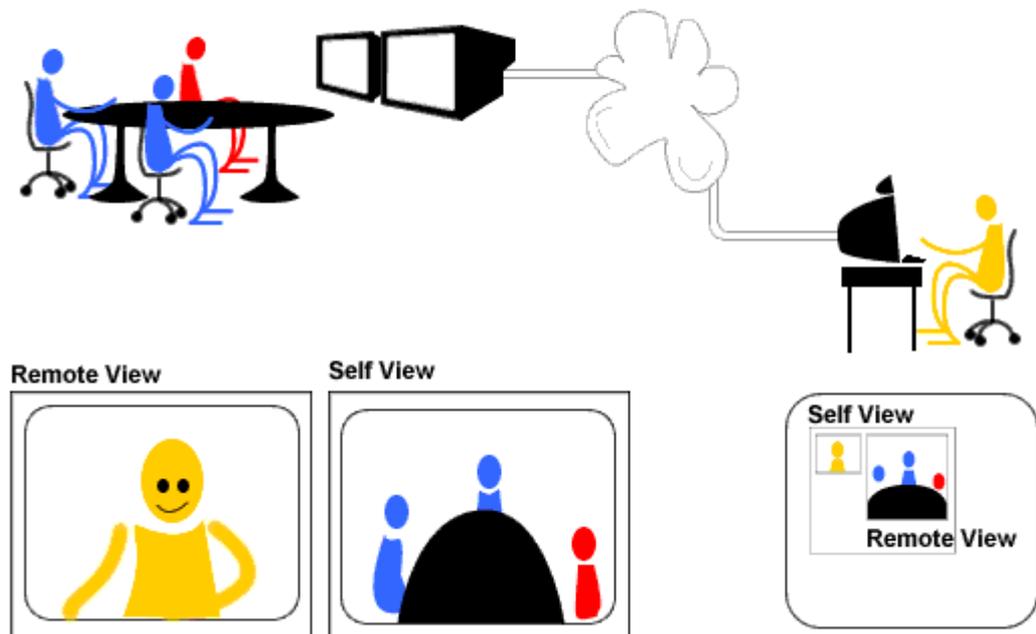
La videoconferencia uno a uno (Desktop) está encarada a las comunicaciones entre personas lejanas, que poseen un ordenador personal en casa y quieran comunicarse, como si estuviésemos realizando un chat pero con imágenes, aunque también, se utiliza en el ámbito de la investigación y en ámbito profesional. Pero sobre todo, está encarado al ámbito doméstico.

El modelo básico formado por este tipo de videoconferencia se base en una cámara compacta (webCam) con un micrófono simple, que capture imágenes y sonidos y unos altavoces, que pueden estar integrados dentro del mismo monitor del ordenador personal para escuchar y ver a la persona con la que se está interactuando.

Suelen ser sistemas muy baratos, donde la compresión de audio y video se suele hacer mediante software, evitando así, los elevados costes de los sistemas de compresión en hardware. Es un sistema donde la calidad no es lo más importante, ya que el material del cual se parte no tiene buena calidad ni buena resolución. Pero es un sistema que permite compartir documentos, aplicaciones y la comunicación entre personas.

Es una opción de videoconferencia con un gran potencial, ya que es barata y fácil de instalar en las domicilios particulares y el software a utilizar (Netmeeting, CU-SeeMe) suele ser de acceso gratuito. Además, cada vez más, las empresas que diseñan software para videoconferencia de este tipo suele utilizar estándares de transmisión, que permiten la interoperabilidad entre diferentes usuarios, que utilizan redes heterogéneas.

## Point to Point Call: One to Group



**FIGURA 2.5: videoconferencias uno a grupo (one-to-group).**

El tipo de videoconferencia uno con un grupo (One to Group) consiste en que en uno de los equipos se encuentre una persona, que se comunica con el otro equipo, donde en ese terminal ya no hay una sola persona sino un grupo.

Este tipo de videoconferencia está orientado a la práctica empresarial, por lo que la calidad de la transmisión suele ser bastante mejor que el one-to-one, al igual, que la calidad de los equipos que se utilizan.

Al existir un grupo de personas en uno de los equipos, las condiciones de ese terminal y de esa sala donde se emite varían, aunque se puede utilizar los mismos elementos que para una persona sola. Habitualmente, se distinguen dos tipos de alternativas en la configuración de los elementos que intervienen: un sistema de sala fija y un sistema móvil en el equipamiento.

El sistema de sala (Room System) ofrece la calidad más alta disponible, pero también, el coste más elevado. Este sistema implica una habitación especialmente diseñada para la videoconferencia, con sus características acústicas y luminosas diseñadas para el evento. Múltiples micrófonos y cámaras son montados y un control técnico que permita la mezcla de las señales de audio y video, y que asegure que cada persona en la sala pueda ser escuchada claramente, además de oír a los otros interlocutores. También, se pueden incorporar otras señales de video, por ejemplo, para compartir documentos y datos o para tener un feedback de nosotros mismos.

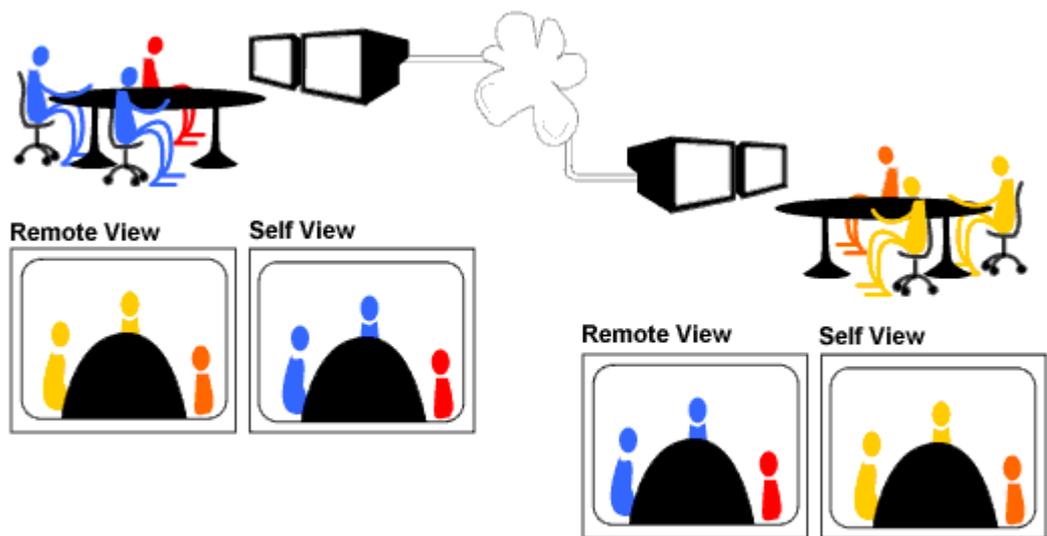
Muchos de los componentes de esta sala (micrófonos, altavoces, cámaras, monitores) son comprados en proveedores altamente especializados. Así como, la

red y la codificaciones/decodificaciones, que son las que otorgan la capacidad de las videoconferencias, suelen ser sistemas propietarios de empresas especializadas. Los costes de este sistema son bastante elevados por lo que lo suelen utilizar grandes corporaciones, que pueden justificar dicho gasto.

El sistema móvil (Roollabout) es un sistema intermedio para grupos reducidos. En una plataforma móvil y por lo tanto, fácilmente desplazable de sala en sala, se incorporan la cámara, micrófono, monitor y el software necesario. Este carro móvil puede ser controlado desde una unidad de control remoto mediante sistemas inalámbricos.

La calidad de este sistema no puede alcanzar a la del sistema de sala, aún no siendo mala, pero su precio más asequible lo hacen más conveniente para pequeñas y medianas empresas. Además, de garantizar un mayor grado de flexibilidad a la hora de realizar la videoconferencia.

### Point to Point Call: Group to Group



**Note:** Most systems allow this kind of conference with only one monitor. In that case, the self view comes up inside a "picture in picture" window on the main monitor.

**FIGURA 2.6: videoconferencias grupo a grupo (group-to-group).**

El tipo de videoconferencia grupo con grupo (Group to Group) consiste, esencialmente, en que en cada uno de los equipos de videoconferencia se encuentra una sala con un grupo de personas.

La videoconferencia grupo con grupo se suele utilizar en ámbitos universitarios. En una aula con videoconferencia estaría una clase con su profesor y en otra aula distante lo mismo. Los profesores se encargarían de hacer sus explicaciones a ambos grupos y también se encargarían de moderar los turnos de preguntas. Además, se incorporarían otro tipo de elementos no humanos como una pantalla con transparencias o como el intercambio de aplicaciones, que tendría que ser observable por ambos grupos.

Las salas que se dedican a estas actividades deben cumplir unos requisitos especiales para poder hacer más confortable la comunicación. Por ejemplo, los



micrófonos deben tener la suficiente calidad para que capten a las persona que habla y no captan, a su vez, excesivo ruido de fondo, debe evitarse la realimentación entre los micrófonos y los altavoces, las cámaras tendrían una buena calidad para poder mostrar a todas las personas que intervienen en un plano fijo o tener algún mecanismo de control que enfocará a las personas que intervienen.

## 2.2.1.2 Videoconferencias multipunto

La Videoconferencia multipunto o MultiVideoconferencia es el sistema que se utiliza cuando la reunión requiere la participación de más de dos personas ubicadas en sitios distintos. En este tipo de videoconferencia, todos los sitios que participan llaman a la Unidad Multipunto de control de la Videoconferencia (MCU, Multipoint Control Unit) que sirve de puente entre los diferentes participantes. En este caso, al igual que en las punto a punto, las personas que se ven en la pantalla llegan a sentirse miembros del grupo como si todos estuvieran alrededor de la misma mesa.

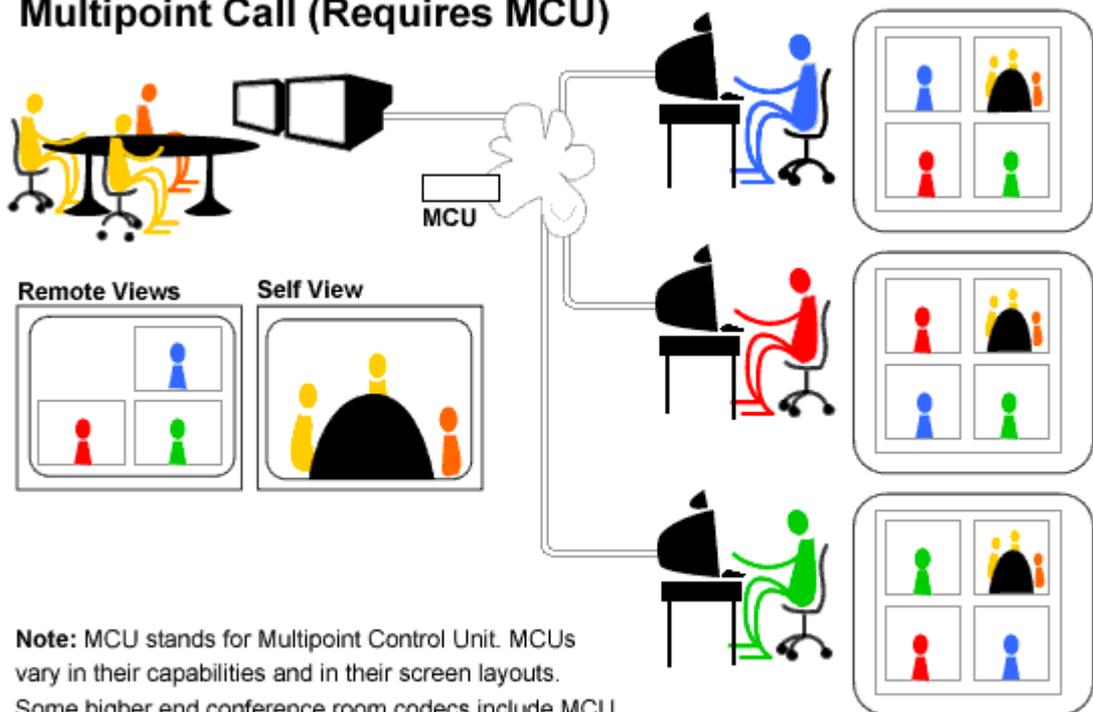
En este tipo de videoconferencias, se puede utilizar tanto de manera sofisticada, con equipos de gran calidad para reuniones de empresas, como para un encuentro informal de amigos con una webcam con el ordenador personal de domicilio. Hay múltiples opciones de configuración de la videoconferencia, según nos interese: por la manera en la que se quiere ver a los otros participantes, la manera en la que se los escuchan o quién controla la reunión.

Según lo que se quiere ver, se puede diferenciar en que cada participante puede observar en su monitor o monitores a todos los demás participantes de manera permanente, complicado si hay muchos participantes, aunque se puede seleccionar un grupo reducido, o también se puede observar la imagen de la persona que esté hablando en ese momento y la de uno mismo.

Según la manera en que llega la voz se puede diferenciar, entre half duplex (a modo "walkie-talkies"), donde todos los participantes escuchan a una persona que habla y ésta de alguna manera debe indicar que puede hablar otra persona diferente y full duplex, donde el sonido es natural, en el sentido de que se puede escuchar a cada uno todo el tiempo.

Otra diferenciación se puede realizar en como se posee el control de la reunión: puede que no haya control, donde todas las personas desde todos los sitios pueden hablar ininterrumpidamente con todos, aunque, habitualmente, se designa un moderador de manera consensuada, como si fuera un debate, para que exista algo de entendimiento; puede haber un "testigo" de control, que puede ser incluido con la tecnología de la videoconferencia, tanto en los terminales como en la MCU, el que posea en testigo será visto y oído por la otras persona hasta que lo pase a otro participante; y también, existe el estilo lectura, es una variación de la anterior, donde un terminal es designado como líder de la reunión y puede activar/desactivar a los diferentes terminales para que sólo puedan oír, ver o dónde, también, puedan hablar, según convenga.

## Multipoint Call (Requires MCU)



**Note:** MCU stands for Multipoint Control Unit. MCUs vary in their capabilities and in their screen layouts. Some higher end conference room codecs include MCU capability for up to four sites.

### **FIGURA 2.7: multivideoconferencia.**

Existen varios métodos de gestionar las conferencias multipunto, pero destacan dos: las conferencias centralizadas y descentralizadas.

Las conferencias centralizadas para el sistema H.323, que es el estándar más utilizado, requieren de una MCU, donde todos los terminales envían audio, video, datos y flujos de control a la MCU en un comportamiento punto-punto. El controlador multipunto (MC) gestiona de forma centralizada la conferencia usando las funciones de control del protocolo H.245 que, también, definen las capacidades de cada terminal. El procesador multipunto (MP) es el encargado de mezclar el audio, distribuye los datos y mezcla/conmuta el video y envía los resultados en flujos de vuelta a cada terminal participante.

En las conferencias multipunto descentralizadas se puede hacer uso de tecnología multicast. Los terminales H.323 participantes envían audio y video a otros terminales participantes sin tener que 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.

Una de las ventajas de las conferencias centralizadas es que todos los terminales soportan comunicaciones punto a punto. La MCU puede enviar varios flujos unicast a los participantes y no se requiere ninguna capacidad de la red especial, para pocos participantes. 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.

En cambio, las descentralizadas, al utilizar paquetes Multicast hacen más eficiente el uso del ancho de banda de la red, pero supone una más alta carga computacional en



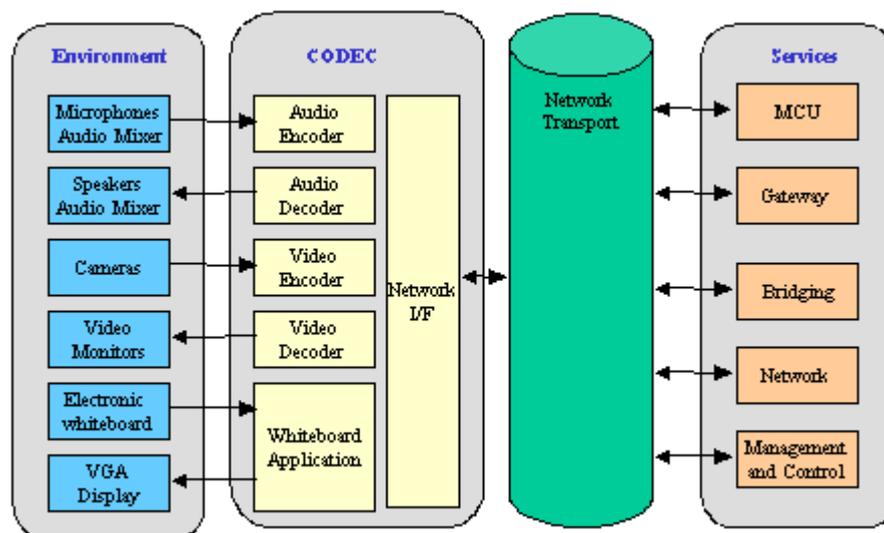
los terminales que tienen que mezclar y conmutar entre los flujos de audio y video que reciben. Además, el soporte al tipo multicast es necesario en elementos de la red como routers y switches.

Las conferencias multipunto híbridas usan una combinación de características de las centralizadas y descentralizadas. Las señalizaciones y cualquier flujo de audio o video son procesados a través de mensajes punto a punto enviados a la MCU. Las restantes señales (audio o video) son enviadas por el MCU a los participantes a través de paquetes multicast.

## 2.2.2 Componentes de una videoconferencia (H.323)

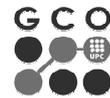
Todo terminal de videoconferencia debe poseer unos componentes básicos para poder llevar a cabo su misión de la mejor manera: una cámara (para capturar la imagen local), un vídeo (para poder emitir la imagen remota), un micrófono (para capturar el sonido local) y unos altavoces (para reproducir el sonido remoto).

Además, de estos componentes obvios, una videoconferencia necesita también, un codec (COmpresor/DECompresor), interfaz de usuario, un ordenador y una red de conexión. Cada uno de estos componentes, juega un papel clave a la hora de determinar la calidad, fiabilidad, rendimiento y en definitiva, en el éxito de la videoconferencia, para las necesidades específicas de la aplicación, que se quieran obtener. La mayoría de estos componentes son genéricos para cualquier sistema de videoconferencia, encontrándose la gran diferencia entre sistemas, en la parte de manejo y optimización de las llamadas por la red. A continuación se dará una explicación del rol que juega cada uno de los componentes.



**FIGURA 2.8: componentes y servicios de una videoconferencia.**

El modelo de la FIGURA 2.8 muestra una visión del escenario, en el cual ocurre una llamada de videoconferencia, mientras que, a su vez, también ilustra diferentes opciones para comunicaciones adicionales.



Los dos recuadros de la izquierda del modelo representan el típico terminal final de videoconferencia. El recuadro de Codec está subdividido en varios componentes, que son los encargados de manejar el audio, el video y el contenido de datos y en un interfaz de red, que permite el transporte de los datos comprimidos, desde el terminal inicial hasta el terminal de recepción. Los elementos del primer recuadro, el de entorno, son muy cercanos al codec, ya que son componentes de entrada y salida específicos, que sirven de interfaz con el usuario final. Como un terminal final no tiene sentido que se comunique el sólo, una red de transporte es el siguiente elemento necesario, para poder conectarse con otros terminales, ya estén próximos o en la otra parte del mundo.

En la parte derecha del modelo, se pueden observar algunos de los servicios más típicos en videoconferencia. El estándar H.323 define tres componentes adicionales para extender o mejorar el acceso a las funcionalidades de la videoconferencia. Los componentes son los gatekeepers (conocidos como servidor de llamadas), los gateways (“puertas de entrada”) y los MCU (Multipoint Control Unit). Además, se desarrollan y mejoran otros servicios dentro del estándar H.323 como la seguridad o la facilidad de uso del entorno de red. El entendimiento y manejo adecuado de estos componentes es básico para el éxito de las videoconferencias multiusuarios. Posteriormente se explicará con más detalle la funcionalidad de estos componentes.

### 2.2.2.1 La cámara principal

Por naturaleza, en una videoconferencia debe existir, al menos, una fuente de video en cada terminal del conferenciante. Las cámaras tienen como función básica capturar la información de video para enviársela al codec.

La fuente de video más común es una simple cámara que captura las imágenes en movimiento de uno de los usuarios finales para podérsela enviar al otro usuario en casi tiempo real, este concepto de casi tiempo real es básico para el éxito o fracaso de la videoconferencia.

Cuando seleccionamos una cámara para videoconferencia es importante entender que la selección de esa cámara determinará la calidad de la imagen que verá nuestro conferenciante de nosotros y si nosotros queremos que se vea esa calidad de imagen. Las cámaras pueden variar mucho su precio y su funcionalidad dependiendo de las características de las mismas. Unos cuantos parámetros a distinguir, a la hora de la elección son el PTZ (Pan-Tilt-Zoom, vista panorámica, subir/bajar la imagen y aproximación/alejamiento), el tipo de lentes (ángulo amplio/ángulo cerrado), focus automático o manual, control remoto, control RS-232 o USB. Se debe seleccionar, la cámara correcta dependiendo del uso que se le quiera dar (es decir, número de participantes, sala a utilizar, temperamento de los usuarios, etc.).

Hay cámaras que utilizan sofisticados sistemas, que usan múltiples sensores capaces de localizar a la persona que esta hablando en la sala y de mover la cámara hacia esa persona. El uso de cámaras CCD o digitales no es necesario en videoconferencia porque la mayoría de la información que proporcionan esas cámaras será descartada por los codecs, a no ser que se quiera una gran calidad en el sistema, pero además, de necesitar un mayor ancho de banda y un procesador que soporte el mayor trabajo a realizar por el aumento de información de los codecs, también, se encarece excesivamente el coste del equipo.

También, se puede utilizar una cámara opcional, montada sobre un brazo movable para poder enfocar los documentos, transparencias o aplicaciones que el usuario este visualizando en su ordenador personal.



### 2.2.2.2 Monitores

Además de la captura del video local, una videoconferencia debe mostrar la señal de salida de video remota que vamos recibiendo.

Esta señal de video se muestra en un monitor, a menudo en el del mismo PC, pero se pueden mostrar en televisores normales, panorámicos e incluso en proyectores, dependiendo de las necesidades de la videoconferencia. Los monitores deben ser vistos por todos los participantes de la sala. Con frecuencia, es necesaria la utilización de más de un monitor para salas grandes. Una imagen pequeña de la señal de video provoca la paulatina pérdida de atención de los conferenciantes.

El tamaño de la pantalla y de la resolución del monitor afecta al tamaño y a la claridad de la ventana de video que se recibe y a la integración con otras aplicaciones que se utilizan. La calidad de la ventana de video que se muestra también depende de una manera substancial de los codecs que se utilizan y del ancho de banda de la red. La ventana de video que se observa, sobre todo en los monitores de los PC, suele estar compartida con otras aplicaciones siendo posible observar la ventana entera o sólo un tamaño reducido de la misma.

### 2.2.2.3 Componentes de audio

El audio es muy importante en una videoconferencia y a menudo, es considerado más importante que el video. Se puede perder la señal de video o tener una mala calidad de ella, pero el audio debe emitirse perfectamente. La videoconferencia se podría convertir en una teleconferencia. De otra manera, una pobre calidad o el sonido entrecortado hecha a bajo la videoconferencia.

Los componentes encargados de capturar la señal de sonido se llaman micrófonos y los encargados de reproducir la señal de sonido remoto se llaman altavoces y son componentes críticos para el sistema. La pareja altavoz-micrófono debe tener asociadas características como aceptación de la transmisión de audio full-duplex (comunicación simultánea en los dos sentidos), cancelación de eco, supresión de ruido, y mezclado de audio. También, es importante la colocación de los micrófonos y altavoces en la sala con el fin de evitar fenómenos indeseables como el feedback.

### 2.2.2.4 Codificadores/Decodificadores

El codec se puede considerar el corazón de la videoconferencia en los terminales. Codec es la abreviatura de "COmpresor/DECompressor" y existe una amplia variedad de algoritmos utilizados para comprimir y descomprimir la información de audio y/o video.

La señal de televisión normal contiene 90 millones de bits de información por segundo. Esta información debe ser transmitida por conexiones de red caras y con limitado ancho de banda, por eso, se hace necesaria la compresión de tal volumen de datos y ahí, es donde actúan los codecs. Se encargan de reducir ese volumen de datos hasta un nivel de información adecuado para ser transmitida de una manera más eficiente.

Sin algún tipo de codec (hay muchos tipos de codecs de audio y video que cumplen los estándares), la transmisión de una videoconferencia requeriría de grandes cantidades de ancho de banda de la red. El codec es el encargado de coger los sonidos e imágenes capturados por la cámara y el micrófono local y comprimir esa



información, de manera, que sea transmitida por la red de forma rápida para poder establecer una comunicación en casi tiempo-real. Cuando la información comprimida es recibida por el equipo remoto, el decodex de ese equipo remoto es el encargado de descomprimir y mostrar las imágenes y el audio al usuario remoto. Hay que pensar en la videoconferencia como una conversación en tiempo real. Y esa percepción de tiempo real es función de lo rápido que los codecs han comprimido/descomprimido los datos y de lo rápido y fiable que esos datos comprimidos van y vuelen a través de la red.

Los codecs pueden ser componentes hardware o componentes software. Los codec hardware suelen ser más rápidos en completar sus tareas de compresión/descompresión, estos codecs con frecuencia llevan un procesador a parte del sistema. Esto, para un equipo de sobremesa, puede significar más recursos para poder utilizar otras aplicaciones del sistema. Los codecs software, generalmente, son más baratos y sencillos de instalar, pero tienden a producir menor calidad en la conferencia.

Para que una videoconferencia tenga éxito, los equipos terminales deben poder negociar el tipo de codecs a utilizar en la transmisión. Un equipo terminal puede poseer una amplia gama de codecs, pero al menos, uno de ellos, debe ser soportado por los otros equipos, por eso, se utilizan codecs estándares. Aunque, también se puede utilizar codecs, propietarios, que mejoran el rendimiento, calidad y fiabilidad, siempre que los equipos implicados lo posean.

### **2.2.2.5 Interfaz de usuario**

Todos los sistemas que serán usados por usuario tienen que tener una interfaz de usuario. Esta interfaz debe de ser lo más amigable para el usuario (user friendly) y en gran medida, determina el éxito o el fracaso del sistema.

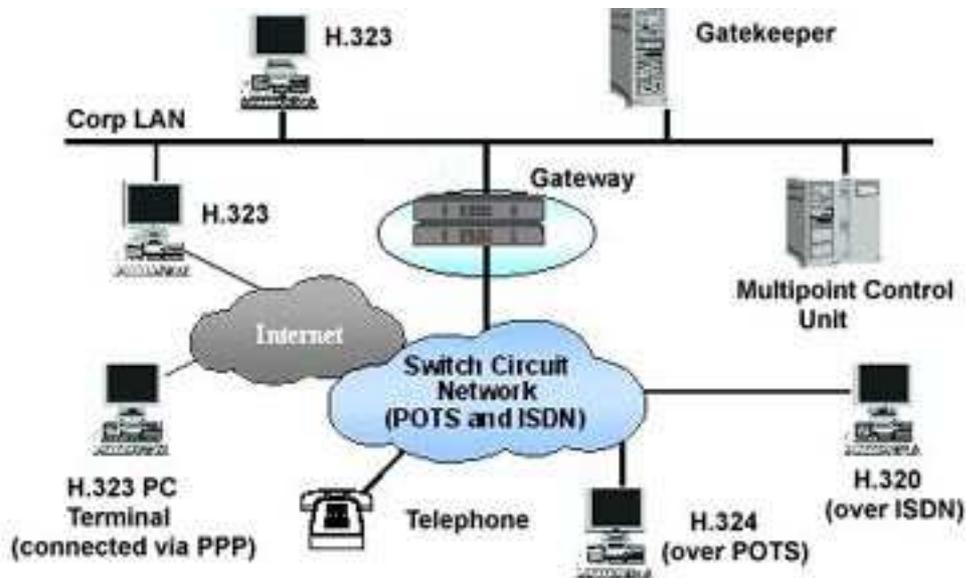
La importancia de la interfaz de usuario puede pasarse por alto si el sistema es muy complejo, como es el caso de una videoconferencia. A menudo, se pueden comparar sistemas de videoconferencia basados solamente en la calidad de su audio y video y no se consideran otras características del sistema, que pueden ser determinantes como el menú para marcar y para recibir llamadas, como de fácil es instalar la aplicación, si se pueden o no compartir otras aplicaciones, interacción con los dispositivos de audio y video, cumplimiento de estándares.

### **2.2.2.6 La red (Topología)**

La recomendación H.323 cubre los requerimientos técnicos para que se puedan ofrecer los servicios de comunicaciones entre redes diversas basadas en paquetes (PBN), que pueden no proporcionar calidad de servicio (QoS). Estas redes de paquetes pueden ser redes de área local (LAN's), redes de área extensa (WAN), Intra-Networks y Inter-Networks (incluyendo Internet). Esas redes pueden estar compuestas 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 red de un sistema H.323, estos son: Gateways, Gatekeepers, Controladores Multipunto (MC), Procesadores Multipunto (MP) y Unidades de Control Multipunto (MCU).

La topología típica definida por el H.323 se puede expresar en la FIGURA 2.9. Aquí, se ponen de manifiesto los diferentes elementos que intervienen:



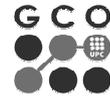
**FIGURA 2.9: topología de H.323.**

El **Gateway** (o pasarela) es un elemento opcional de la red H.323, que es necesario para interoperar con los terminales H.323 de otras redes de circuitos (como las redes de circuitos conmutados). Las pasarelas son los mecanismos de traducción para la señalización de llamadas, la transmisión de datos o las transducción de los códigos de audio y video.

Las pasarelas se conectan directamente con terminales H.323 o bien con otras pasarelas o terminales en otras redes y realiza múltiples servicios, siendo el principal las funciones de adaptación entre formatos de transmisión (por ejemplo H.225.0 a H.221), así como, entre procedimientos de comunicación (por ejemplo H.245 a H.242). Además, el gateway también traduce entre los codecs de audio y video utilizados en las diferentes redes y procesa la configuración de la llamada y la liberación de la comunicación. El gateway es un tipo particular de terminal y es una entidad llamable (tiene una dirección asociada).

El propósito del gateway es intercambiar las características del terminal en la red basada en paquetes con el terminal de la Red de Circuitos Conmutados y viceversa. Las principales aplicaciones de los gateways son:

- Establecer enlaces con terminales telefónicos analógicos conectados a la RTB (Red de Telefónica Básica). Potencialmente, se podría llamar a cualquier teléfono del mundo.
- Establecer enlaces con terminales remotos, que cumplen el estándar H.320 sobre redes RDSI basadas en circuitos conmutados.
- Establecer enlaces con terminales remotos, que cumplen el estándar H.324 sobre líneas de telefonía estándares.
- Establecer enlaces con terminales remotos, que cumplen el estándar H.324M sobre redes móviles mediante el GSTN (General Switched Telephone Network).
- Establecer enlaces con diferentes redes, por ejemplo: entre diversas sucursales de una misma compañía o de diferentes compañías.



Muchas de las funciones del gateway son dejadas al libre albedrío del diseñador. Por ejemplo, el número de terminales H.323 que pueden comunicarse a través del gateway, el número de conferencias individuales soportadas, la inclusión de funciones multipunto, las funciones de conversión de audio/video/datos.

El **GateKeeper**, es un elemento opcional de la red H.323 que proporciona servicios al resto de elementos, que permiten que la videoconferencia H.323 sea más fiable y segura. No obstante, este elemento constituye la base para el desarrollo de servicios y para la aplicación de esta tecnología en entornos con un número de terminales medio-grande.

El Gatekeeper es un elemento opcional de la arquitectura, lo que permite a los terminales, que se comuniquen directamente entre sí, a través de su dirección IP, sin la necesidad de disponer de Gatekeeper. Actúan como punto central de todas las llamadas dentro de su zona y proporcionan servicios a los terminales registrados y control de las llamadas. Las funciones más importantes del control de llamadas en el gatekeeper son:

- Traducción de direcciones desde el pseudónimo de la red H.323 a direcciones IP o IPX, tal y como viene especificado en RAS (Remote Access Service).
- Gestión del ancho de banda. Por ejemplo, si un administrador de red especifica un número de videoconferencias simultáneas, el gatekeeper puede rechazar la entrada de más conexiones al sistema. El efecto es la limitación del ancho de banda total de las videoconferencias, para poder dejar ancho de banda suficiente para realiza otras operaciones como enviar un mensaje, transferencia de ficheros y otros protocolos.

Una característica opcional del gatekeeper es la facilidad para enrutar las llamadas. Si la llamada es enrutada ésta puede ser controlada de manera más efectiva. Los proveedores del servicio podrán, así, facturar las llamadas realizadas a través de su red. Además, el gatekeeper puede tomar decisiones, que involucren el balanceo entre varios gateways. También se puede re-enrutar la llamada a otro terminal en el caso en que no se encuentre disponible el terminal llamado.

Los gatekeepers juegan un papel en las comunicaciones multipunto, para soportar videoconferencias multipunto. Los usuarios pueden utilizar un gatekeeper para recibir los canales de control H.245 de dos terminales conectados punto-punto. En cualquier momento, al cambiar la videoconferencia a multipunto, el gatekeeper redirecciona el canal de control H.245 a un controlador multipunto (MC), que es el encargado de distribuir la información de control.

A pesar de que el Gatekeeper no es un elemento obligatorio, si existe, los terminales deben usarlo. Para que un terminal se registre y conozca al gatekeeper que le corresponde se puede enviar un mensaje de registro unicast a la dirección IP del gatekeeper o enviar un mensaje multicast para averiguar el gatekeeper (GRQ) correspondiente.

Algunos de los servicios, que el estándar H.323, identifica para que el gatekeeper pueda proveerlos son:

- Traducción de direcciones. Esta funcionalidad mapea el alias o “el número del video teléfono” del usuario a direcciones de transporte física, usando para ello, una tabla que es actualizada con los mensajes de registro que le llegan.
- Control de Admisión. Esta función permite aceptar o declinar una llamada basándose en múltiples criterios como los niveles de autorización que posee el usuario, el ancho de banda disponible o algún otro criterio que es dejado al

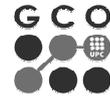


- fabricante. Los gatekeepers más simples pueden admitir todas las peticiones, es decir, que no realizan ningún tipo de control.
- Control del ancho de banda. Se encarga de la gestión del ancho de banda, comprobando la sobrecarga de la red y actuando en consecuencia, limitando las conexiones o redistribuyendo el ancho de banda asignado. Con este control y gestión de la llamada se tiende a desarrollar procedimientos para mejorar la calidad de servicio (QoS) del protocolo IP. También, se puede aceptar todas las peticiones de ancho de banda.
  - Gestión de zona. El gatekeeper debería suministrar las funciones anteriores a todos los elementos que están registrados en su zona de control (terminales, MCU, gateways). También, controla los accesos externos que se quieran hacer por parte de terminales H.323 a terminales de su zona de control.
  - Señalización de control de llamada. El gatekeeper puede procesar unas señales de control de llamadas particulares, permitiendo el paso directo de las otras señales a los terminales y permitiendo al gatekeeper, al estar más descongestionado, un mejor control de los errores y de la administración.
  - Autorización de llamada. El gatekeeper puede rechazar un tipo de llamada específico o un recurso desde un terminal debido a que existe un acceso restringido desde o hacia dicho terminal o que tenga un acceso restringido temporal. El criterio para determinar si se pasa la autorización o falla, está fuera del alcance de H.323, puede estar basado en la dirección IP, en diferentes tipos de alias de los usuarios.
  - Gestión de llamadas. Se puede mantener una lista con las llamadas en curso, esta información, puede ser utilizada posteriormente para indicar si un terminal está ocupado o para dar información a la función de gestión de ancho de banda. También, puede mantener información de la duración de las llamadas y los registros de las mismas, para posteriormente ser facturadas por algún otro proceso.
  - Funciones para las PBX (Private Branch eXchange). Telefonía privada para empresas. El gatekeeper puede proveer servicios tales como identificación de llamadas, llamada en espera, retorno de llamadas. Estas características hacen posibles aplicaciones como la videorecepcionista o el videomensaje electrónico.
  - Otros como: estructura de datos de información para la gestión, reserva de ancho de banda y servicios de directorio.

**Unidad de Control Multipunto (MCU)**, es el elemento funcional de la red H.323 que permite soportar comunicaciones multipunto, es conocido como el servidor de la videoconferencia, y permite la conexión entre tres o más terminales H.323. A diferencia de entornos como la RDSI, la capacidad de transmisión multicast de las redes IP no requiere la utilización de un elemento externo a los terminales para realizar funciones de mezclado de medios. Por esta razón, la MCU esta dividida en dos partes: el controlador multipunto (MC) y el procesador multipunto (MP).

El controlador multipunto es obligatorio y controla las funcionalidades de los terminales, además de gestionar las negociaciones H.245 entre todos los terminales para determinar las capacidades comunes para el procesado de la voz, video y audio. El MC también controla los recursos de la conferencia para determinar cuales de los flujos, si es que los hubiere, son multicast y el control de los miembros de los grupos. Las capacidades son enviadas por el MC a todos los terminales indicando el modo en el que se puede transmitir. El conjunto de capacidades puede ir variando dependiendo de la salida o entrada de nuevos terminales.

El procesador multipunto (MP) que se encarga de realizar las funciones de mezcla, conmutación y procesado de medios (audio, vídeo, datos). Las capacidades de los



componentes MP y MC pueden estar implementadas en un componente dedicado o ser parte de otros componentes H.323, como pueden ser el gatekeeper, el gateway o el terminal. La comunicación entre el MP y MC no es cuestión del estándar.

Dependiendo del tipo de videoconferencia que se utilice, centralizada o distribuida, la localización de la MCU varía notablemente. En una conferencia con MCU centralizada, el MP y el MC son incluidos en un mismo equipo, al cual, todos los terminales se conectan. Viene a ser como una configuración en estrella y el MCU está en el centro. Cada llamada entre el terminal y la MCU se realiza punto a punto. En la distribuida, los componentes del MCU están, en cierto grado, incorporados en los terminales. El MC de un terminal será el que controle la conferencia, mientras que cada terminal, al tener MCU, podrá enviar/recibir paquetes, de acuerdo, a su propia capacidad. Estos paquetes son enviados mediante multicast, para así, poder facilitar la participación e identificación del grupo, además de ahorrar ancho de banda.

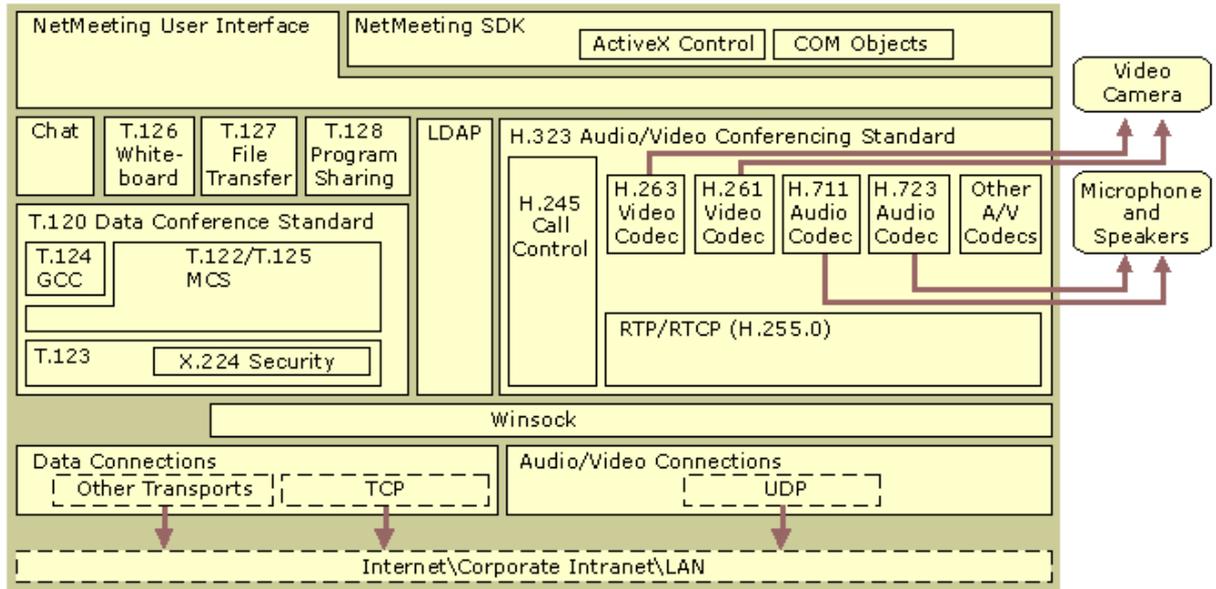
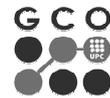
### 2.2.3 Arquitectura H.323 de una videoconferencia

En este apartado, se va a explicar la arquitectura de los protocolos, que se utiliza para las videoconferencias, que siguen el estándar H.323, en concreto se pone un ejemplo de la arquitectura que utiliza NetMeeting, la aplicación de videoconferencias de Microsoft.

El NetMeeting utiliza las capacidades de la arquitectura de la interconexión de capas. Cada capa pasa datos a capas superiores o a capas inferiores. Esta arquitectura está basada en una serie de estándares industriales, que asegura que los fabricantes puedan desarrollar los productos y servicios de manera independiente y la vez compatible, con la plataforma que utiliza NetMeeting y que estos productos puedan, además, interactuar con los clientes de NetMeeting.

Es decir, el NetMeeting sigue la arquitectura OSI (Open System Interconnect) de la ISO, al menos, en sus cuatro primeras capas (Física, enlace, red y transporte) de manera bastante consistente, pero las tres últimas capas (sesión, presentación y aplicación) las unifica en una sola, la de aplicación, donde se utilizan los estándares propios de NetMeeting como el SDK (Software Development Kit) de NetMeeting y su interfaz de usuario. A caballo, entre la capa de transporte y la de aplicación se encuentran los estándares de H.323 y estándares para el control, sincronización y reserva de ancho de banda de las videoconferencias como el RTP, el RTCP o el RSVP.

El núcleo de la arquitectura de NetMeeting son los estándares de datos, audio, video y el directorio de servicios. La figura 2.10 muestra como esos estándares se interrelacionan entre ellos, en las capas de transporte, aplicación y con la interfaz de usuario.



**FIGURA 2.10: arquitectura NetMeeting.**

La arquitectura de software de videoconferencia NetMeeting se divide en tres partes básicas: la capa de transporte, el núcleo: estándares y componentes de aplicaciones y la capa de aplicación con el NetMeeting SDK y con la interfaz de usuario.

La capa de transporte es la de nivel más bajo de las mencionadas anteriormente es la responsable de trasladar, recibir y enviar la información. La arquitectura de NetMeeting incluye protocolos para la transmisión por red, tan conocidos y utilizados mundialmente como el TCP/IP (Transmisión Control Protocol/ Internet Protocol).

La información puede ser transmitida por una red corporativa o por Internet a cualquier lugar del mundo, mediante las conexiones con los protocolos TCP y UDP (User Datagram Protocol). TCP es utilizado, básicamente, para el control de la transmisión y de la llamada y para el transporte de datos, cuando se quiere que la información que se transmita sea cien por cien fiable, sin que se produzcan pérdidas de paquetes, mientras que el UDP se utiliza para las conexiones de tiempo real como la información de audio y video. Los sockets que se utilizan (Winsock) permiten el mapeo de información entre las aplicaciones y la red.

El núcleo de la arquitectura esta formada por estándares y componentes de aplicaciones, lo que le permite interoperar con productos de otras compañías que cumplan dichos estándares. Se divide en tres grupos, que son:

- **T.120.** Es un estándar de la ITU (Internacional Telecommunications Union) para transmitir datos en una conferencia. Este estándar provee protocolos para el establecimiento y administración del flujo de datos, conexiones y conferencias. Incluye estándares como el T.126 (Hoja en Blanco), T.127 (para transferencia de ficheros) y T.128 (para compartir aplicaciones). También, incluye el estándar T.123, que se encarga de la seguridad como la negociación de una llamada segura y para la transmisión de datos encriptados.
- **H.323.** Es un estándar ITU para la transmisión de video y audio, provee de un grupo de estándares para los codecs/decodecs de audio y video para codificar y decodificar las señales que llegan procedentes de los micrófonos, altavoces, cámaras y monitores, que pueden ser transmitidos con diferentes velocidades (bit rates). Usando los diferentes codecs de audio y video,



también, se pueden soportar diferentes modos de telefonía a través de Internet. El H.323 proporciona funcionalidades como el control de la llamada, la señalización de la llamada y la negociación de la velocidad del flujo de información y de la secuenciación del mismo.

- **LDAP** (Lightweight Directory Access Protocol). Es un estándar de la IETF (Internet Engineering Task Force) que provee de servicios de directorio a NetMeeting. Esta funcionalidad permite crear guías de usuarios conectados para que otros usuarios puedan llamar y comunicarse con ellos a través de TCP/IP.

En la capa de aplicación destacan dos bloques diferenciados: la interfaz de usuario y el NetMeeting SDK. El primero proporciona una aplicación fácil de usar por el usuario con botones, iconos y otro tipo de elementos. Suelen ser flexibles y adaptarse a los gustos de los usuarios, permitir pantallas completas o una visualización más compactada de la imagen. El NetMeeting SDK provee a los desarrolladores de software de las herramientas necesarias para desarrollar soluciones para el producto y para el cliente. En concreto, proporciona un API de programación, que permite incorporar a NetMeeting características como el chat, compartición de programas, incorporación en páginas Web, etc.

### 2.2.3.1 El estándar T.120

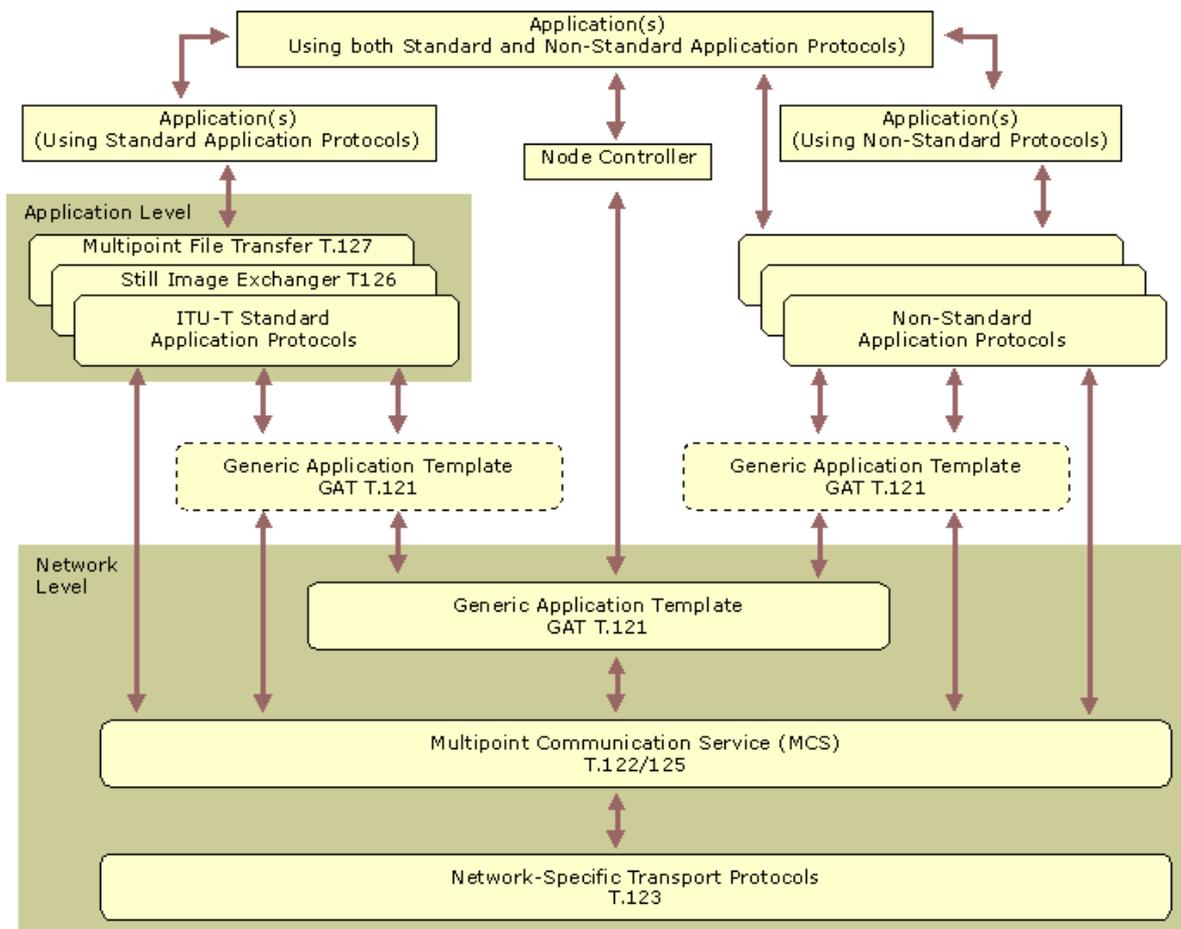
El T.120 es un estándar de la ITU (Internacional Telecommunications Union) compuesto por un grupo de protocolos de comunicaciones y de aplicaciones, que son desarrollados y mejorados por la industria de las telecomunicaciones. Usando estos protocolos los desarrolladores pueden crear productos y servicios compatibles para tiempo-real, para conexiones multipunto y conferencias.

Utilizando programas basados en T.120, múltiples usuarios pueden participar en conferencias con sesiones con diferentes tipos de redes y conexiones. Se pueden realizar conexiones, recibir y transmitir datos y se pueden realizar colaboraciones compatibles de datos.

Los principales beneficios que aportan los productos y servicios que utilizan el T.120 son que muchos usuarios pueden enviar y recibir datos en tiempo real sin errores en la transmisión, ya que, por debajo, utiliza el protocolo TCP/IP. El estándar T.120 soporta una amplia variedad de topologías como cascada, estrella, lo que le permite las conferencias multipunto de datos. Se pueden crear aplicaciones de T.120 solas, pero también, se pueden crear con otros estándares como el H.323 para integrar los datos en las videoconferencias.

La interoperabilidad de los productos T.120 se puede dividir en dos niveles: a nivel de red y a nivel de aplicación. En el nivel de red encontramos los estándares T.122, T.123, T.124 y T.125. Para poder utilizar esos estándares se debe disponer de una infraestructura que permita establecer y mantener una conferencia sin la dependencia de la red que se utiliza, poder utilizar varios programas y múltiples usuarios y poder enviar y recibir datos fielmente y de manera segura sobre una gama heterogénea de conexiones de redes. En el nivel de aplicación nos encontramos con los estándares T.126 y T.127, que aseguran que la aplicación de transferencia de ficheros y la aplicación de una pizarra electrónica pueden interoperar a través de plataformas y redes comunes y con conferencias multiusuarios.

La siguiente figura muestra la arquitectura del T.120. Esta arquitectura sigue el modelo OSI, especificando las capas a utilizar, que van desde un nivel de protocolos de red más bajo para conectarse y transmitir datos hasta un nivel de aplicación con protocolos de alto nivel, que interactúan con el usuario.



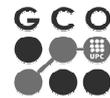
**FIGURA 2.11: arquitectura T.120.**

El estándar T.120 está compuesto de múltiples estándares, tanto de aplicación como de red, que a continuación explicamos:

- **T.121.** Este estándar provee de una plantilla genérica de aplicaciones (GAT, Generic Application Template), la cual, especifica un conjunto común de directrices para la construcción de protocolos de aplicación y de la administración de los recursos utilizados por las aplicaciones.

El T.121, también, describe como un protocolo de aplicación, debe tener las siguientes funciones: registrarse con las conferencias, aplicar sus capacidades locales y remotas, y negociar e interoperar capacidades con otras aplicaciones. Para los productos no estándares, que quieran asegurarse la interoperabilidad entre aplicaciones deben incorporar, al menos, el estándar T.121.

- **T.122.** Este estándar define los servicios multipunto, lo cual, permite que uno o varios usuarios puedan enviar datos como parte de la conferencia. El T.122 soporta diferentes tipos de topologías, que serán explicadas posteriormente. Este protocolo actúa conjuntamente con el T.125, que provee de los mecanismos para transportar los datos, y es lo que se conoce como MCS (Multipoint communication Services).

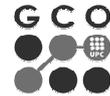


- **T.123.** Este estándar es responsable del transporte y la secuenciación de los datos. También, se utiliza para el control de los flujos de datos a través de la red, incluyendo las funciones de conectar, desconectar, enviar y recibir. También, posee de un mecanismo de corrección de errores, que asegura la fiabilidad y la precisión de la información que se recibe.

Este protocolo, también, define los estándares de seguridad (X.224.0) para la transmisión de datos en una videoconferencia.

- **T.124.** Este estándar provee de los mecanismos de control para la administración de las conferencias multipunto, conocido como GCC (Generic Conference Control). El GCC lleva a cabo las siguientes funciones: Mantiene la lista de usuarios participantes y sus aplicaciones, para poder identificar las compatibilidades entre ellas; Sirve como centro de información, tanto para los usuarios como para los datos de entrada/salida de las conferencias, además de monitorizar el progreso de la misma. Observa los recursos de la MCS, para que no suceda ningún tipo de conflicto cuando el usuario utiliza múltiples protocolos de aplicación.
- **T.125.** Este estándar especifica como son transmitidos los datos en el interior de una conferencia. Forma parte del MCS junto al T.122. El T.125 define los canales privados y los canales broadcast (para todos los usuarios), que transportan los datos, y asegura precisión y eficiencia en las comunicaciones entre usuarios.
- **T.126.** Este estándar especifica como una aplicación envía y/o recibe información desde una pizarra electrónica, de forma comprimida o descomprimida, para visualizarla o modificarla entre los múltiples participantes. También, permite que eventos desde el teclado o desde el ratón sean compartidos. La funcionalidad básica del T.126 es controlar el espacio, que otorga la pizarra electrónica entre los múltiples usuarios que pueden estar utilizándola en la conferencia.
- **T.127.** Este estándar define como se puede transferir simultáneamente un fichero (FTP) entre los participantes de la conferencia. Permite que se puedan seleccionar uno o más ficheros a ser transmitidos, de manera comprimida o no, y al usuario o a los usuarios que queramos enviárselo, mientras que hacemos la conferencia. También, se puede indicar la restricción de acceso en el fichero que se envía.
- **T.128.** Este estándar especifica el protocolo de compartición de programas, definiendo como los participantes en la conferencia pueden compartir sus programas locales, con múltiples conferenciantes que quieren ver y colaborar en la conferencia con los programas compartidos.
- **T.134.** Este estándar especifica el protocolo para la utilización de los conocidos chats de texto en la conferencia con múltiples usuarios multipunto.
- **Controlador del nodo.** Es la entidad que controla y manda las comunicaciones T.120, y es la responsable de la administración de los eventos de la red, incluyendo el control de las conexiones de la conferencia, los participantes y la información a transmitir. Usa la GCC, la MCS y otros protocolos de servicios para controlar toda la conferencia. El controlador del nodo actúa como traductor, asegurándose de que los eventos son interpretados por todos en el orden correcto.

La arquitectura de T.120 soporta diferentes topologías, que define como los usuarios se conectan a la conferencia y como transmiten datos durante la conferencia. Netmeeting soporta las topologías típicas de redes como la topología en estrella, en cascada y en línea.

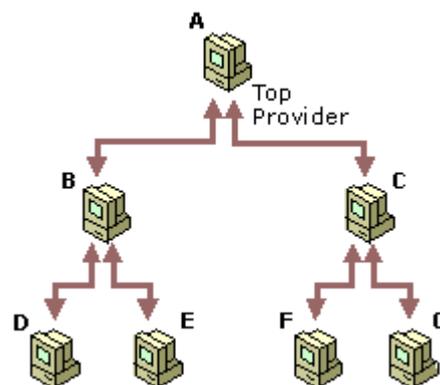


Uno de los participantes es asignado como el administrador de la conferencia (conference host). Este equipo será el encargado de manejar los recursos de la conferencia, esto incluye, el control de los programas compartidos o el encuentro entre los participantes. El administrador de la conferencia se designa en la conexión inicial de los dos primeros participantes.

Cuando se inicia una llamada a una persona, se determina si esta persona ya tiene otra conferencia en marcha o no. Si no la tuviera se crea una conferencia con la persona que la inicio como administrador. Si ya hubiese una conferencia empezada, se da al usuario la opción de unirse a la misma, pero ya no será el administrador de la conferencia.

El flujo de datos viaja en un sentido u otro dependiendo de la topología que se utilice. Por ejemplo, en la siguiente figura 2.11, el orden de la llamada establece la topología de la conferencia de la siguiente manera:

- A (se convierte en el administrador) inicia la llamada a B y C.
- Entonces, B llama a D y E (o D y E llaman a B).
- C llama a G y F (o F y G llaman a C)



**FIGURA 2.12: topología de la llamada.**

Una vez, A se establece como administrador de la conferencia permanecerá como administrador durante toda la conferencia. Dos conferencias no se pueden juntar, es decir, si C llama a F y G primero, no es posible, entonces, que se pueda unir a la conferencia formada por A, B, C y D.

Durante la conferencia, si B está compartiendo un programa con los otros participantes de la conferencia, el flujo de datos se transmitirá simultáneamente primero a las conexiones colindantes (A, D y E). Entonces, los datos continuarán hacia el resto de conexiones (C, F y G).

Si B cuelga o es extraído de la conferencia, entonces, D y E también son extraídos, pero pueden mantener la conferencia si estaban conectados con video y audio, en una videoconferencia, en la sesión original. Lo que perderán D y E es la posibilidad de tener una conferencia de datos o compartir otros programas porque esta funcionalidad fue eliminado cuando se extrajo B.



## 2.2.3.2 El estándar H.323

El H.323 es un estándar de la ITU (International Telecommunications Union), que provee de las especificaciones necesarias para ordenadores, equipos y servicios multimedia, que utilizan redes, que no proporcionan calidad de servicio.

Los equipos y terminales que funcionan con H.323 pueden llevar audio, video y datos en tiempo real o una combinación de estos elementos. Estos estándares están basados y actúan conjuntamente con los estándares propuestos por la IETF (Internet Engineering Task Force) el RTP (Real-Time Protocol) y el RTCP (Real-Time Control Protocol), además, de otros protocolos de señalización de llamadas y datos o de reserva de ancho de banda como el RSVP (Resource ReSerVation Protocol).

Los usuarios pueden conectarse y realizar videoconferencias con otras personas a través de Internet, usando diferentes productos que soportan el H.323. El estándar H.323 define como la información de audio y video es formateada y empaquetada para viajar a través de la red. Los estándares de los codecs de audio y video, que se definen, codifican y descodifican la información de las fuentes de entrada/salida para la comunicación entre los nodos. Un codec (COder/DECoder) convierte la información analógica proporcionada por los micrófonos, altavoces, monitores, etc. En señales digitales.

El estándar H.323, también, soporta servicios de T.120 para la comunicación de datos. Estos servicios permiten, que se puedan combinar videoconferencias y transmisión de datos simultáneamente.

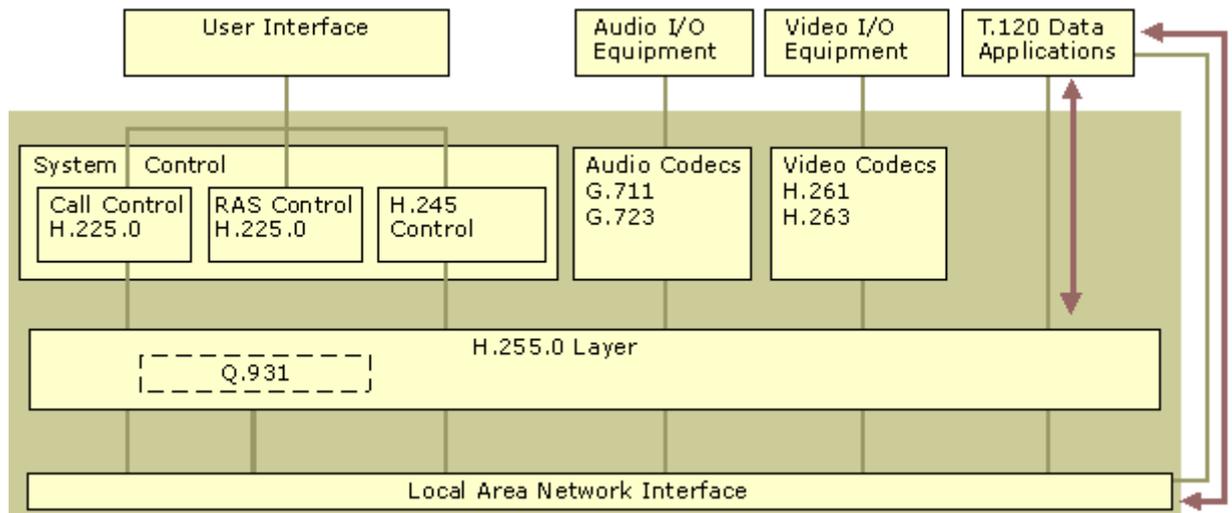
Los principales beneficios para los productos y servicios que utilizan el estándar H.323 son la interoperabilidad entre los diferentes productos y servicios desarrollados por distintos fabricantes sin limitaciones de plataformas. El estándar H.323 provee de múltiples codecs de audio y video, que permite adaptarse, a usuarios dispersos, a los requerimientos de las diferentes redes, usando diferentes tasas de bits, retardos y opciones de calidad. La utilización conjunta del estándar de datos T.120 con el estándar de audio y video H.323, a la hora de realizar videoconferencias, con lo que nos habilita la realización de diferentes aplicaciones multimedia.

La interoperabilidad entre los productos de H.323 se puede dividir en tres niveles: control y señalización de la llamada, flujos de datos de audio y video y la compatibilidad entre los codecs de audio y video.

El control y la señalización de la llamada se establecen, a través, de conexiones del protocolo TCP (Transmission Control Protocol) con su apropiada secuenciación y con su flujo de datos. La interoperabilidad con terceras partes se realiza con los protocolos H.245 y Q.931. Habitualmente, el control de llamada, para la interoperabilidad falla cuando una llamada está fuera de secuencia o cuando la llamada lleva un periodo de tiempo sin enviar información; Los flujos de datos de audio y video se realizan, a través, de conexiones UDP (User Datagram Protocol). Los protocolos que se utilizan para la transmisión de los flujos y para la interoperabilidad de los mismos son el Real-Time Protocol (RTP) y el Real-Time Control Protocol (RTCP). La interoperabilidad podría sufrir problemas, por ejemplo, cuando el paquete de cabecera sea incorrecto o cuando se pierda algún bit; La compatibilidad de los codecs de audio y video permite que haya interoperabilidad con terceras partes. Los codecs, que se suelen utilizar inicialmente, para el formato y la transmisión de las señales de entrada/salida de audio y video, son el G.723 y el H.263, pero se pueden negociar diferentes codecs como el H.261 y el G.711. Los problemas más frecuentes entre codecs son las sutiles diferencias entre sus algoritmos.



La siguiente figura muestra la arquitectura del estándar H.323. Esta arquitectura define un grupo de funciones específicas para la secuenciación y el control de la llamada, los codecs de audio y video y las comunicaciones con datos mediante el T.120:



**FIGURA 2.13: arquitectura estándar H.323.**

Los siguientes estándares son los más utilizados por el sistema de control, los cuales, proporcionan al sistema, las capacidades de control de la llamada y de fragmentación de la información:

- **H.255.0 layer.** Este estándar define una capa que pone el formato a los flujos de video, audio, datos y control, que saldrán por la red y trata a los correspondientes flujos que llegan de la red. Para las transmisiones de audio y video, el H.255.0 usa el formato de los paquetes especificado por el IETF, y por las especificaciones de los protocolos RTP y RTCP en las siguientes tareas:

Partición lógica, se define como se fragmenta en paquetes lógicos los datos de audio y video para ser transportados a través de los canales de comunicaciones seleccionados; Numeración de la secuencia, se determina el orden de los paquetes de datos transportados sobre los canales de comunicación; Detecciones de error, inicialmente se establecen una o varias detecciones. El H.255.0 puede enviar o recibir múltiples flujos de diferentes tipos de medios, cada uno, con sus respectivos números de secuenciación de paquetes y con sus propias opciones de calidad de servicio. Con la ayuda del RTP y RTCP, el nodo sincroniza la recepción de los paquetes en el orden correcto, evitando errores en la información.

- **Q.931.** Este protocolo define como la capa H.255.0 puede interactuar con otras capas del mismo nivel, así pues, los participantes podrán interoperar de acuerdo a un formato común. El protocolo Q.931 reside dentro del H.255.0, como parte del control de llamadas. El Q.931 es un protocolo de la capa de enlace para establecer conexiones y para dividir los datos en paquetes, posee de un método de definición lógica de canales para canales grandes. El Q.931 identifica de manera única a cada uno de los mensajes con el tipo de mensaje y con un valor de la llamada de referencia, después, la capa H.255.0 especifica como esos mensajes son recibidos y procesados.



- **H.225.0.** Este estándar engloba a los dos estándares anteriores (H.255.0 y Q.931) y cumple con dos funcionalidades específicas: señalización de llamadas y RAS (Registration, Admission and Status).

El RAS (Registro, Admisión y Status) es el protocolo entre puntos finales, ya sean, terminales o gateways, y los gatekeepers. El canal RAS de señalización hace posible la comunicación con el gatekeeper, con una mayor prioridad que el resto de los canales. Éste controla el acceso a los terminales H.323, los gateways y los MCU dentro del área local (LAN) denegando o dando permiso para las conexiones H.323. El RAS es utilizado para la admisión, el control de acceso, las variaciones en el ancho de banda, status y libera proceso entre el gatekeeper y los terminales.

La señalización de llamada H.225 suele establecer una conexión entre puntos finales H.323 (terminales y gateways), sobre la cual, los datos en tiempo real pueden ser transportados. La señalización de llamadas implica el intercambio de mensajes del protocolo H.225 sobre un canal de señalización fiable, por ejemplo, sobre TCP en una red basada en IP.

- **H.245.** Este estándar provee de los mecanismos para el control de la llamada, que permiten a los terminales compatibles con H.323 conectarse. Provee el estándar para establecer las conexiones de audio y video, la series de peticiones y respuestas que deben ser seguidas por cada terminal para realizar la comunicación. El estándar, también, especifica la señalización, el control del flujo, la capacidad de abrir y cerrar canales lógicos para transportar los flujos de datos, las órdenes y las respuestas. Posee, también, la capacidad del negociado de algunos de los parámetros de la comunicación, como la elección de los codecs, los bit-rates, el formato de la imagen, los algoritmos elegidos.
- **Servicios suplementarios.** Hay otros protocolos que realizan las tareas de servicios suplementarios a los protocolos anteriormente explicados. Algunos ejemplos de estos protocolos son: H.235 – Seguridad, H.450.1 – protocolo de funcionalidades genéricas, H.450.2 – Soporta la transferencia de llamada, H.450.3 – Soporta el desvío de llamada, H.450.4 – Soporta el mantenimiento de la llamada, H.450.6 – Soporta la llamada en espera.

Los codecs definen el formato de la información de audio y video y definen la manera en que el audio y video es comprimido y transmitido a través de la red. El estándar H.323 provee de una gran variedad de opciones de codificación del audio y el video. En las especificaciones del H.323, dos codecs son definidos como requerimientos mínimos para la transmisión, el G.711 para audio y el H.261 para video. Es decir, un terminal H.323 debe ser capaz de recibir y transmitir los algoritmos de codificación A-law y  $\mu$ -law, que son los que utilizan los codecs antes mencionados.

Utilizando el protocolo H.323 se pueden negociar codecs no estándar, de hecho, son los más utilizados, ya que poseen mejores algoritmos de codificación. Con estos codecs no estándar, pero de uso muy común, se consigue disponer de una gran variedad de codecs, que nos permite una amplia gama de selección de los parámetros de transmisión como el bit-rate, los retardos, las opciones de calidad. A continuación explicamos las características de un par de codecs estándar de uso común:

- **G.711.** Este codec transmite el audio a 48, 56 y 64 Kilobits por segundo (Kbps). Este codec con un elevado bit-rate es apropiado para comunicaciones de audio con conexiones de alta velocidad.



- **G.723.** Este codec especifica el formato y el algoritmo usado para enviar y recibir comunicaciones de voz a través de la red. Este codec puede transmitir el audio a 5,3 o a 6,3 Kbps, el cual reduce de manera considerable la utilización de ancho de banda.
- **H.261.** Este codec transmite las imágenes de video a 64 Kbps (calidad VHS). Este codec con elevado bit-rate es apropiado para conexiones de alta velocidad.
- **H.263.** Este codec especifica el formato y el algoritmo usado para recibir imágenes de video a través de la red. Este codec soporta diferentes formatos de imágenes como el CIF (Common Interchange Format), el QCIF (Quarter Common Interchange Format) o el SQCIF (Sub-quarter Common Interchange Format) y es el ideal para conexiones por Internet con conexiones de bajo bit-rate, como los MODEM de 28 Kbps.

El estándar H.323 hace una provisión para que se pueda utilizar conjuntamente el estándar T.120, como mecanismo para que se pueda enviar paquetes de datos. T.120 puede usar la capa H.255.0 para enviar y recibir paquetes de datos o simplemente crear una asociación con la sesión H.323 y usar sus propias capacidades de transporte para transmitir por la red. Programas como la transferencia de ficheros o la compartición de programas, usan el estándar T.120 como soporte para operar con el H.323 en las videoconferencias.

Dos participantes pueden establecer una videoconferencia con audio, video y datos, a través, de una conexión TCP/IP. Con el H.255.0, se transportan múltiples flujos de video, audio y datos de entrada y salida, que llegan hasta los usuarios finales. Con los protocolos H.323, se pueden comunicar y transmitir información a otros usuarios compatibles con el estándar. Además, se pueden realizar videoconferencias multiusuarios de audio, video y datos mediante el MCU entre múltiples clientes, siempre que posean productos compatibles.

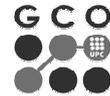
### 2.2.3.3 Otros protocolos de la arquitectura

Para solucionar los problemas que existen en la transmisión de información multimedia, a través de las redes heterogéneas, se han desarrollado protocolos de la IETF (Internet Engineering Task Force) como el RTP (*Real-time Transport Protocol*), RTCP (*Real-time Control Protocol*) y RSVP (*Resource Reservation Protocol*). Estos protocolos, que explicaremos con mayor profundidad a continuación, actúan conjuntamente con el estándar H.323.

#### 2.2.3.3.1 El protocolo RTP (Real-Time Protocol)

El Protocolo de Transporte de Tiempo Real (RTP Real Time Protocol) es un estándar de la IETF para el transporte de datos, ya sean de audio o de video interactivos, con características de tiempo real sobre redes heterogéneas.

Los protocolos de transporte clásicos como el TCP resultan excesivamente complejos y redundantes para la transmisión de datos en tiempo real. El TCP necesita la retransmisión de datos y cuando estos se han retransmitido puede que la información ya sea demasiado antigua para ser mostrada. El UDP, aunque resulta un protocolo más sencillo, no posee ni confirmación ni datos sobre el contenido de los paquetes, además, de no poseer calidad de servicio (QoS). A efectos de solucionar estos



problemas, se han ideado varios protocolos de transporte específicamente dirigidos a dar servicio a aplicaciones con restricciones de tiempo real, como la transmisión de audio y vídeo, de ellos, el protocolo RTP es, en la actualidad, el más utilizado.

Una parte de la eficiencia del RTP se deriva del hecho de que no necesitan funciones complejas de control de errores ni de control de flujo, convirtiéndolo en un protocolo ligero. Así, el RTP opera inmediatamente por encima de UDP, protocolo que provee de un método simple para transportar datagramas, y no reproduce ninguno de los elaborados procedimientos de control de TCP.

El RTP normaliza una estructura de paquetes con campos reservados para un número de secuencia, un sello temporal, para permitir la reconstrucción de los mensajes y un identificador para el etiquetado de contenidos, en un esquema que se puede utilizar tanto para el transporte de formatos estándares de audio (GSM, PCM, MP3), o de vídeo (MPEG. H.263) como para formatos propietarios de codificación. El RTP incluye en su cabecera, también, informaciones de sincronización de imagen y sonido, al tiempo que es capaz de determinar si se han perdido paquetes y si éstos han llegado en el orden correcto.

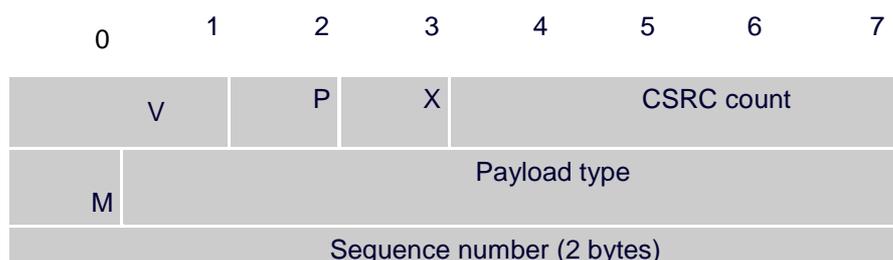
El protocolo RTP proporciona servicios de entrega punto a punto de datos, mediante unicast, con características de tiempo real como audio y vídeo interactivos. El RTP, también, ofrece la posibilidad de entrega de datos multicast o broadcast, siempre que la red subyacente ofrezca servicios de multicast o broadcast. Debemos destacar que el RTP no ofrece garantías sobre la calidad del servicio ni sobre el retraso de la entrega de datos, estos deben ser proporcionados por la red subyacente.

La principal aplicación de RTP se encuentra en la videoconferencia y en los servicios multimedia, aunque también resulta útil en aplicaciones de almacenamiento de datos continuos, simulación distribuida interactiva, etc. El RTP intenta ser lo suficientemente maleable para adaptar la información requerida por una aplicación particular y deberá integrarse al procesamiento asociado a la aplicación antes que ser implementado en una capa separada.

La especificación completa de RTP para una aplicación debe contener los siguientes elementos:

- Una especificación del Perfil de tráfico, que defina el tipo de dato a transportar y su correspondiente mapeo a códigos (codificación). Por ejemplo en el RFC 1890 se presenta el perfil para datos de audio y vídeo.
- Una especificación de Formatos de codificación, que defina como un determinado tipo de dato se transportará en RTP.

La cabecera del protocolo RTP, donde se pueden observar los campos destinados a la especificación del perfil, los formatos, número de secuencia, sello temporal, es la siguiente:





Timestamp (4 bytes)
SSRC (4 bytes)
CSRC (0-60 bytes)

**FIGURA 2.14: cabecera del protocolo RTP.**

- Payload Type: identifica el tipo de media contenido en los datos del RTP, y determina su interpretación por la aplicación. Un perfil determina una asociación entre los tipos de códigos de los datos y los formatos. Hay una lista de perfiles determinados por defecto, pero se pueden crear perfiles dinámicamente. Algunos ejemplos los encontramos en la tabla siguiente:

PT	Name	Type	Clock rate (Hz)	AUDIO CHANNELS	References
0	PCMU	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
1	1016	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
2	G721	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
3	GSM	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
4	G723	Audio	8000		1
5	DVI4	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
6	DVI4	Audio	16000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
7	LPC	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
8	PCMA	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
9	G722	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
10	L16	Audio	44100		2 <a href="#">RFC 3551</a>
11	L16	Audio	44100		1 <a href="#">RFC 3551</a>
12	QCELP	Audio	8000		1
13	CN	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3389</a>
14	MPA	Audio	90000		<a href="#">RFC 2250</a> , <a href="#">RFC 3551</a>
15	G728	Audio	8000		1 <a href="#">RFC 3551</a>
16	DVI4	Audio	11025		1
17	DVI4	Audio	22050		1
18	G729	Audio	8000		1
19	reserved	Audio			
20 - 24					
25	CellB	Video	90000		<a href="#">RFC 2029</a>
26	JPEG	Video	90000		<a href="#">RFC 2435</a>
27					
28	Nv	Video	90000		<a href="#">RFC 3551</a>
29					
30					
31	H261	Video	90000		<a href="#">RFC 2032</a>
32	MPV	Video	90000		<a href="#">RFC 2250</a>



33	MP2T	Audio/Video	90000		<a href="#">RFC 2250</a>
34	H263	Vides	90000		
35 -					
71					
72 -	Reserved				
76					
77 -					
95					
96 -	dynamic				
127					
dynamic	GSM-HR	Audio	8000	1	
dynamic	GSM-EFR	Audio	8000	1	
dynamic	L8	Audio	Variable	variable	
dynamic	RED	Audio			
dynamic	VDVI	Audio	Variable	1	
dynamic	BT656	Vides	90000		
dynamic	H263-1998	Vides	90000		
dynamic	MP1S	Vides	90000		
dynamic	MP2P	Vides	90000		
dynamic	BMPEG	Vides	90000		

- V : Versión de la cabecera de RTP
- P: Padding, se utiliza para indicar si hay encriptación.
- M: Marker bit: viene determinado por el perfil y suele indicar los límites del frame dentro del paquete que corresponda.
- Sequence number: va incrementándose para cada paquete RTP enviado y se utilizar en el receptor para detectar pérdidas de paquetes.
- Timestamp: es el sello temporal. El timestamp refleja el instante de muestreo del primer octeto del paquete de datos de RTP.
- SSRC: Identificador de la fuente para la sincronización. Este valor es escogido aleatoriamente, para que, la posibilidad de coincidencia entre dos fuentes de sincronización sea muy bajo en una misma sesión RTP.
- CSRC: es una lista con 15 posibles identificadores de fuentes que contribuyen en los datos contenidos en el paquete. Los identificadores son introducidos por los mezcladores, usando el identificador SSRC de las fuentes de contribución que actúan. El número de CSRC, que se utilizan esta definido en el campo CSRC count.

Es posible, que un agente participante en una sesión multicast utilice el formato que más le convenga, en función de las características de su conexión de red, para ello se utilizan los llamados *mixers* (mezcladores), la cabecera RTP permite especificar diferentes tipos de compresión de datos mediante el campo (CSRC).

Los mixers son sistemas intermediarios que reciben paquetes RTP de una o varias fuentes y pueden cambiar el formato de los datos. Y hacer ajustes en la



sincronización entre paquetes (generando un nuevo SSRC), para asegurar que todos los destinatarios reciban los datos de manera adecuada y en los formatos que a cada uno más le convenga. Con la utilización de los mezcladores se reduce considerablemente el ancho de banda y se da pie a la transmisión multicast. Existen también, los *Traductores*, que convierten los datos a otros formatos sin mezclarlos, es decir, expiden datos en un formato único. Al poder cambiar de formato, permite que usuarios con redes con anchos de banda limitado, puedan recibir la información, con una calidad considerable. Son más simples que los mezcladores y producen una economía de los recursos. También, pueden ser translación de protocolo y utilizarse como filtro de nivel de aplicación en los Firewall.

Como el RTP se diseñó pensando para transmitir datos en tiempo real, la fiabilidad del transporte no es tan importante como la recepción en el tiempo adecuado. En el caso de congestión de la red, los paquetes perdidos, simplemente, redundarán en una calidad inferior, pero aceptable, si el protocolo insiste en la transmisión fiable, retransmitiendo paquetes perdidos, el retardo posiblemente aumentará, degradando más la calidad en recepción.

### 2.2.3.3.2 El protocolo RTCP (Real-Time Control Protocol)

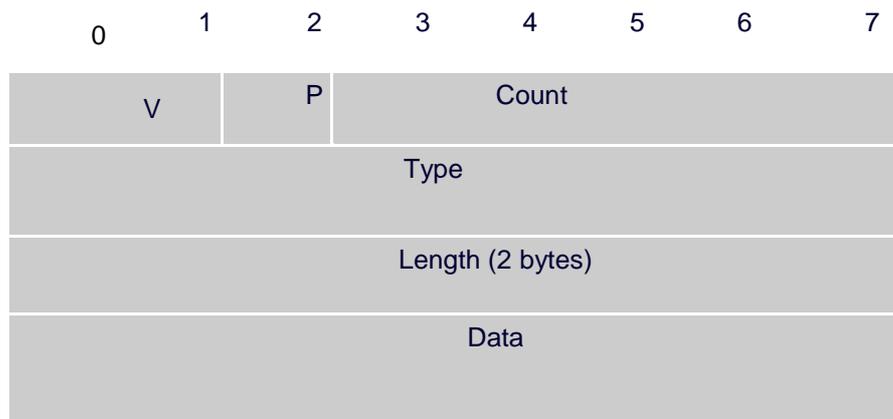
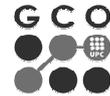
El protocolo RCTP (Real-Time Control Protocol) es un protocolo ligado al protocolo RTP, pero transmite por puertos diferentes. Realiza las funciones de control, de obtención de información de la calidad de la transmisión, de identificación de los participantes de la sesión y de detectar las situaciones de congestión de la red para poder aplicar acciones correctoras. A diferencia del protocolo RTP, que se encarga del transporte de datos.

El RTP utiliza los servicios del Protocolo de Control de Tiempo Real (RTCP Real Time Control Protocol), que se encarga del monitoreo de la calidad del servicio y de proporcionar información acerca de los participantes en una sesión de intercambio de datos. En principio, el RTCP no está diseñado para poder soportar todas las necesidades de comunicación de una aplicación, tan sólo las más básicas. Cuando realizamos una conexión a través de RTP, se definen dos direcciones diferentes que son controladas desde dos puertos distintos, de forma que audio y vídeo viajan por separado controlados por el RTCP.

El RTCP transmite de forma periódica paquetes de control a todos los participantes de una sesión usando el mismo mecanismo de distribución de RTP. La principal función del RTCP es proporcionar una retroalimentación útil para mantener una calidad de distribución adecuada, por ejemplo, se puede usar para controlar un mecanismo adaptativo de codificación que responda a las condiciones de congestión de la red. El emisor puede ajustar la velocidad de su transmisión basándose en los informes que proporciona RTCP. El receptor, también, puede determinar si la congestión de red es local, regional o global. Los gestores de red pueden evaluar el rendimiento de la red para la distribución multicast.

Las fuentes de datos se identifican con los paquetes RTP con identificadores de 32 bits generados aleatoriamente. Estos identificadores no son apropiados para los usuarios humanos. Los paquetes RTCP contienen identificadores únicos globales e información textual, como el nombre de los participantes o el número de participantes, y otra información útil de los usuarios de la sesión.

La cabecera del protocolo RTCP, donde se pueden observar los campos destinados al tipo de paquete que se está utilizando, número de bloque de información recibido, es la siguiente:



**FIGURA 2.15: cabecera del protocolo RTCP.**

- V : Versión de la cabecera de RTCP
- P: Padding, se utiliza para indicar si hay encriptación.
- Count: indica el número de bloque de información recibido en ese paquete.
- Payload Type: el tipo de paquete RTCP, que pueden ser del siguiente tipo:

Type	Description	References
192	FIR, full INTRA-frame request.	<a href="#">RFC 2032</a>
193	NACK, negative acknowledgement.	<a href="#">RFC 2032</a>
200	SR, sender report.	<a href="#">RFC 3550</a>
201	RR, receiver report.	<a href="#">RFC 3550</a>
202	SDES, source description.	<a href="#">RFC 3550</a>
203	BYE, goodbye.	<a href="#">RFC 3550</a>
204	APP, application defined.	<a href="#">RFC 3550</a>
207	XR, RTCP extension.	

- Length: la longitud de un paquete RTCP es de 32 bits menos 1, incluido el padding.
- Data: dependiendo del tipo de paquete, se añade la información a la cabecera de RTCP. Por ejemplo, cuando tenemos un paquete del tipo 200 se añade información del SSRC, RTP time stamp, NTP time stamp (marca temporal), el número de paquetes RTP transmitidos desde que empezó la comunicación. En el caso de que el paquete enviado sea el de tipo SDES (202) se añade información de interés de los participantes dependiendo de los SDES item (0 – final de lista; 1 – Canonical name; 2 – nombre del usuario; 3 – correo electrónico, 4 - teléfono, ...) y asociándolo con los SSRC o las listas SCRC. Así, cada tipo de paquete RTCP, poseerá diferentes tipos de información.

El RTCP, también, envía informes con información de tiempo real que corresponde a una determinada marca temporal NTP. Esta información puede ser utilizada para sincronizar fuentes de datos que procedan de distintas sesiones RTP.



Los paquetes de RTCP se envían de modo que el tráfico en la red no aumenta linealmente con el número de agentes participantes en la sesión, es decir el intervalo de envío se ajusta de acuerdo al tráfico.

### 2.2.3.3.3 El protocolo RSVP (Resource ReSerVation Protocol)

El protocolo RSVP (RFC2205) es un protocolo de señalización para que las aplicaciones puedan reservar recursos en el camino entre la fuente y el destino, antes de empezar a transmitir la información. Este es otro de los protocolos englobados en la recomendación H.323, que se utiliza en aplicaciones multimedia de banda ancha.

El protocolo RSVP surge para resolver los problemas actuales de Internet, a la hora de la entrega de datos con una calidad de servicio (QoS) deseada (retardos, pérdidas de paquetes, jitter, throughput). Estos problemas de Internet vienen provocados por el aumento de usuarios, el aumento de flujos de datos de las aplicaciones, así como, el uso de tecnologías multicast, en general, en un aumento de la congestión de la red.

El TCP/IP es un protocolo que no está orientado a conexión y por lo tanto, no tiene un comportamiento previsible. No puede asegurar una tasa de bits solicitada, ni la entrega continúa de la información, ni la de todos los paquetes. Las necesidades actuales de las redes multimedia deben asegurar un ancho de banda y una calidad de servicio consistente, además de permitir el reparto multipunto de paquetes

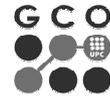
El protocolo RSVP, tiene como objetivo añadir información de *feedback* desde el cliente hacia el servidor para garantizar una calidad de servicio. Y así, poder aplicar prioridades a los flujos para eliminar problemas como el jitter, típico en los protocolos no orientados a conexión. A lo largo del camino entre la fuente y el destino la petición de reserva se usa para obtener permisos del software de control de admisión para hacer uso de los recursos locales en enrutadores y switches y así poder soportar la calidad de servicio requerida y para informar a los nodos sobre el estado de la red.

El RSVP trata de prevenir las situaciones de congestión de la red, pero no es un protocolo de enrutamiento, está diseñado para operar con los actuales y futuros protocolos de enrutamiento unicast y multicast. Este protocolo puede priorizar y garantizar una latencia a un flujo específico de tráfico IP. Este protocolo sigue el modelo de servicio integrado en Internet (IntServ).

Hay dos mensajes RSVP fundamentales, Resv y Path. Una aplicación origen solicita participar en una sesión RSVP como emisor, para ello, envía un mensaje Path en el mismo sentido que el del flujo de datos, por las rutas uni/multicast proporcionadas por el protocolo de enrutamiento. A la recepción de este mensaje, el receptor transmite un mensaje Resv, dirigido hacia el emisor de los datos, siguiendo exactamente el camino inverso al de los mismos, en el cual se especifica el tipo de reserva a realizar en todo el camino.

En los diferentes nodos que se van atravesando por la red, por el camino de datos se va realizando un proceso de concentración de los diferentes mensajes de petición de reservas. Los mensajes de Path y Resv se envían periódicamente para actualizar la información de los enrutadores en la red (soft state). También, se envían los mensajes Teardown (Path o Resv) para que borren la información del estado RSVP del nodo de la sesión cuando ya no es necesaria.

Una petición de reserva incluye un conjunto de opciones, que se conocen como estilo de reserva. La reserva puede clasificarse cuando más de un usuario comparte la

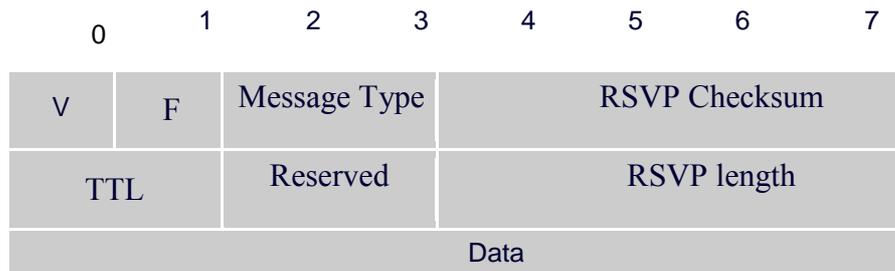


sesión. Distinct reservations: en una misma sesión cada flujo de datos corresponde a una fuente emisora. Shared reservations: en una misma sesión un conjunto de fuentes envían la información de reserva por el mismo flujo. También, se puede clasificar por la selección de los usuarios que hacen la petición. Explicit: se lista un grupo de emisores definidos en los mensajes RSVP. Wildcard: se seleccionan todos los clientes que hayan hecho la petición de la sesión. Los estilos de reserva resultantes serían:

Sender Selection	Atributos de reserva	
	Distinct	Shared
Explicit	estilo Fixed-filter (FF)	estilo Shared-explicit (SE)
Wildcard		Estilo Wildcard-filter (WF)

El programa RSVP de cada nodo aplica un control de admisión para determinar si puede o no dar servicio a la demanda de QoS que le viene indicada en los filtros.

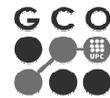
La cabecera de un paquete RSVP (de 32 bits por fila) es la siguiente:



**FIGURA 2.16: cabecera del protocolo RSVP.**

- Version: número de versión del protocolo RSVP.
- Flags: el cuarto bit indica la capacidad de reducción de refresco.
- Los tipos de mensaje son los siguientes:

Mensaje	DESCRIPCIÓN	Referencias
1	Path.	<a href="#">RFC 2205</a>
2	Resv.	<a href="#">RFC 2205</a>
3	PathErr.	<a href="#">RFC 2205</a>
4	ResvErr.	<a href="#">RFC 2205</a>
5	PathTear.	<a href="#">RFC 2205</a>
6	ResvTear.	<a href="#">RFC 2205</a>
7	ResvConf.	<a href="#">RFC 2205</a>
8	DREQ, Diagnostic Request	<a href="#">RFC 2745</a>
9	DREP, Diagnostic Reply.	<a href="#">RFC 2745</a>
10	ResvTearConfirm	<a href="#">RFC 3551</a>



11		
12	Bundle	<a href="#">RFC 2961</a>
13	ACK.	
14		
15	Srefresh.	<a href="#">RFC 2961</a>
16 - 19		
20	Hello.	<a href="#">RFC 3209</a>
21	Notify Message.	
22 - 24		
25	Integrity Challenge.	<a href="#">RFC 2747</a> , <a href="#">RFC 3097</a>
26	Integrity Response.	<a href="#">RFC 2747</a> , <a href="#">RFC 3097</a>
27 - 65		
66	DSBM_willing.	<a href="#">RFC 3551</a>
67	I_AM_DSBM.	
68 - 255		

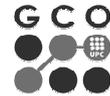
- RSVP Checksum: el valor de 0 significa que no se ha enviado checksum.
- TTL: Time To Live.
- RSVP length: la longitud del mensaje RSVP en bytes.

#### Ventajas del RSVP:

- Independencia de los protocolos de enrutamiento, pero reconociendo las rutas proporcionadas por protocolos de enrutamiento como el IGRP, BGP.
- Flexibilidad para soportar los receptores más heterogéneos.
- Soporta transmisiones tanto unicast como multicast, permitiendo que los receptores puedan seleccionar una fuente de entre varias.
- Soporta tanto IPv4 como IPv6.
- Protocolo transparente para los routers no RSVP, mediante tunneling.
- Granularidad, ya que cada aplicación define de manera exacta sus necesidades de QoS, mediante filtros.

#### Desventajas del RSVP:

- Escalabilidad: dada la gran cantidad de señalización y carga computacional, que aparecerá conforme la red vaya aumentando en tamaño, tanto en cuanto, a rutas como en cuanto, a usuarios.
- No controla adecuadamente el overhead porque ha de refrescar regularmente.



- La ruta establecida puede contener dispositivos intermedios, que no implementen el protocolo RSVP, que condicionarán la reserva extremo a extremo.
- No permite la coexistencia de diferentes servicios (Guaranteed service, Controlled-load service) en una sesión multicast.
- La seguridad todavía está en desarrollo.

## 2.2.4 Otros estándares para videoconferencias

Para soportar el servicio de videoconferencia se requieren protocolos que garanticen el establecimiento, mantenimiento-modificación y terminación de llamadas de voz y datos sobre redes IP.

Para ser competitivo y para que se pueda establecer este servicio comercialmente, es necesario alcanzar en la tecnología de la videoconferencia niveles de servicio y calidad al mismo nivel del que brindan las redes clásicas de telecomunicaciones en modo circuito. No es descartable, de todas maneras, que aún con niveles por debajo de éstas se logren establecer por lo económico que resultan. Así, se han desarrollado diferentes soluciones para la señalización de control de llamadas en sistemas de Videoconferencia. Los más importantes son:

- Modelo H.323 (solución UIT)
- Modelo SIP (solución IETF)
- Modelo MEGACO (H.248)

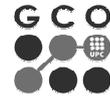
En definitiva, son tres soluciones diferentes a la misma problemática. La señalización de control de llamada para el servicio de videoconferencia, cada una con una arquitectura funcional y los protocolos que las caracterizan.

A continuación, se hace una breve explicación del funcionamiento de las soluciones SIP y MEGACO, ya que el modelo H.323 ha sido explicado ampliamente con anterioridad.

### 2.2.4.1 El protocolo SIP (Session Initiation Protocol)

El SIP (**S**ession **I**nitiation **P**rotocol) es un protocolo de aplicación desarrollado por el IETF dentro del grupo MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) y especificado en la RFC2543. Con este protocolo se permite a los usuarios participar en sesiones de intercambio de información multimedia soportando mecanismos de establecimiento, modificación y terminación de llamada.

Este grupo de trabajo fue el encargado de desarrollar las aplicaciones utilizadas en la red MBONE (subred dentro de Internet con capacidad para trabajar con tráfico *IP Multicast*). Uno de los objetivos del grupo consiste en desarrollar mecanismos para informar a los usuarios acerca de las sesiones existentes en la red, requisitos de los medios, direcciones, etc. En este sentido existen dos modos básicos de identificar y participar en sesiones multimedia:



- **Mecanismo de Anuncio.** Las sesiones son anunciadas mediante e-mail, paginas web, grupos de noticias o bien mediante el protocolo de anuncio de sesiones (SAP) como sucede en la red MBONE.
- **Mecanismo de Invitación.** Los usuarios son, mediante invitación, informados por otros a participar mediante el protocolo de establecimiento de sesiones (SIP).

El SIP soporta 5 elementos funcionales para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia:

- Localización de usuarios.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de usuarios
- Establecimiento de llamada
- Mantenimiento de llamada.

El SIP es un protocolo basado en el modelo cliente-servidor, utilizado actualmente en el *messenger*. Su arquitectura es muy similar a la del HTTP o el SMTP y está diseñado específicamente para IP e Internet. Los clientes envían peticiones (*Requests Messages*) a un servidor, el cual una vez procesada responde (*Response Messages*). Los terminales SIP pueden generar peticiones y respuestas al estar formados por el denominado cliente del agente de usuario [UAC] y servidor del agente de usuario [UAS].

Los terminales SIP pueden establecer llamadas de voz directamente sin la intervención de elementos intermedios, al igual que en el caso de H.323. En el caso de una comunicación entre dos usuarios user1 y user2, inicialmente user1 pretende ponerse en contacto con user2 y mediante el envío de una petición *INVITE Request* el user1 indica al user2 las capacidades de recepción de información y los puertos donde espera recibir dicha información. Al recibir la petición, el user2 puede inmediatamente establecer los canales de comunicación y enviar la aceptación de conexión mediante el envío de *OK Response*, en la cual incluye la información complementaria para el establecimiento de los canales opuestos (codificación GSM). Tras el intercambio de información, cualquiera de los participantes puede finalizar la llamada mediante el envío de mensaje *BYE Request* que debe ser asentido mediante un mensaje de confirmación (OK).

Los mensajes SIP son codificados utilizando la sintaxis de mensajes definidos en HTTP/1.1 y el contenido de cada mensaje sigue las recomendaciones del protocolo de descripción de sesiones (SDP), ampliamente utilizado en el contexto de MBONE para distribuir la información de sesiones.

La arquitectura SIP (se puede observar la pila de protocolos en la Figura 2.19), además de los terminales SIP que representan teléfonos IP, pasarelas o PC, define hasta cuatro tipos de servidores diferentes:

**Servidor Proxy.** Se encarga de encaminar peticiones/respuestas hacia el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor a otro hasta alcanzar el destino final. Para estos casos, existe un parámetro incluido en las peticiones/respuestas denominado *Vía* que incluye los sistemas intermedios que han participado en el proceso de encaminamiento. Esto evita bucles y permite forzar que las respuestas sigan el mismo camino que las peticiones.

**Servidor de Redirección.** Realiza una función equivalente al servidor proxy, pero a diferencia de éste no progresa la llamada, sino que contesta a un *INVITE* con un mensaje de redirección, indicándole en el mismo como contactar con el destino.

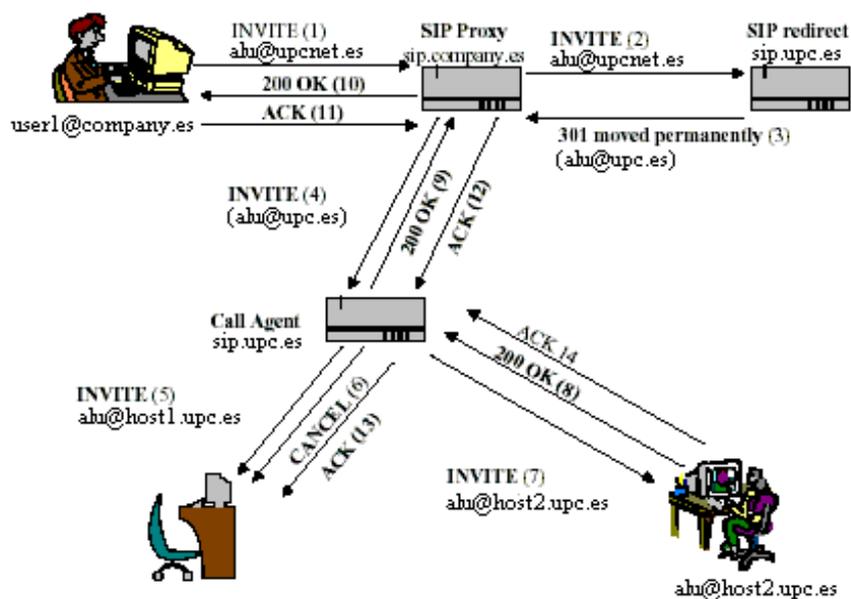
**Servidor de Registro.** Mantiene la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la localización en la que se encuentran. Este servidor facilita la movilidad de usuarios, al actualizar dinámicamente la misma.

**Agente de Llamada (Call Agent).** Realiza las funciones de los tres servidores anteriores, además de poder realizar las siguientes acciones:

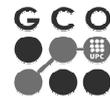
- Localizar a un usuario mediante la redirección de la llamada a una o varias localizaciones.
- Implementar servicios de redirección como reenvío si ocupado, reenvío si no contesta, etc.
- Implementar filtrado de llamada en función del origen o del instante de la llamada.
- Almacenar información de administración de llamadas.
- Realizar cualquier otra función de gestión.

Las direcciones en SIP son identificadas mediante los denominados *URI (Uniform Resource Identifiers)*, que sigue la estructura *user@host*, donde *user* corresponde con un nombre, identificador o número telefónico y *host* es el dominio al que pertenece el usuario o dirección de red.

En la *Figura 2.17* se muestra un ejemplo de interacción entre servidores SIP. En este ejemplo, *user1* desde su oficina (*company.es*) desea llamar al usuario *alu* del dominio *upcnet.es*. Para ello, envía una petición (*NOTIFY Request*) al servidor sip de su organización, el cual actúa como un servidor proxy y tras consultar el DNS, localiza el servidor sip del dominio *upcnet.es*, reenviándole la petición. Este servidor, que actúa como servidor de redirección, contesta a la petición indicándole que el usuario *alu* se encuentra localizado en otro dominio (*upc.es*). El servidor *sip.company.es* progresa de nuevo la llamada hacia el servidor sip del dominio *upc.es*, quien ahora actúa como un Agente (Call Agent) y tras consultar la BD/DNS intenta localizar al usuario en el sistema *host1.upc.es*. Tras un periodo de espera y al no contestar el usuario en dicho terminal, cancela la llamada e intenta localizar al usuario en *host2.upc.es*, quien ahora contesta. La aceptación de llamada progresa hasta el origen pasando por los servidores de redirección involucrados, momento en el cual origen y destino pueden establecer los canales de información.



**FIGURA 2.17: interacción entre servidores SIP.**



Los principales puntos fuertes de SIP son su simplicidad, su capacidad de ampliación y de extensión, especialmente si se compara con H.323. No obstante, a medida que evolucione, SIP tendrá que hacerse más complejo. El SIP tiene una gran flexibilidad para la creación de nuevos servicios. Además, el 3GPP adopta SIP para UMTS, lo que le puede proporcionar un gran apoyo.

El inconveniente de SIP es que en algunos aspectos es demasiado simple. Por ejemplo, SIP carece de la funcionalidad de facturación de llamadas inherente a H.323. El hecho de que H.323 ofrezca a los fabricantes y desarrolladores mucha profundidad y amplitud para moverse es, al mismo tiempo, un punto fuerte y débil. En muchos aspectos, la voluminosidad del estándar ofrece a los desarrolladores demasiada flexibilidad en el diseño de sus sistemas, que lleva a una cierta incompatibilidad.

En la siguiente tabla se muestra una comparativa a grandes rasgos de las principales diferencias entre ambos protocolos:

<b>H.323</b>	<b>SIP</b>
Protocolo complejo	Comparativamente más simple
Representación binaria de sus mensajes	Representación textual
No demasiado modular	Muy modular
No demasiado escalable	Muy escalable
Señalización compleja	Señalización simple
Gran cuota de mercado	Respaldado por IETF
Gran fiabilidad e interoperabilidad con PSTN	Interoperabilidad con UMTS
Cientos de elementos	Tan sólo 37 cabeceras

Según parece, aún falta tiempo para conocer el resultado final de la batalla entre SIP y H.323, de modo que los posibles compradores de estos equipos deberán buscar la capacidad para actualizar código interno y evolución de cada sistema.

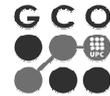
## 2.2.4.2 El protocolo MEGACO (Multimedia Gateways Controllers)

MEGACO, también conocido como H.248, es el resultado de la cooperación entre la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la IETF (Internet Engineering Task Force) y se podría considerar como un protocolo complementario al SIP y al H.323.

El protocolo MEGACO se puede considerar también, como la evolución del protocolo MGCP (Media Gateway Control Protocol). Su función principal es la administración de la sesión y el control de la señalización durante la conferencia multimedia.

Los componentes que intervienen en el protocolo MEGACO son:

- Media Gateways (Pasarela de medios, MG): son los elementos funcionales, que median entre los puntos finales, es decir, los clientes. Envían



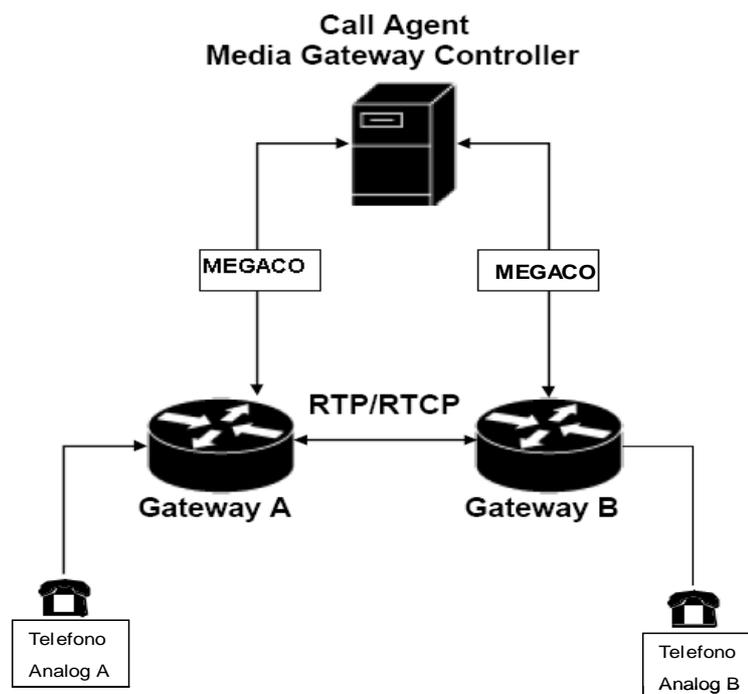
notificaciones a los Media Gateways Controller sobre los eventos que suceden en los terminales.

- Media Gateway Controller (Controlador de la pasarela de medios, MGC): controlan a los Media Gateways para una buena gestión en el intercambio de información. Provee de la señalización de las llamadas, el control y un procesamiento inteligente del gateway. También, se le suele llamar como call Agent.

El protocolo define un modo de comunicación entre el Media Gateway, el cual convierte los datos desde el formato requerido para las redes de conmutación de circuitos hasta el formato requerido por las redes de conmutación de paquetes y los Media Gateway Controller. El H.248 puede ser utilizado tanto para establecer, mantener y finalizar las llamadas entre múltiples clientes.

El protocolo MGCP fue creado inicialmente a partir de otros dos protocolos, el IPDC (Internet Protocol Device Control) y el SGCP (Simple Gateway Control Protocol). Es un protocolo definido en la capa de aplicación y utiliza el modelo maestro-esclavo, en el cual, el Media Gateway Controller hace de maestro. El controlador puede determinar la localización de cada terminal de comunicación, así como, sus capacidades de transmisión. De esta manera, el controlador puede determinar un nivel de servicio que sea compatible para todos los participantes. La última versión de este protocolo, el H.248, soporta más puertos por gateways, y un mayor número de gateway. También, soporta las comunicaciones mediante multiplexación por división de tiempo (TDM) y el modo de transferencia asíncrono (ATM).

A continuación se muestra el flujo simplificado de una llamada:

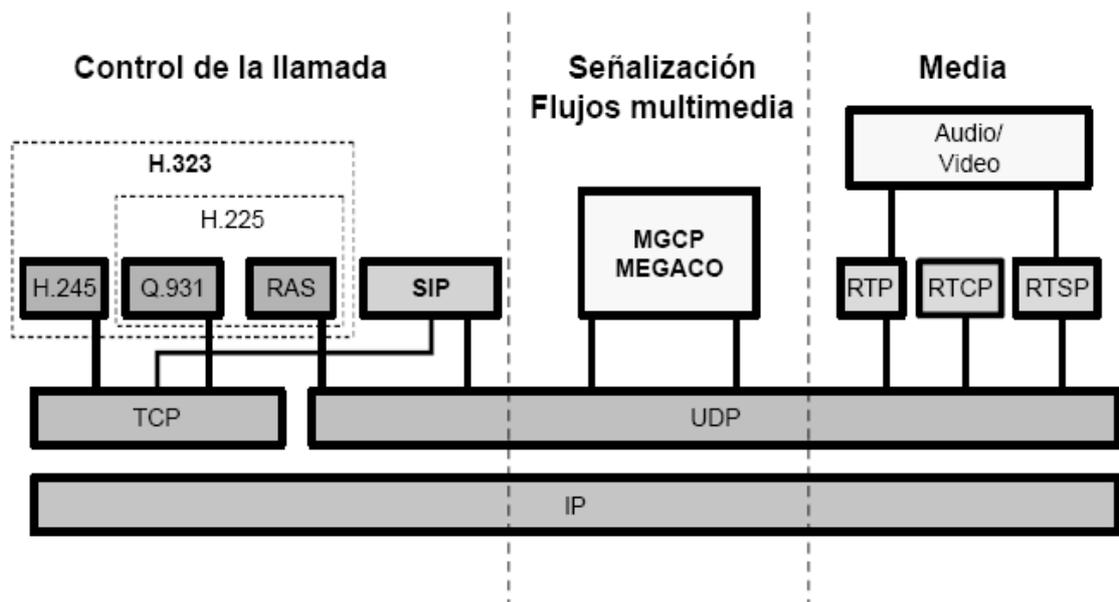


**FIGURA 2.18: esquema de una llamada en MEGACO.**

Si un usuario desea realizar una llamada a otro usuario mediante este sistema los pasos a seguir son:

- El usuario descuelga el terminal y marca el número del destinatario. Esta llamada llega al Media Gateway.
- El Media Gateway notifica al Media Gateway Controller que una llamada está en proceso.
- El Media Gateway Controller busca en su base de datos la información necesaria del usuario destinatario, como número de teléfono, IP, número de puerto. Entonces busca el Media Gateway correspondiente a esa IP, y le comunica, enviándole un mensaje, que está recibiendo una llamada.
- El Media Gateway del destinatario abre un sesión RTP cuando el usuario en cuestión, descuelga.

Una de las características fundamentales de este modelo es que los Media Gateways son capaces de mantener comunicaciones tanto con el H.323 como con el SIP, algo fundamental para la implantación de las comunicaciones multimedia y para la compatibilidad entre los diferentes sistemas. A continuación, podemos observar la pila de protocolos de MEGACO y su relación con los otros sistemas de transmisión multimedia de datos:



**FIGURA 2.19: pila de protocolos de transmisiones multimedia.**

El protocolo MEGACO tiene como características más reseñables: la alta escalabilidad, pudiendo soportar hasta más de 1000 terminales y pudiendo cambiar de entornos uniprosesadores a entornos multiprosesadores; soporta IPv6, que ayuda a resolver problemas actuales de Traducción de direcciones (NAT), movilidad y calidad de servicio; redundancia, la amplia gama de configuraciones permite una gran redundancia en el soporte de aplicaciones; permite operaciones bloqueantes y operaciones no bloqueantes; Permite seguridad interna basada en MD5, SHA1 y otros; soporta el procesamiento del transporte, tanto semántico como sintáctico.



El protocolo MEGACO es utilizado en un sin fin de aplicaciones como Gateways residenciales, teléfonos por IP, Set-Top boxes, centralitas de llamadas, servidores de mail, respuesta interactiva de voz (IVR), controlador de medios, servidores multimedia, convergencia de datos y de voz.

## 2.3 Vídeo Streaming

El Vídeo Streaming es un sistema de distribución, que se caracteriza por la visualización de contenidos mientras todavía se están descargando los mismos. La tecnología streaming, conocida también como, Streaming Media, permite al usuario visualizar y oír contenidos digitalizados como video, audio y animaciones eliminando la necesidad de tener totalmente descargado el archivo. Utilizando un navegador de Internet en unos pocos segundos puedes llegar a escuchar audio y ver imágenes.

El sistema de Vídeo Streaming provoca grandes ventajas para el usuario como la visualización casi inmediata de la película, la transmisión de esa película, no implica que se ocupe una gran cantidad de espacio en el disco del usuario, se minimizan los problemas con las licencias para cada película, que visualice el usuario y se reducen los requerimientos de ancho de banda de una transmisión de video debido a los codecs más eficientes que se utilizan.

En este apartado se van a explicar los diferentes métodos de entrega de Video Streaming que existen, Unicast, Multicast y Broadcast. También, se va a comentar un esquema definido como convencional para la instalación de un servicio de Video Streaming. Además, de la arquitectura del mismo, con los protocolos más importantes que se utilizan. Se expondrá, también, otra configuración de un sistema de Streaming basada en el servidor Web.

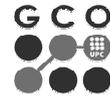
Un servidor de Media Streaming es un elemento muy versátil en el que se pueden realizar diversas actividades en los diferentes campos como los siguientes:

- Entretenimiento: películas bajo demanda, videojuegos y videos interactivos, Internet multimedia, correos multimedia.
- Educación: Cursos, teleinformación, bibliotecas, servicio y archivos de bases de datos, video vigilancia.
- Ventas: catalogo de venta al por menor, ofertas, estado de cuentas.
- Noticias/Información: noticias bajo demanda, deportes, tiempo, información de salud, emisoras de radio.

### 2.3.1 Tipos de Video Streaming

Se pueden establecer diferentes clasificaciones sobre video Streaming, dependiendo de sus características técnicas o de la funcionalidad para la que se quiera hacer servir.

Los productos de media streaming contemplan la distribución de los contenidos tanto en una Intranet corporativa como en la red Internet. Los contenidos pueden estar almacenados previamente en un servidor (video on demand), o crearse en el mismo momento de su difusión (live media streaming), realizando una transmisión en directo. En ambos casos, el audio y el video se distribuyen con un formato de codificación que comprime la información analógica, mediante CODECs, reduciendo considerablemente el ancho de banda requerido para la transmisión.



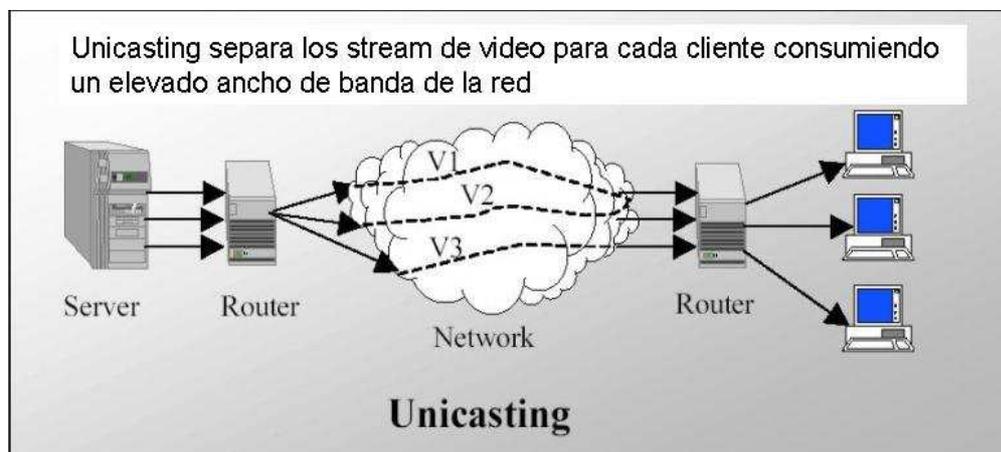
Nos basaremos en las características técnicas de las transmisiones mediante streaming para establecer una clasificación. Por eso, lo hemos clasificado en tres categorías, dependiendo del método de entrega: unicast, multicast y broadcast, que explicaremos a continuación.

### 2.3.1.1 Unicast

El tipo de Video Streaming Unicast entrega streams uno a uno para cada cliente y se utiliza para el video on Demand (VoD), ya que cualquier usuario puede hacer una petición de una secuencia de stream en cualquier momento. Es similar, a tener un videoclub abierto las 24 horas, pero sin la obligación de ir a por la película ni de bajar a devolverla.

El sistema de Video on demand es la petición realizada por clientes individuales de ficheros o secuencias almacenados en el servidor, sobre los que el usuario posee un control similar a un video doméstico (posicionamiento, paro, retroceso o avance rápido...).

El servicio Unicast consiste en un servidor, que envía paquetes de datos a cada computador que solicita un stream. El método de entrega Unicast es una buena opción para recibir transmisiones en tiempo real, pero tiene sus desventajas. El servidor, debe enviar el flujo de datos individualmente a todo aquel, que quiera recibir la transmisión (Figura 2.20). Si se tiene a unas cuantas personas recibiendo el stream el funcionamiento es correcto, pero si se trata de difundir el material a miles de usuarios se deberá considerar dos inconvenientes con el proceso de unicast: demasiadas peticiones y demasiados paquetes.



**FIGURA 2.20: servicio unicasting.**

#### Demasiadas peticiones

Con unicast, el servidor tiene que procesar cada solicitud de stream y atenderla. Cada stream, utiliza una pequeña porción de procesamiento del servidor. Si el servidor posee muchas solicitudes no podrá sostener la sobrecarga y muchas personas no podrán recibir la transmisión. Este es el mismo problema que tienen los servidores de archivos (FTP). Si se intenta descargar un archivo, que todo el mundo quiere en el mismo momento, en el que tú haces la petición. Algunas veces, si el servidor obtiene demasiadas peticiones, no solo no podrá completar el envío individual, sino que es posible que hasta deje de trabajar por completo.

#### Demasiados paquetes



El segundo problema existente con unicast, y un gran número de solicitantes simultáneos de stream, es que una serie separada de paquetes de datos (Figura 2.20) debe ser enviada a cada ordenador. Incluso, si el servidor pudiera hacer esta tarea, el número de paquetes de datos en tránsito por la red haría "flooding", es decir, inundaría el sistema entero haciendo que la transmisión se volviera muy lenta, o incluso se detuviese. Con una mayor cantidad de transmisión, los paquetes pueden desbordar la red de manera similar a cuando los automóviles se congestionan en una autopista a la hora punta. En Internet, a estos congestionamientos se les llama "Traffic Jams".

### 2.3.1.2 Multicast

El tipo de Video Streaming Multicast, al contrario que el Unicast, entrega los streams, simultáneamente, del servidor a muchos clientes. Multicast es conocido como Near Video on Demand (NVoD) cuando actúa sobre subredes, ya que los usuarios deben ver el mismo contenido a la misma vez. Es similar, a un pay-per-view de la Televisión por cable, donde un grupo de usuarios están autorizados a ver el programa, que se emite.

Multicast ofrece la difusión a varios clientes de un mismo contenido, ya sea creado en ese momento en vivo (live broadcast), o almacenado previamente en el servidor. El usuario no posee el control, como si fuera un video doméstico, sin poder realizar las acciones propias del mismo (posicionamiento, paro, retroceso o avance rápido...), pero sí que puede parar y volverse a conectar a la emisión.

El sistema de difusión tiene analogías con los canales de TV. Multicast hace su trabajo de transmisión de manera similar a como funcionan los canales de televisión o las estaciones de radio: El programa (archivo de audio/video) se emite desde la estación hacia los transmisores (servidores streaming conectados a la red) quienes se encargan de distribuir la señal (el stream) a los televidentes. Cuando el espectro de televidentes (usuarios, visitantes) se extiende, se agregan repetidores (servidores, lo que es conocido como splitting).

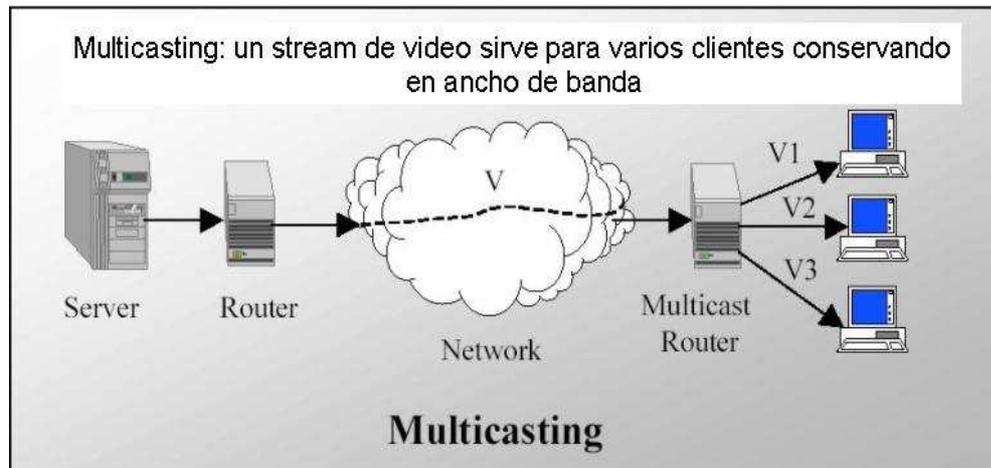
Con multicast su ordenador está configurado para que, además, de "escuchar" los paquetes direccionados a él, también, esté atento a los paquetes que estén direccionados a una dirección específica de multicast, llamada estación. Multicast reserva una serie de direcciones para la transmisión, que no pueden ser asignadas a ninguna máquina. La IANA (Internet Assigned Numbers Authority) asigna para el protocolo IP multicast las direcciones de clase D, que caen dentro del rango 224.0.0.0 y 239.255.255.255.

Si su ordenador está configurado para multicast, éste permanecerá pendiente de los paquetes de datos sobre una particular estación emisora. Cuando su ordenador reciba un paquete de esa estación, lo convertirá en información útil y aprobará su reproducción en el software de streaming media instalado en el cliente. Al mismo tiempo, todos los otros ordenadores, que se encuentren recibiendo la transmisión, estarán obteniendo los mismos paquetes de datos desde la misma estación.

Multicast es muy eficiente. Una simple serie de paquetes de datos puede ser usada para transmitir a múltiples clientes (Figura 2.21). El modelo Multicast puede ser una solución a largo plazo para los problemas de tráfico de Internet.

Actualmente, la red multicast más ampliamente conocida y usada es la MBONE (MulticastBackbone). La MBONE es una red virtual, que está compuesta de porciones de Internet, llamadas islas Multicast, donde el funcionamiento de los paquetes multicast está activado. Los paquetes Multicast tienen que viajar por áreas de Internet donde todavía no se ha implementado Multicast, entonces, los paquetes son enviados

como unicast, hasta que alcance la próxima isla Multicast, este proceso es conocido como Tunelling.



**FIGURA 2.21: servicio multicasting.**

Desde el punto de vista del usuario, recibir multicast o unicast es casi lo mismo. Se hace click en el enlace debido, y el reproductor de streaming media se conecta al servidor, se abre el archivo de audio/video y comienza el espectáculo. La única diferencia, es que el servidor podrá colgarse (si utiliza unicast) o no, el usuario obtendrá la transmisión que quiere con multicast, y la red entera estará menos abarrotada de paquetes de datos, en tanto que más servicios multicast sean usados.

Debido a que multicast, utiliza el protocolo UDP, para la transmisión de una serie de paquetes de datos, no hay una manera sencilla de que el reproductor solicite un paquete de datos para que sea enviado de nuevo. Esto quiere decir que algunos paquetes se pierden, incluso antes de que el usuario pueda notarlo, debido en parte, a la manera en que el reproductor codifica los archivos y los enumera.

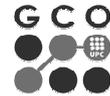
Si se pierden una gran cantidad continua de paquetes será perceptible por el usuario en forma de cortes de sonido y de pausado de imágenes, siempre dependiendo de la amplitud del buffer que se haya configurado en el usuario.

### 2.3.1.3 Broadcast

El tipo de Video Streaming Broadcast es un caso especial de multicast, en el que se entrega un único stream, simultáneamente, a toda la red. Este método es utilizado, por ejemplo, para la retransmisión en directo de la presentación ejecutiva en una empresa. Todos los usuarios pueden ver en la red corporativa la difusión en una hora acordada.

En la red de Internet, Multicast es más conocido como IP Multicasting. Como su uso tiene un gran potencial, a la hora, de reducir la congestión en la red, existe un gran apoyo por parte de las empresas. Y la red de Internet sufrirá un gran aumento de utilización cuando el estándar Ipv6 se implante en su totalidad.

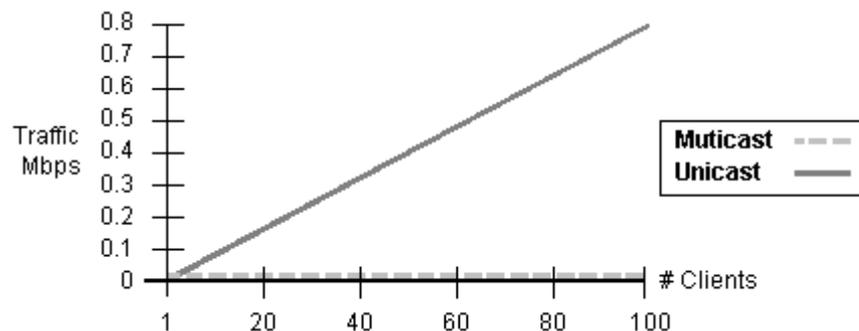
La mayoría del tráfico que hoy en día hay en la red es Unicast. Es un hecho bastante evidente, debido a que una copia separada de los datos se envía desde el servidor a cada cliente que hace una petición, pero es necesario si se quiere dar un servicio de



Video on Demand. Cuando los datos que se transmiten se hacen en broadcast, se envía una sola copia de los datos a todos los clientes de la red.

Cuando se quieren enviar los mismos datos a un número limitado de usuarios, ambos, métodos suponen un desperdicio en el ancho de banda de la red. Unicast utiliza más ancho de banda del necesario al tener que enviar varias copias de los datos y Broadcast desperdicia ancho de banda al enviar datos a todos los clientes, aunque estos no los hayan requerido. Es más, el cliente debe procesar los datos que se le envían de broadcast, aunque no le interese, por lo que le puede producir una ralentización en el funcionamiento del cliente.

Multicast intenta solucionar los problemas de los otros dos métodos mencionados anteriormente. Multicast envía una única copia de los datos para los usuarios que lo pidan. Ni se envían múltiples copias por la red ni se envían datos a usuarios que no quieren. La siguiente gráfica compara la carga de red por cliente cuando se envía un stream de audio PCM de 8-Kbps para unicast y multicast y muestra como multicast realiza un mejor uso del ancho de banda de la red.



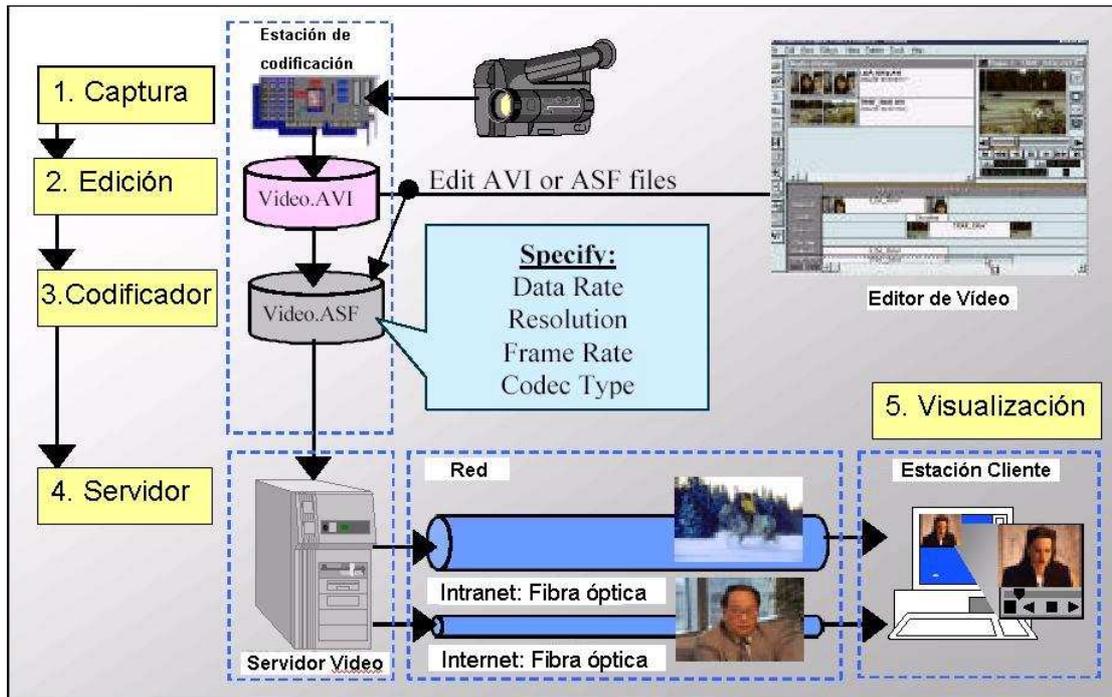
**FIGURA 2.22: comparación entre tráfico entre unicast y multicast.**

Multicast todavía no ha reemplazado a Unicast en Internet porque algunas partes de Internet no han sido conectadas a routers que entiendan el proceso de multicast. La mayoría de los nuevos routers pueden activar sus procesos multicasts con un funcionamiento eficiente, pero algunos sistemas de educación y de los gobiernos obsoletos que enlazan partes de Internet están usando tecnología anticuada y no son capaces de procesar paquetes multicast.

Por la parte del usuario, la mayoría de las tarjetas de red, que existen actualmente en los equipos, también, entienden el funcionamiento de multicast. Aún así, llevará unos años que su utilización se popularice.

## 2.3.2 Componentes de un sistema video streaming

Un sistema completo de Video Streaming involucra a todos los elementos básicos de creación, entrega y visualización del contenido de video. Los principales componentes de un sistema de Video Streaming suelen ser el servidor de codificación, el servidor de Video Streaming, la red y la aplicación utilizada por el cliente para la visualización. El esquema por pasos sería parecido al que se muestra en la Figura 2.23.



**FIGURA 2.23: componentes de un sistema de video streaming.**

- Paso 1. Captura:

El primer paso del proceso de creación de Video Streaming, queda englobado en lo que se conoce como sistema de producción. El sistema de producción se encarga de generar el audio/video, que se va a transmitir. Se puede realizar dos tipos de producción diferenciadas: la captura de la señal en directo y la fuente de información ya almacenada en los dispositivos.

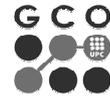
En una captura, en directo, se pasa el contenido desde una señal con información analógica, como puede ser una cinta VHS o una videocámara, a formato digital y se almacena en el servidor. Habitualmente, los elementos hardware de captura vienen acompañados con una o varias tarjetas capturadoras analógicas de audio y video y con su software correspondiente.

La utilización de una buena tarjeta capturadora es crítica para alcanzar unas altas tasas de recepción de la señal con una excelente calidad de imagen. La tarjeta debe ser capaz de capturar imágenes de 1290 x 720 píxeles a 30 frames por segundo sin que haya pérdidas de píxeles/frames y sin que provoque un elevado consumo del procesador.

En los nuevos videos y cámaras digitales se captura directamente la señal sin tener que realizar una conversión analógica-digital. La tarjeta capturadora del servidor debe ser capaz de soportar la captura de una emisión en directo, además, de una emisión ya almacenada.

- Paso 2. Edición:

Una vez el video, ya ha sido convertido en formato digital y almacenado en el servidor, puede ser editado usando una gran variedad de herramientas para la edición de películas.



En esta etapa, una herramienta autorizada se suele utilizar para integrar el video/audio con otras herramientas multimedia para la realización de presentaciones, entretenimiento, etc. Se pueden utilizar, también, las herramientas de edición para proteger las imágenes o registrarlas de alguna manera. Así como, para optimizar el fichero de la película antes de codificarlo.

- Paso 3. Codificación:

Después, de haber editado el video y haberlo integrado con otras tecnologías multimedia, el fichero puede ser codificado con un formato apropiado para su posterior transmisión.

Para realizar esta acción, se utiliza software específico de codificación, que se debe seleccionar, teniendo en cuenta la utilización posterior de la fuente codificada para obtener una determinada resolución de salida, una tasa de transmisión adecuada o el número de frames por segundo. Los servidores de codificación deben poseer de una gran potencia computacional para codificar uno o más contenidos. También, se puede realizar la codificación mediante hardware.

Cuando para una misma película se requiere diferentes tasas de transmisión, se pueden codificar el mismo fichero varias veces, tantas veces como tasas de transmisión sean necesarias. Como alternativa, las nuevas tecnologías en Video Streaming permiten la creación de un fichero codificado que ajusta dinámicamente el ancho de banda, que necesita cada usuario.

- Paso 4. Servidor de Streaming:

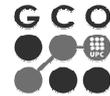
El servidor de Streaming es el encargado de administrar la entrega de los vídeos codificados a los clientes usando los protocolos de red apropiados para la red de transmisión que se está utilizando.

El servidor de video está compuesto por una parte hardware, que ha sido configurada óptimamente para la entrega de video en tiempo real, además, del software del servidor de video, que debe funcionar sobre el sistema operativo instalado, generalmente, Microsoft Windows XP, que actúa como el regulador del tráfico para la entrega de los streams.

El software del servidor de video, generalmente, queda determinado o es elegido por el número de streams, que puede transmitir simultáneamente. Si llegan más peticiones de streams de las que el servidor puede atender, tendrá que rechazar estas peticiones.

El servidor de Video streaming debe tener un ancho de banda suficiente para poder atender a las peticiones para las que ha sido seleccionado, es decir el número máximo de streams. La estación de codificación y el servidor de Video streaming pueden residir en el mismo servidor. Pero no es lo habitual, a no ser que la codificación sea vía hardware, en sistemas que requieran un funcionamiento límite del servidor. Las conexiones de red, que se suelen utilizar son a través de Ethernet 10/100 BaseT, ATM, RDSI o como se ha experimentado en este proyecto, mediante fibra óptica.

El servidor Web para Video Streaming no es muy diferente a cualquier otro servidor Web, que se utiliza. El servidor debe contener el portal diseñado para que el usuario realice las peticiones de videos y un enlace URL con el servidor de Video Streaming para cada video. El servidor Web puede estar o no, en el mismo servidor que el servidor de Video streaming.



- Paso 5. Visualización:

Finalmente, en la estación del cliente, un programa, que ejecuta video, es el encargado de la visualización de la petición del vídeo hecha por el cliente.

Este programa recibe y almacena, temporalmente, los streams de video para que el usuario los pueda visualizar con el tamaño de ventana apropiado, y utilizando una interfaz parecida a la de un reproductor de video. Generalmente, el software, soporta funciones como la de pausa, play, stop, rebobinar hacia delante, rebobinar hacia atrás, etc.

El programa visualizador de los videos en el cliente puede ejecutarse independientemente desde la maquina de cliente, o puede ser un control ActiveX, o un plug-in embebido en el navegador. Si el usuario no posee las últimas versiones de plug-ins o decodificadores, cuando accede a la página Web para conectarse a un video o a un audio, automáticamente, se le actualiza la versión con una más eficiente, sin que el usuario deba preocuparse por la actualización y pudiendo aceptar o no dicha actualización.

Streaming es una tecnología cliente/servidor, que permite que datos pregrabados o en directo sean transmitidos en tiempo real. Así pues, revoluciona la manera tradicional de comunicarse en la Intranet y en Internet.

### 2.3.3 Arquitectura de un sistema Video Streaming

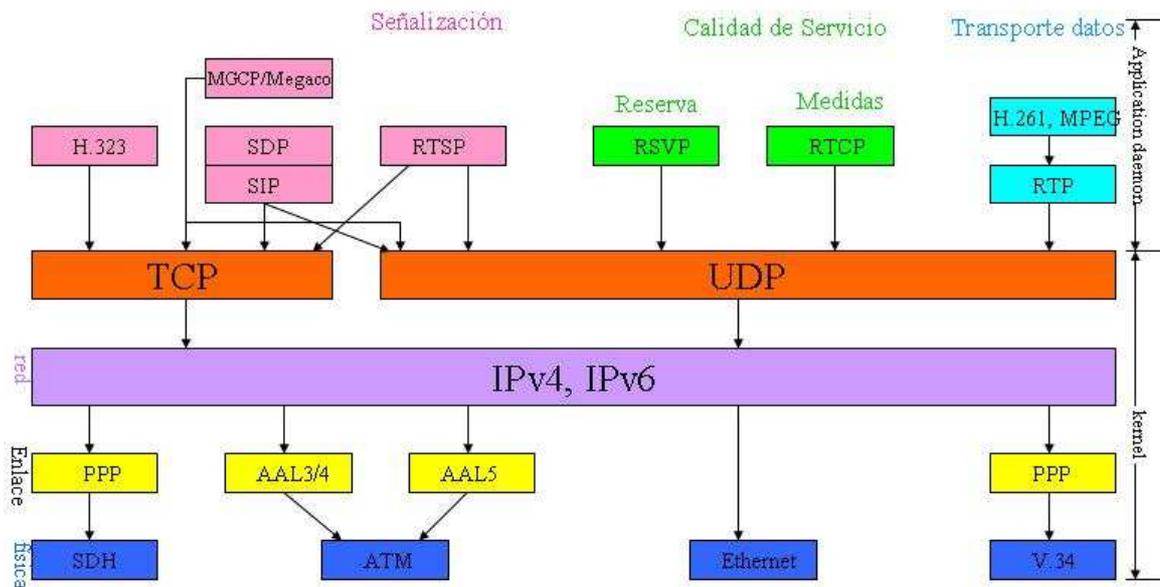
En este apartado, se va a explicar la arquitectura de protocolos, que se utiliza para la realización de transmisiones de Video Streaming, que siguen los diferentes estándares, en concreto se pone un ejemplo de la arquitectura que utiliza Windows Media Player, el reproductor de Video Streaming de Microsoft.

La clave para entender el funcionamiento del Video Streaming es el concepto de capas. Cada capa define claramente una funcionalidad. Utilizando interfaces normalizados cada capa recibe flujos de datos procedentes de la capa inferior y entrega los datos, una vez procesados, a la capa superior y viceversa. Esta arquitectura está basada en una serie de estándares industriales, que asegura que los fabricantes puedan desarrollar los productos y servicios de manera independiente y la vez compatible.

Es decir, un sistema de Video Streaming sigue la arquitectura OSI (Open System Interconnect) de la ISO, al menos, en sus cuatro primeras capas (Física, enlace, red y transporte) de manera bastante consistente, pero las tres últimas capas (sesión, presentación y aplicación) las unifica en una sola, la de aplicación. Donde se han desarrollado y normalizado varios protocolos específicos para Streaming, que facilitan el streaming de contenidos multimedia en tiempo real sobre Internet. A caballo, entre la capa de transporte y la de aplicación se encuentran los estándares para el control, sincronización y reserva de ancho de banda para las transmisiones de Video Streaming como el RTSP, el RTP, el RTCP o el RSVP.

La siguiente figura muestra una posible arquitectura de un sistema de transmisión streaming y como se interrelacionan los estándares entre ellos, en las capas de red, transporte, aplicación.

# Pila de protocolos multimedia



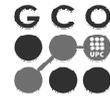
**FIGURA 2.24: pila de protocolos multimedia.**

En la Figura 2.24 los protocolos se han agrupado por funcionalidad, pudiéndose distinguir tres funciones diferenciadas: transporte de datos (audio y video), calidad de servicio y señalización y control de llamadas. También, se puede observar la disposición conjunta de los protocolos de señalización para los sistemas de videoconferencia H.323, SIP y MEGACO y el del sistema de streaming.

Se han sido desarrollados y normalizados varios protocolos específicos que facilitan el *streaming* de contenidos multimedia en tiempo real sobre Internet. Algunos de estos protocolos, han sido explicados ampliamente en el apartado 2.1.3, por lo que se realizará un breve resumen de su funcionalidad.

## 2.3.3.1 El protocolo de Internet (IP)

El protocolo IP (Internet Protocol) es el protocolo más básico de Internet de nivel de red, y provee todos los servicios necesarios para el transporte de datos. Cualquier otro protocolo de Internet se basa en IP o le sirve de base. Las tareas principales del protocolo IP son el direccionamiento de los datagramas de información y la administración del proceso de fragmentación de dichos datagramas.



Las cabeceras IP contienen las direcciones de las máquinas de origen y destino, direcciones que serán usadas por los enrutadores (routers) para decidir el tramo de red por el que circularán. Si la información a transmitir ("datagramas") supera el tamaño máximo negociado (MTU, Maximum Transfer Unit), en el tramo de red por el que va a circular podrá ser dividida en paquetes más pequeños, y reensamblada luego cuando sea necesario.

La utilización del protocolo IP no conlleva la corrección de determinados problemas producidos durante la transferencia de los datos:

- Variaciones producidas en la red.
- Llegada de los paquetes en orden distinto al transmitido (secuencia de entrega).
- Paquetes perdidos o defectuosos.
- Únicamente proporciona seguridad de sus cabeceras, no de los datos transmitidos.

Los problemas mencionados anteriormente se pueden corregir con protocolos de capas superiores. Uno de los más conocidos y utilizados es el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), que suministra una alta fiabilidad para transporte de datos de propósito general; pero no es utilizable para la transmisión en aplicaciones de Streaming, donde se utiliza el protocolo de datagrama de usuario (UDP).

Todos los paquetes IP no necesariamente deben tener la misma longitud (p.e. Ethernet 1500 bytes, ATM 8190 bytes, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) 4470 bytes). Los paquetes IP pueden ser insertados en cualquier soporte de red, ya sea por cable, por fibra óptica o vía radio, tanto en comunicación bidireccional (Video on demand) como unidireccional (difusión). La capa de red que utiliza IP, debido al gran éxito que ha tenido, puede considerarse como el punto al que convergirán en un futuro todas las redes de contenidos media.

### **2.3.3.2 El protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Datagrama de usuario (TCP y UDP)**

El TCP y el UDP son protocolos de transmisión de datos usados, entre otras cosas, para streaming. Ambos, protocolos trabajan por encima del protocolo IP en la capa de transporte. Aunque, se encuentran al mismo nivel son utilizados de manera muy diferente.

EL TCP es el responsable de la correcta entrega de datos entre el servidor y el cliente. Se establece una conexión virtual entre el destinatario y la fuente. El TCP crea una secuencia de bytes a transmitir e informa al destinatario de los nuevos bytes que deberá recibir. Si un byte no es identificado en un período de tiempo especificado, es retransmitido nuevamente por la fuente. Esta facilidad permite a los dispositivos detectar e identificar paquetes perdidos y solicitar que sean retransmitidos.

El UDP es un protocolo no orientado a conexión, al contrario que el TCP, UDP provee muy pocos servicios de recuperación de errores, ofreciendo en su lugar, un camino directo para enviar y recibir datos a través de las redes IP. No realiza la retransmisión de paquetes perdidos ni detecta paquetes erróneos. Permite el envío de datagramas a través de la red, sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.



Con la transmisión de vídeo y audio el vidente/oyente necesita un flujo continuo de datos en tiempo real. La retransmisión de paquetes añade retardos y utiliza mayores anchos de banda en el canal de datos. Cuando se transmite en tiempo real, resulta más importante transmitir con velocidad que garantizar el hecho de que lleguen absolutamente todos los bytes.

Si los errores de la red de transmisión son altos el «buffer» del reproductor media se acabará vaciando y la reproducción se interrumpirá. Por consiguiente, la estrategia para la recepción de streams es ignorar paquetes perdidos. El Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP) es el que realiza precisamente esa función. La pérdida de paquetes daña la calidad subjetiva del stream e incluso la pérdida de algunos frames (cuadros) de vídeo, aunque en la mayoría de ocasiones es imperceptible por el usuario.

### 2.3.3.3 El protocolo de Transferencia de hipertexto (HTTP)

El HTTP es el protocolo del mundo Web (WWW), usado en cada transacción. HTTP significa Hyper Text Transfer Protocol, es decir, protocolo de transferencia de hipertextos a nivel de aplicación. El hipertexto es el contenido de las páginas web, y el protocolo de transferencia es el sistema mediante el cual se envían las peticiones para acceder a una página web, y las respuestas del servidor de esa web, remitiendo al usuario la información que se visualizará en pantalla. También, sirve el protocolo para enviar información adicional en ambos sentidos, como formularios con mensajes y otros similares.

El HTTP es un protocolo del tipo *stateless*, es decir, que no guarda ninguna información sobre conexiones anteriores. Al finalizar la transacción, todos los datos se pierden. Por esto se popularizaron las *cookies*, que son pequeños ficheros guardados en el propio ordenador que puede leer un sitio web al establecer conexión con él, y de esta forma reconocer a un visitante que ya estuvo en ese sitio anteriormente. Gracias a esta identificación, el sitio web puede almacenar gran número de información sobre cada visitante, ofreciéndole así un mejor servicio. A parte de las cookies, se están desarrollando nuevas tecnologías como ActiveX, Java, JavaScript para poder hacer de manera más inteligente las interacciones con el usuario.

Desde el punto de vista de las comunicaciones, HTTP está soportado sobre los servicios de conexión TCP/IP, y funciona de la misma forma que el resto de los servicios comunes de los entornos UNIX: un proceso servidor escucha en un puerto de comunicaciones TCP (por defecto, el 80), y espera las solicitudes de conexión de los clientes Web. Una vez que se establece la conexión, el protocolo TCP se encarga de mantener la comunicación y garantizar un intercambio de datos libre de errores. Además, los paquetes HTTP están protegidos con checksums. De esta manera, los paquetes dañados o perdidos son nuevamente retransmitidos, por lo que todos los archivos recibidos son totalmente restaurados.

HTTP puede utilizarse también para la descarga de contenidos media, especialmente si los archivos son de pequeño tamaño y el número de usuarios concurrentes es limitado. Si la velocidad de la conexión es inferior a la necesaria para la transferencia del media, éste todavía puede ser reproducido aunque no uniformemente. El tiempo de transferencia del archivo descargado depende de su tamaño y de la velocidad de la conexión.

La primera versión de HTTP (HTTP/0.9) fue un protocolo simplificado para la transferencia de datos de baja calidad a través de Internet. La versión HTTP/1.0 mejoró el protocolo permitiendo mensajes en formato MIME (Extensiones



Multipropósito de Correo Internet), metadatos sobre los datos transferidos y modificadores ante la semántica petición/respuesta. De esta forma, el protocolo puede intercambiar cualquier tipo de dato, sin preocuparse de su contenido. La transferencia se realiza en modo binario, byte a byte, y la identificación MIME permitirá que el receptor trate adecuadamente los datos conteniendo. La especificación HTTP/1.1 establecía funciones relacionadas con Proxy, caching, conexiones mantenidas y host virtuales. Actualmente, HTTP dispone de una variante cifrada en SSL (Secure Sockets Layer), llamada HTTPS.

HTTP/1.1 incorpora requerimientos más rigurosos que HTTP/1.0, con el fin de asegurar la implementación fiable de sus prestaciones. Ello, permite más funcionalidades que la simple recuperación, incluyendo búsqueda, refresco y comentarios. HTTP facilita un conjunto de métodos sin limitaciones que indica el propósito de una petición. Se construye sobre la disciplina de referencia suministrada por la Uniform Resource Identifier (URI), como una localización (URL) o un nombre (URN), indicando el recurso sobre el que es aplicado. Los mensajes son enviados en un formato similar al utilizado por el correo de Internet, según lo define el MIME. HTTP se utiliza como un protocolo genérico para comunicaciones entre gestores de usuarios y servidores proxy/pasarelas a otros sistemas en Internet, incluidos los soportados por SMTP, NNTP, FTP y otros protocolos. De esta forma, HTTP facilita acceso básico de hipermedia (hipermedia-hipertexto) a otros recursos disponibles desde diversas aplicaciones.

#### **2.3.3.4 El protocolo de Transporte en Tiempo real (RTP)**

Este protocolo de transporte fue desarrollado específicamente para realizar Streaming a través de redes IP. El RTP es el protocolo más importante normalizado para Streaming. Todos los streams de contenidos media, sin tener en cuenta su formato y contenido, son encapsulados en paquetes RTP.

El RTP dispone de varios campos para datos que no se encuentran presentes en TCP, en particular un Timestamp y un número de Secuencia. RTP funciona sobre UDP y utiliza sus aplicaciones de multiplexado y checksums, aunque puede soportar otros protocolos de transporte. Permite el control del servidor media para que los streams de vídeo sean servidos a la velocidad adecuada. El reproductor media está, entonces, en condiciones de poder organizar los paquetes RTP recibidos en el orden correcto y reproducirlos a la velocidad adecuada.

El RTP transmite paquetes en tiempo real tanto de audio como de video. RTP no garantiza por sí sólo, la entrega de los datos en tiempo real, pero provee de los mecanismos de envío y recepción necesarios a las aplicaciones, para que puedan soportar los datos streaming. El RTP ofrece entrega de datos multicast siempre que la red subyacente ofrezca servicios de multicast.

Los paquetes perdidos o dañados no son retransmitidos. Existen herramientas de software que le permiten al cliente subsanar problemas originados por la pérdida de bits (replicación de paquetes, canceladores de error, etc.). Si la velocidad de conexión es inferior a la velocidad de transferencia de datos necesaria, la transmisión se corta y la calidad de la reproducción se degrada o no se completa. Si la velocidad de la conexión es rápida, el ancho de banda excedente permanece sin utilizar y la carga del servidor solamente depende del ancho de banda del stream.

Los proveedores de servicio deberían poner especial atención en no exceder la Unidad Máxima de Transmisión (MTU) de la red forzando el bit DF (Don't Fragment) en la cabecera IP a «1». El tamaño de la MTU depende del tipo de red. Por ejemplo, para redes basadas en Ethernet, la MTU es 1.500 B. La normativa RFC 791 exige que todos los host acepten datagramas de duración superior a 576 B. Si se supera la



MTU de la red, se carga un proceso llamado «fragmentación IP» que fragmenta los paquetes RTP en paquetes más pequeños.

### **2.3.3.5 El protocolo de Control de Tiempo Real (RTCP)**

El RTCP es usado conjuntamente con el RTP y utiliza TCP para la conexión bidireccional cliente-servidor. Es un protocolo que da calidad de servicio al sistema y proporciona mecanismos de realimentación para informar de la calidad en la distribución de los datos. Eso, implica la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes de una sesión.

Los mensajes, que se reciben, incluyen informes relativos al número de paquetes perdidos y estadísticas de «jitter». Esta información puede ser utilizada por aplicaciones de nivel superior para el control de la sesión y mejora de la transmisión, por ejemplo, el bit/rate de un stream puede modificarse para combatir la congestión de red, se puede diagnosticar fallos en la distribución o se puede usar para controlar un mecanismo adaptativo de codificación, que responda a las condiciones de la red.

Los paquetes de RTCP se envían de modo que el tráfico en la red no aumenta linealmente con el número de agentes participantes en la sesión, es decir el intervalo de envío se ajusta de acuerdo al tráfico.

### **2.3.3.6 El protocolo Streaming de Tiempo Real (RTSP)**

El Protocolo de Streaming de Tiempo Real (RTSP Real Time Streaming Protocol) es un estándar desarrollado por la Universidad de Columbia en el RFC 2326 para el IETF. El RTSP es un protocolo cliente-servidor de nivel de aplicación para el control del flujo de datos en tiempo real.

El RTSP es básicamente un protocolo de señalización o de control, pero también provee de algunas funcionalidades de calidad de servicio. El RTSP utiliza el RTP como protocolo subyacente para la entrega de datos y ofrece al usuario los controles VCR: Play, Stop, Pause, FF, REW; así como, acceso aleatorio a cualquier corte del media. El RTSP facilita al servidor el ajuste de la velocidad de transmisión de los datos al ancho de banda de la conexión ante congestiones en la red, con el fin de utilizar lo mejor posible la capacidad disponible.

Una vez, establecido, puede controlar uno o varios streams sincronizados temporalmente de los diferentes medias, como el audio y el video. Las fuentes de datos pueden incluir tanto datos fijos como datos en tiempo real. El RTSP proporciona mecanismos para seleccionar canales de envío (como el UDP, UDP multicast, TCP) y mecanismos de entrega continua de streams basados en RTP. Se puede considerar que el RTSP actúa “como control remoto de la red” para los servidores multimedia.

Otra importante función del RTSP es la de elegir el canal óptimo de conexión para el cliente con los mecanismos proporcionados. Por ejemplo, si el UDP no puede utilizarse (algunos cortafuegos no lo permiten), el servidor de streaming ofrece la elección de protocolo: UDP multidifusión o TCP para clientes específicos. Al poder seleccionar el protocolo subyacente, se puede utilizar tanto para difusión (unicast), como multidifusión (multicast).

El RTSP es similar al HTTP/1.1 en términos de síntesis y operación pero difiere en aspectos importantes. RTSP pretende proporcionar, para presentaciones multimedia,

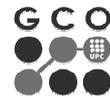


los mismos servicios que HTTP proporciona para textos y gráficos, para ello, se ha diseñado intencionadamente con una sintaxis similar de tal manera que la mayor parte de los mecanismos de extensión de HTTP se pueden añadir a RTSP.

A diferencia del HTTP, que no define precisamente el género de archivos que vienen trasladados, el RTSP controla los datos con funcionalidades conceptualmente similares a las de un aparato de vídeo: Play, fast-forward, pause, stop y record. Con RTSP, tanto servidor como cliente pueden realizar peticiones durante la interacción, al contrario que HTTP donde el cliente siempre realiza la petición (para documentos).

En la siguiente tabla se puede ver un resumen de los campos de cabecera utilizados por el RTSP, donde la columna tipo indica si un mensaje es de petición (R), respuesta (r) o una entidad de cabecera (e). La columna soportado indica si el campo debe ser implementado (req.) o por el contrario si son opcionales (opt.). La última columna indica el método por el cual este campo de cabecera es significativo.

Header	Tipo	Soportado	Metodo
Accept	R	opt.	Entity
Accept-Encoding	R	opt.	Entity
Accept-Language	R	opt.	All
Allow	r	opt.	All
Authorization	R	opt.	All
Bandwidth	R	opt.	All
Blocksize	R	opt.	All but OPTIONS, TEARDOWN
Cache-Control	g	opt.	SETUP
Conference	R	opt.	SETUP
Connection	g	req.	All
Content-Base	e	opt.	Entity
Content-Encoding	e	req.	SET_PARAMETER
Content-Encoding	e	req.	DESCRIBE, ANNOUNCE
Content-Language	e	req.	DESCRIBE, ANNOUNCE
Content-Length	e	req.	SET_PARAMETER,
Content-Length	e	req.	Entity
Content-Location	e	opt.	Entity
Content-Type	e	req.	SET_PARAMETER,
Content-Type	r	req.	Entity
CSeq	g	req.	All
Date	g	opt.	All
Expires	e	opt.	DESCRIBE, ANNOUNCE
From	R	opt.	All
If-Modified-Since	R	opt.	DESCRIBE, SETUP
Last-Modified	e	opt.	Entity
Proxy-Authenticate			
Proxy-Require	R	req.	All
Public	r	opt.	All
Range	R	opt.	PLAY, PAUSE, RECORD



Range	r	opt.	PLAY, PAUSE, RECORD
Referer	R	opt.	All
Require	R	req.	All
Retry-After	r	opt.	All
RTP-Info	r	req.	PLAY
Scale	Rr	opt.	PLAY, RECORD
Session	Rr	req.	All but SETUP, OPTIONS
Server	r	opt.	All
Speed	Rr	opt.	PLAY
Transport	Rr	req.	SETUP
Unsupported	r	req.	All
User-Agent	R	opt.	All
Via	g	opt.	All
WWW-Authenticate	r	opt.	All

Como el H.323, el RTSP utiliza RTP para transportar y dar formato a los paquetes de contenido multimedia. Pero, mientras que, H.323 ha sido diseñado para videoconferencias de grupos de dimensiones moderadas, el RTSP ha sido diseñado para hacer eficiente la difusión audio-visual de los datos para grupos de grandes dimensiones.

En el RTSP cada presentación y cada stream multimedia es identificado por una URL RTSP. La presentación completa y las propiedades de los media se definen en un fichero de descripción de presentación, entre la información se incluye el tipo de codificación, el idioma, las URLs RTSP, las direcciones de destino, los puertos y otros parámetros.

Microsoft ha desarrollado un protocolo propietario para administrar la interacción con el cliente, utilizando los controles VCR, que es el que se ha utilizado en el desarrollo de este proyecto, en substitución del RTSP. Este protocolo es conocido como MMS (Microsoft Media Server). Utiliza TCP como capa de suministro. Los datos media pueden suministrarse separadamente sobre UDP y TCP con el Formato Avanzado de Streaming (ASF).

### 2.3.4 Otro método de streaming: Web Server.

Hasta hace poco, la visualización de audio y video mediante la Web estaba basado en la tecnología de descargar y ejecutar (download-and-play). Tenías que descargarte primero el fichero de contenido antes de poder visualizarlo. El problema principal era que los ficheros media poseían un elevado tamaño y tardaban bastante tiempo en bajarse. Eso producía una cierta decepción entre los usuarios.

Los ficheros de streaming media pueden visualizarse casi inmediatamente, mientras los datos se están bajando, sin tener que esperar que el fichero esté totalmente bajado. Sólo tendrás un retraso de unos cuantos segundos antes de empezar la visualización.

Actualmente, la visualización de audio y video a través de Internet está muy generalizada. Han emergido dos métodos principalmente. El primer método es el Web



Server, en el cual, el estándar de servidor Web es usado para proporcionar los datos al cliente. El segundo método es el servidor de Streaming Media, explicado anteriormente, en el cual, un servidor especializado de Streaming es el que se encarga de entregar los datos al cliente. Ambos métodos tienen sus ventajas y sus inconvenientes, que explicaremos posteriormente. Pero primero haremos una breve explicación de cómo funcionan.

### **Streaming con Web Server**

Utilizar contenidos media streaming con un servidor Web es, actualmente, una evolución con respecto al modelo download-and-play. El audio y el video descomprimido, es mezclado y comprimido en un "fichero media" para ser entregado al cliente con unas determinadas especificaciones de ancho de banda. Este fichero media es depositado en un servidor Web estándar. Una página Web generada en el mismo servidor Web, contiene la dirección URL del fichero media. Esta página, cuando es activada, arranca el reproductor de la parte de cliente y comienza la descarga del fichero media. Esta parte, en principio, es parecida al caso de download-and-play, pero la diferencia radica principalmente en el funcionamiento de la parte cliente.

A diferencia del cliente de download-and-play, el cliente de streaming empieza a visualizar el audio y/o video, mientras todavía se está descargando el fichero media, unos cuantos segundos después, mientras que se llena el buffer. La información de "reserva" almacenada en el buffer permite que el contenido del media continúe visualizándose ininterrumpidamente, incluso en periodos con alta congestión de la red. Con este método de entrega de datos, el cliente los obtiene tan rápido como el servidor Web, la red y el cliente puedan permitir, sin tener en cuenta el parámetro de bit-rate de la compresión del stream. Sólo ciertos formatos de los ficheros media pueden soportar esta progresiva reproducción como el ASF (Advanced Streaming Format).

El servidor de Web como streaming utiliza el protocolo HTTP, el protocolo estándar Web usado tanto por los servidores webs como por los navegadores, para la comunicación entre el servidor y el cliente. El HTTP trabaja por encima del protocolo TCP, que es quien realiza la transferencia de los datos. El TCP no es un protocolo optimizado para la transmisión de datos en tiempo real. Un ejemplo de producto que utiliza este tipo de configuración es el VideoLAN.

El objetivo del TCP es maximizar el ratio de transferencia de los datos, asegurando estabilidad y un alto throughput en la red. Para conseguir esto, se utiliza un algoritmo llamado slow start, TCP empieza enviando datos con un ratio bajo y gradualmente, va aumentando el ratio de envío de datos hasta que el destino empiezan a perderse paquetes. Entonces, TCP asume que es el límite del ancho de banda o que la red sufre congestión, este proceso lo va repitiendo progresivamente. TCP es muy fiable ya que realiza la retransmisión de los paquetes perdidos, pero no puede asegurar que todos esos paquetes lleguen al cliente a tiempo para ser reproducidos.

### **Streaming con Streaming Media Server**

En el servidor de streaming media los pasos iniciales son parecidos a los del servidor Web, exceptuando que la compresión del fichero de media es realizada por un servidor de streaming especializado (como puede ser Windows Media Encoder) en lugar, de un servidor Web. La página Web donde está la referencia al fichero media está localizada en un servidor Web. Tanto el servidor Web como el servidor de Streaming media pueden funcionar en el mismo ordenador.



El proceso de entrega de datos del servidor de streaming media difiere significativamente con respecto al del servidor Web. En contraste, con el pasivo método de slow start utilizado por el servidor Web, en el servidor de Streaming los datos son enviados de una manera activa e inteligente al cliente. Esto quiere decir, que se entregan los datos con el ratio exacto asociado al fichero media en el momento de la compresión. El servidor y el cliente están en conexión durante el proceso de entrega, y el servidor de streaming media puede responder a cualquier acción solicitada por el cliente.

Mientras que los servidores de streaming media pueden usar los protocolos HTTP/TCP usados por los servidores Web, también, pueden usar protocolos especializados para la transmisión en tiempo real como el UDP, para mejorar el funcionamiento de la transmisión streaming. UDP es un protocolo rápido, ligero y sin retransmisiones. Es el protocolo ideal para la transmisión en tiempo real, ya que puede permitirse la pérdida de algunos paquetes. Además, debido a las políticas implícitas del protocolo TCP, el tráfico UDP tiene más prioridad sobre el tráfico TCP en Internet. Un ejemplo de producto que utiliza el servidor de Media Streaming es el Windows Media Server.

### 2.3.4.1 Análisis Comparativo: Web Server vs Streaming Media Server

Las diferencias entre las soluciones del servidor Web y las del servidor de streaming media nos permiten dictar unas ciertas ventajas e inconvenientes en cada uno de ellos que se explican seguidamente.

#### **Streaming con Servidor Web: ventajas**

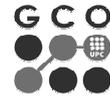
La ventaja principal de utilizar para el streaming el servidor Web, en lugar del servidor de streaming media, es la utilización de infraestructuras ya existentes. Ya que, el servidor Web utiliza únicamente un servidor Web estándar, que se supone que ya existe en cualquier organización, no es necesaria la instalación de aplicaciones adicionales para el control de streaming. El servidor de streaming media requiere de administradores de sistema para instalar y administrar software de servidor adicional. Esto puede aumentar considerablemente el coste de instalación, formación y utilización del servidor de streaming media.

Es importante notar, que un incremento de la carga en un servidor Web, lleva a la necesidad de aumentar las infraestructuras hardware del servidor Web para poder servir las peticiones de los clientes. Elegir el servidor de streaming Web sólo por motivos de coste del hardware, habitualmente no conduce a ningún ahorro económico.

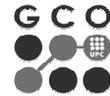
#### **Streaming con Windows Media Server: ventajas**

Diseñado específicamente para la entrega de streaming, en directo o bajo demanda, más que para pequeñas páginas HTML o imágenes, el servidor de Windows Media ofrece muchas ventajas sobre los servidores Web:

- *Mayor eficiencia en el throughput de la red.* Como ya se ha mencionado anteriormente, el servidor de windows Media utiliza el protocolo UDP, que es un protocolo optimizado para el transporte de los streaming en directo y bajo demanda. El protocolo UDP, permite mayores anchos de banda en la entrega al cliente, debido a que la información del ratio de transmisión es conocida y se envía sólo la requerida por el cliente.



- *Mejor calidad en audio y video para el usuario.* Tener un mejor throughput en la red implica poder tener una mejor calidad en el audio y video. Pero no es la única manera de mejorar la calidad, que proporciona el servidor de streaming media. Al mantenerse contacto entre el cliente y el servidor, el servidor sabe el ratio que puede soportar el cliente y así, puede decidir reducir la calidad del audio o reducir el ratio de frames del streaming de video, siempre que haya problemas de congestión. Además, utilizar UDP lleva inherentemente la ventaja de que sus paquetes son más prioritarios que los del tráfico HTTP.
- *Soporte para características avanzadas.* El servidor de Windows Media soporta características avanzadas como los controles VCR (pausar, rebobinar, adelantar), a través del protocolo RTSP, el reporte detallado de los streaming en ejecución, video en directo y entrega múltiples streams al cliente. Aunque, con el servidor Web se puede implementar algunas de estas características de manera muy costosa e ineficiente.
- *Escalabilidad para un elevado número de usuarios.* En los últimos años, la utilización de los servicios de audio y video por Internet se ha incrementado considerablemente, a menudo, se presta servicio a cientos o a miles de usuarios simultáneamente. En estos casos, el servidor de Windows media tiene dos ventajas con respecto al servidor de Web, que se suele utilizar para un número pequeño de usuarios, la especialización y el soporte a tecnologías multicast. Especialización, el servidor Web está optimizado para entregar muchos paquetes pequeños de html, pero no para grandes ficheros. El servidor de Windows media optimiza la lectura de los ficheros media desde el disco, el buffer en la memoria principal y los flujos de datos en la red. Soporte multicast, es la tecnología idónea para transmisiones en directo con grandes audiencias y mínima congestión de la red.
- *Protección del contenido.* El servidor Web crea una copia en el caché local por cada fichero media que emite, lo que no impide al cliente copiar ésta a un directorio personal para su posterior uso. Esto es bastante perjudicial para los proveedores de contenido. Con el servidor de Windows Media, los usuarios sólo pueden recibir un stream de datos y se evita que se puedan descargar el fichero media directamente a su disco. Como los paquetes de datos son recibidos desde la red y entregados a la aplicación cliente directamente, la intervención sobre estos resulta más complicada.
- *Múltiples opciones de entrega.* Con el servidor de Windows Media, los ficheros pueden ser transmitidos con cuatro configuraciones de protocolos, cada una con sus beneficios específicos, dependiendo de las necesidades: UDP, es de los más óptimos y el que provee de la mayor eficiencia de throughput, su mayor problema es que algunos firewalls no permiten el tráfico UDP; TCP, aunque no posee de un throughput muy eficiente, permite el acceso a los puertos TCP de los firewalls, que suelen estar abiertos; HTTP + TCP, el servidor de Windows Media puede soportar los comandos de control de http con la entrega de datos de TCP. Esta combinación tiene el beneficio de poder trabajar con todos los firewalls, que permiten el tráfico Web (puerto 80) y provee de muchos más controles (adelantamiento rápido, rebobinado, etc.), que el servidor Web estándar, pero añade sobrecarga en las cabeceras que le restan escalabilidad; Multicast, al soportar protocolos IP multicasting permite una entrega de datos muy eficiente y a un elevado número de usuarios, pero tiene el problema de que no todos los routers soportan el multicast.

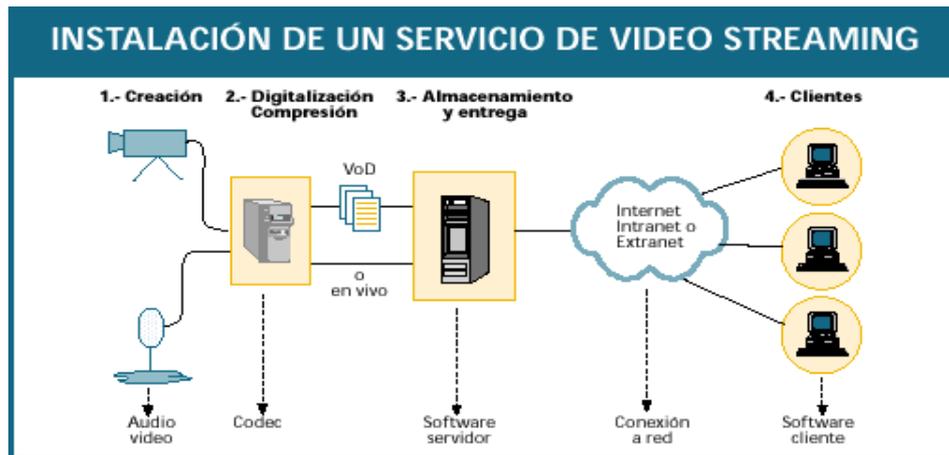


Uno de los principales problemas al utilizar un servidor Web para el suministro de archivos de streaming es la falta de control sobre la velocidad del stream. Si existe congestión en la red, la velocidad de transferencia será baja y los paquetes pueden llegar a ráfagas. En cambio, el servidor de Windows media utiliza el exceso de ancho de banda para anticipar el envío de datos, más rápido que el tiempo real, sobre la máquina del cliente, que los va guardando sobre el buffer. Estos datos los utilizará cuando hay problemas de congestión de la red.

En conclusión, de los dos métodos estudiados el servidor Web está asociado a la utilización de los protocolos HTTP y TCP para responder y entregar los datos al cliente. Se suele utilizar en entornos con pocos usuarios, ya que requiere de menos infraestructuras y posee un aprendizaje y un manejo más sencillo. En cambio, el servidor de Windows Media es un servidor especializado en las tareas de envío de flujos de audio y video. Posee la flexibilidad de elección de protocolos para la entrega de datos. También, explota la continua comunicación entre el servidor y el cliente para ir mejorando dinámicamente la entrega del contenido al cliente.

## 3 Implementación y configuración de un servicio de Video on Demand

En este capítulo se va a explicar las tecnologías y la configuración que se ha utilizado, en las diferentes partes, para la implementación del sistema de video on demand sobre redes de fibras ópticas



**FIGURA 3.1:** instalación de un servicio de video streaming.

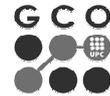
En concreto, en este capítulo, se van a comentar las partes implementadas del sistema, que se muestran en el esquema anterior y la configuración de ellas: el codificador de Windows Media, el servidor de Windows Media (WMS), la red de fibra óptica, la implementación del front-end de cliente y las aplicaciones de administración de la red y del servidor.

### 3.1 Windows Media Encoder

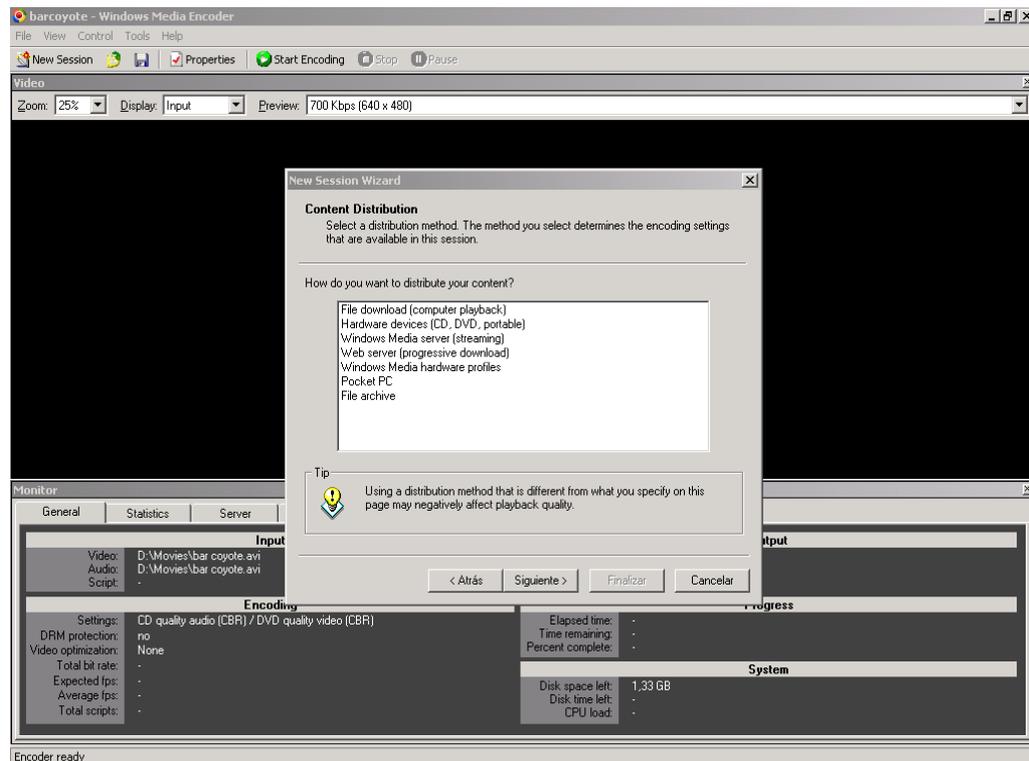
Para la parte de digitalización y compresión de los datos se ha optado por la utilización de la aplicación de Microsoft Windows Media Encoder versión 9.0, que es la que se encarga de transformar los datos desde su formato inicial al formato idóneo para ser transmitido por la red.

Se codifica una película (.avi, .mpg, .asf,...) en su formato inicial con el Windows Media Encoder para obtener un fichero (.wmv), que contiene el formato necesario y deseado para ser transmitido por Internet. En este proceso de codificación se eligen las diferentes características que debe tener el formato de salida como la utilización de la distribución del contenido, como el bite rate que se desea tanto para audio como para video. Aunque, la herramienta utilizada permite la opción de codificar los datos en tiempo real, procedentes de una cámara de video o de cualquier otro instrumento de captación, no se ha utilizado esta opción.

En el proceso de codificación de una película con el Windows Media Encoder, primero se ha de elegir el tipo de sesión que se desea realizar, por ejemplo, captura audio/video desde algún dispositivo conectado al sistema como una cámara, difundir un evento en vivo mediante algún dispositivo conectado al sistema como una



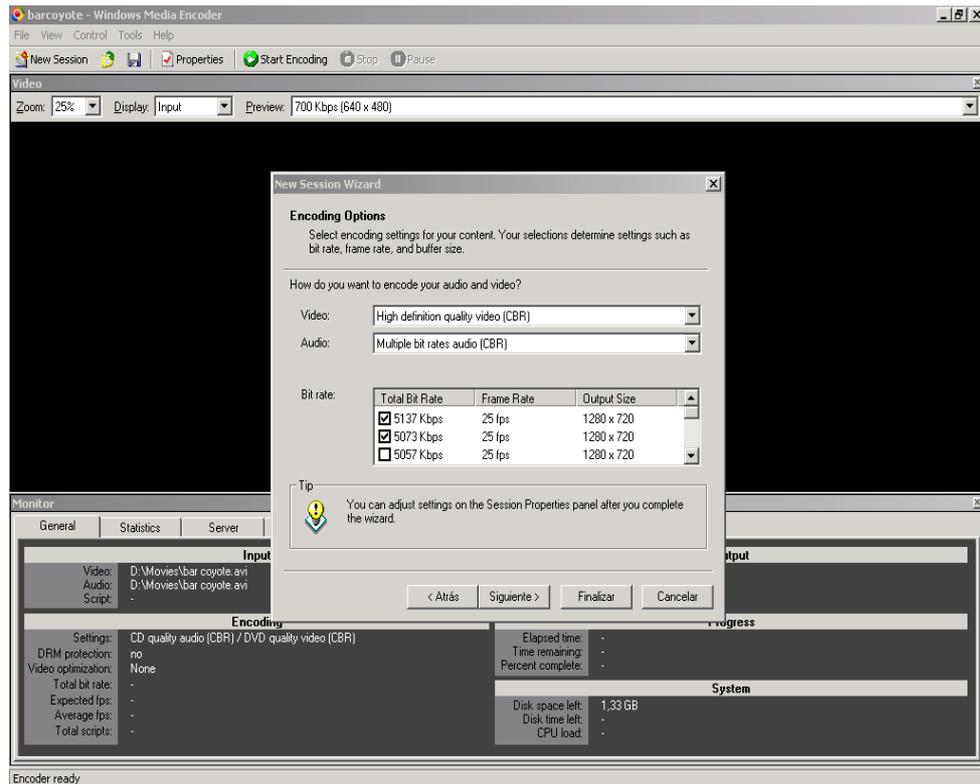
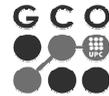
televisión o convertir un fichero de audio/video en un fichero Windows Media apto para ser transmitido eficientemente por la red.



**FIGURA 3.2: codificación con Windows Media Encoder.**

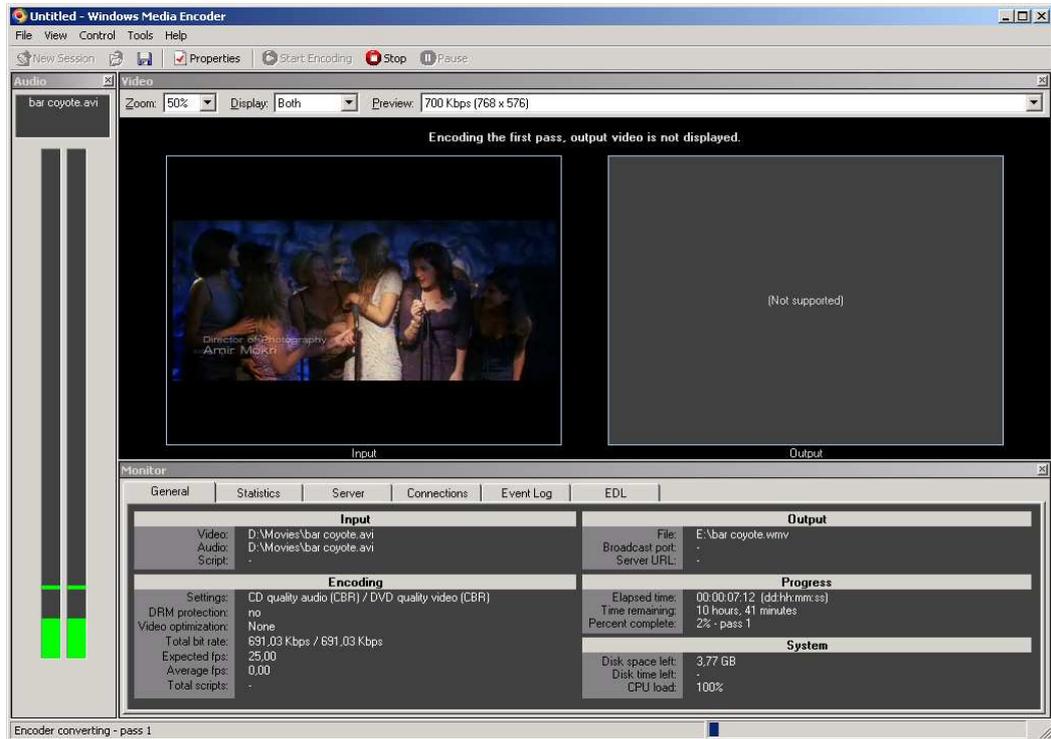
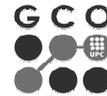
Para nuestro servidor multimedia nos interesa la opción de convertir un fichero, para ello, al seleccionarla hay que indicar un fichero fuente y un fichero de salida, que es donde se guardará la información codificada. Posteriormente, hay que seleccionar el método de distribución, que quieres para el contenido, tal y como muestra la figura anterior. Hay varias opciones de como distribuirlo como un Web Server (progressive download) método explicado en el capítulo 2.3.4; como un Windows Media Server (streaming), la opción elegida para el servidor multimedia; distribuirlo para un CD o un DVD convencional; o distribuirlo para los Pockets PC.

A partir, de ahora, hay que configurar las opciones de codificación que se deseen tanto para audio como para video con el fin de determinar el ancho de banda idóneo para transmitir la película, según se muestra en la figura 3.3. Para video, se pueden seleccionar diferentes calidades como High definition quality video (la de mayor calidad, 5000 Kbps), DVD quality video, CD quality video, Live broadcast video, etc., dependiendo de las necesidades del usuario, ya que a mayor calidad es necesario mayor ancho de banda de transmisión. Para audio, se pueden seleccionar CD quality audio (la de mayor calidad, 73 Kbps), FM quality audio, Voice quality audio, etc. dependiendo de las necesidades de los usuarios. Una opción muy utilizada, tanto en audio como en video, es la del Multiple bit rates, que permite codificar una película con varios bit rates, para que luego, automáticamente, se adecuen a las diversas condiciones de conexión del usuario.



**FIGURA 3.3: opciones de codificación de una película con WME.**

Una vez, seleccionadas las condiciones para la codificación de la película, hay que ejecutar el proceso de conversión de la misma. Este proceso no es un proceso trivial y puede durar varias horas dependiendo de la calidad que se quiera en la conversión del objeto a transmitir. Si se tratase de la codificación de un evento, que se está produciendo en directo, se bajaría un poco la calidad de la transmisión por la red, para que el proceso de codificación fuera en tiempo real.



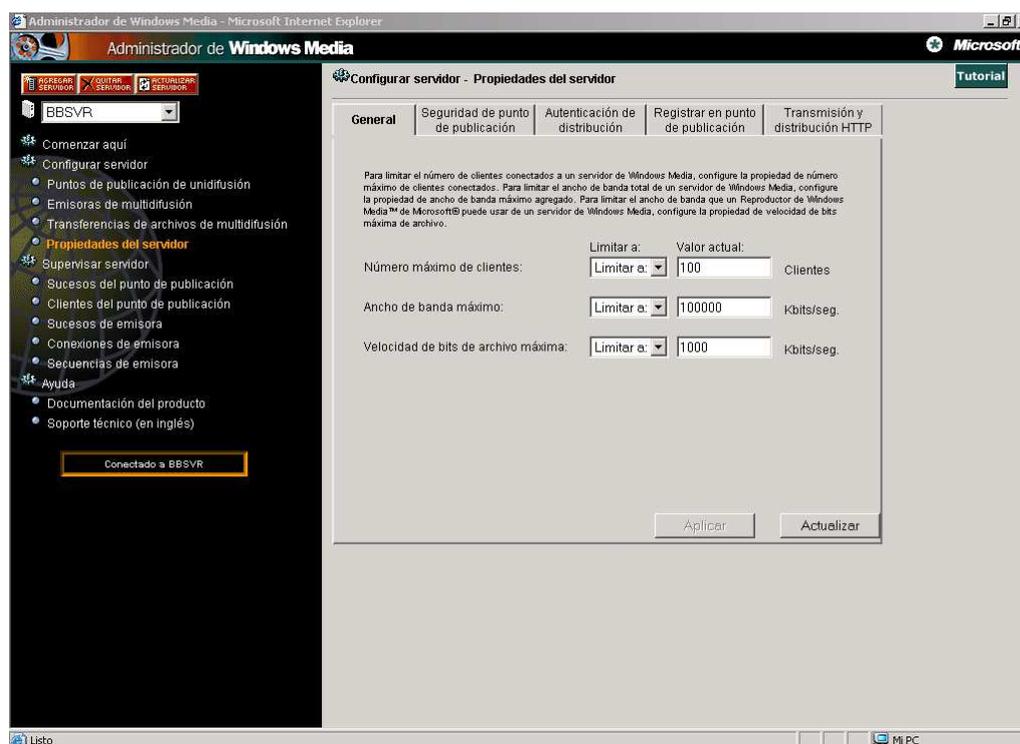
**FIGURA 3.4: proceso de codificación WME.**

En la figura 3.4, podemos ver el proceso de codificación de una película, pudiéndose controlar otro tipo de factores como el número de pasadas que se desea realizar a la codificación, el tamaño máximo de la misma, ya que a mayor calidad, mayor tamaño se genera en el fichero de salida, el tamaño máximo de la imagen de video que queremos que aparezca (p.e. 1290 x 720 píxeles), los derechos digitales (DRM, Digital Rights Management) con los que queremos proteger el contenido, etc.

## 3.2 Servidor de Windows Media (WMS)

En la parte del servidor, es necesaria la instalación del servidor de Windows Media, que es el encargado de atender las peticiones de películas, vía streaming, que se realizan desde el portal web. Es el encargado de atender peticiones, tanto, de unidifusión como de multidifusión.

Al configurar el servidor de Windows Media, en primer lugar, hay que agregar un servidor, en este caso el servidor se ha agregado con el nombre "BBSVR" y conectar ese servidor comprobando que todos sus servicios se han activado (servicio de emisoras, servicio de programas, servicio de unidifusión, servicios monitor de unidifusión).

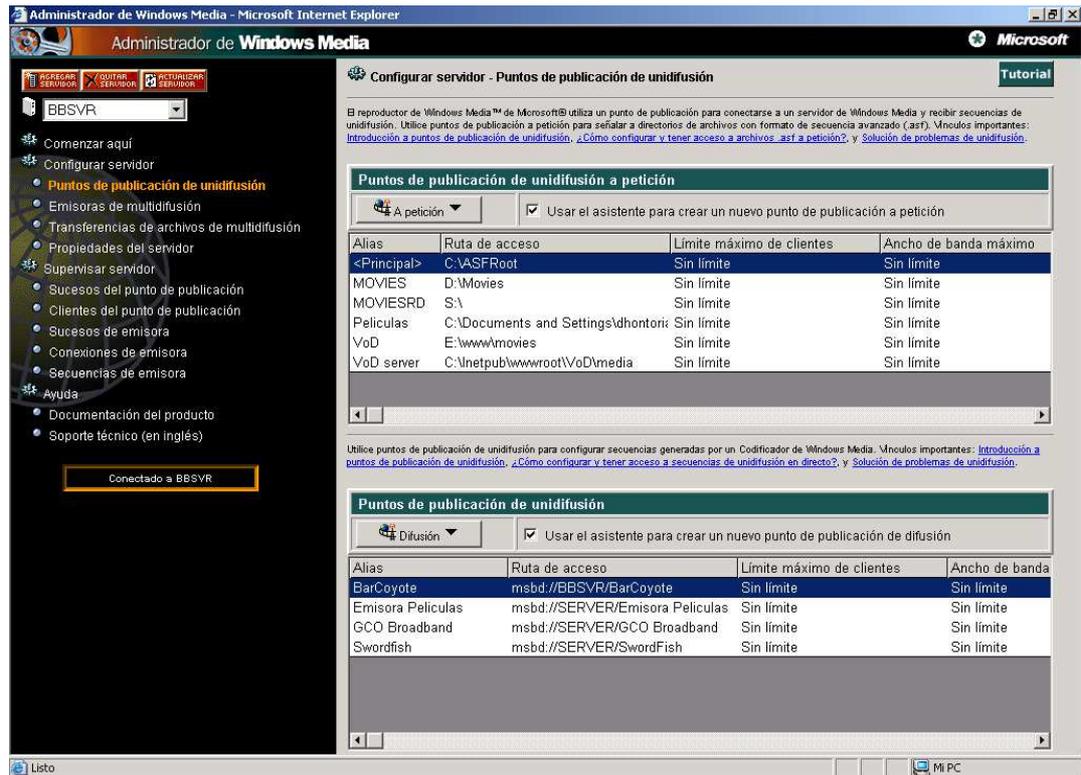
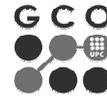


**FIGURA 3.5: configuración del Windows Media Server.**

Una vez conectado el servidor, se pueden configurar diversos parámetros para el correcto funcionamiento del mismo, como se puede observar en la figura 3.5. Se puede limitar el número de máximo de clientes que acceden al servidor, se puede limitar el ancho de banda máximo que se quiere que soporte el servidor y se puede limitar su velocidad de transmisión. Se pueden poner controles de seguridad y de autenticación con los usuarios y con otros WMS, que quieran realizar tareas de distribución. Además, se pueden realizar tareas propias de la administración y gestión del servidor de Windows Media como supervisión de sucesos de unidifusión; supervisión de los clientes unidifusión conectados, pudiéndose terminar con la conexión de los mismos en el caso de algún conflicto; la supervisión de los sucesos de una emisora (multidifusión); supervisión de las conexiones de emisoras; supervisión de todas las secuencias de emisoras creadas y el estado en que se encuentran.

Para la configuración de la transmisión por unidifusión (a través de unicast) se utilizan los puntos de publicación de unidifusión. El reproductor de Windows Media utiliza un punto de publicación para conectarse a un servidor de Windows Media y recibir secuencias de unidifusión. El servidor utiliza puntos de publicación a petición para señalar a directorios de archivos con formato de secuencia avanzado (.asf o los .wmv). Es decir, se crea un directorio lógico asociado con un directorio físico donde depositar las películas previamente codificadas. Para cada punto de publicación se puede limitar el número máximo de clientes y el ancho de banda máximo.

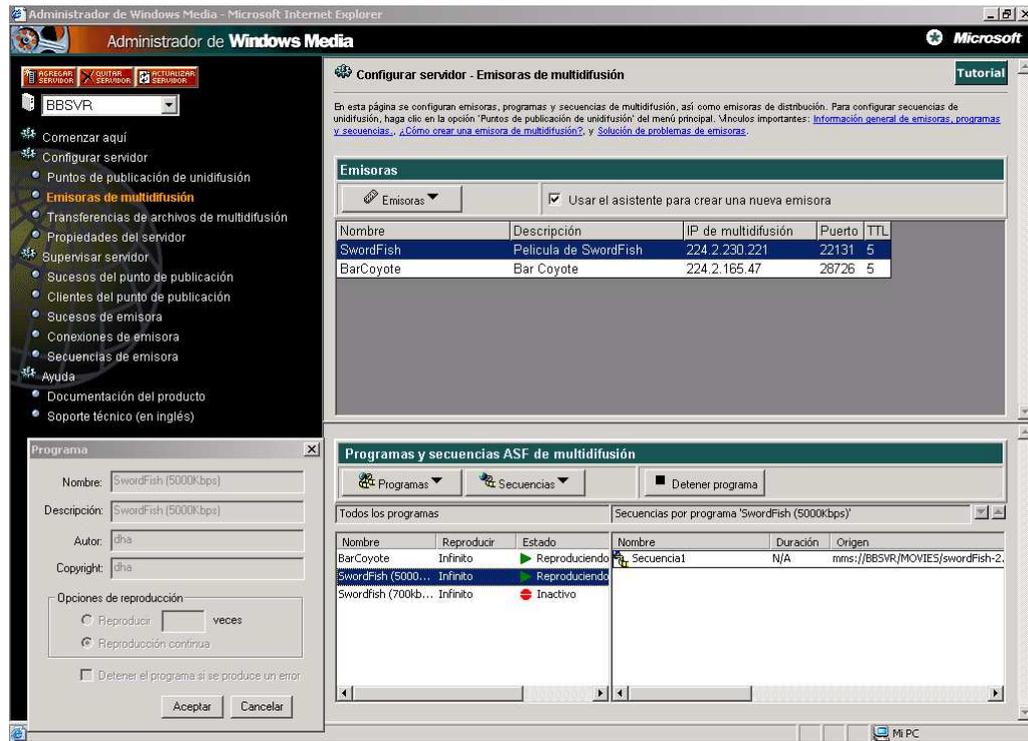
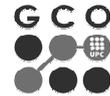
En el portal web, al pulsar una de las carátulas de unidifusión, para visionar una película, se llamará a un fichero .asx, que en realidad, no es más que una llamada a la siguiente instrucción <mms://BBSVR/MOVIES/swordfish-1.wmv>, donde mms es el protocolo Microsoft Media Server, BBSVR es el servidor de Windows Media, MOVIES es el punto de publicación de unidifusión definido y swordfish-1.wmv es el archivo de la película a visionar codificado. En la figura 3.6 podemos ver un ejemplo de puntos de publicación de unidifusión.



**FIGURA 3.6: puntos de publicación de unidifusión en WMS.**

Para la configuración de las emisoras de multidifusión (a través de multicast) se utiliza la opción Emisoras de multidifusión. En esta opción se crean y configuran emisoras, programas y secuencias. Una emisora es la ubicación definida desde la que un reproductor puede recibir secuencias. Es una dirección IP de multidifusión y un puerto. Los componentes del Servidor de Windows Media utilizan las emisoras sólo con secuencias asf y wmv y guardan la información de la emisora en forma de archivo con extensión .nsc. El programa es una o más secuencias, que los componentes del servidor de Windows Media administran como una única entidad. Un programa es un contenedor de secuencias. Una secuencia son datos transmitidos a través de una red y sus propiedades asociadas. La secuencia de datos permite que el reproductor comience a generar los datos inmediatamente, en lugar de esperar a que se descargue todo el archivo.

En el portal web, al pulsar una de las carátulas de multidifusión, para visionar una película, se llamará a un fichero .asx, que en realidad, no es más que una llamada a la siguiente instrucción <http://BBSVR/SwordFish.nsc>, donde se realiza una llamada al fichero de la emisora, que es el que contiene toda la información sobre la emisora como la IP de multidifusión 224.2.165.47, el puerto 28726. En la figura 3.7 podemos observar un ejemplo de emisoras de multidifusión, donde se activan o desactivan las secuencias, que se quieren reproducir o se indica si la reproducción es continua o se reproduce un determinado número de veces.



**FIGURA 3.7: emisoras multidifusión en WMS.**

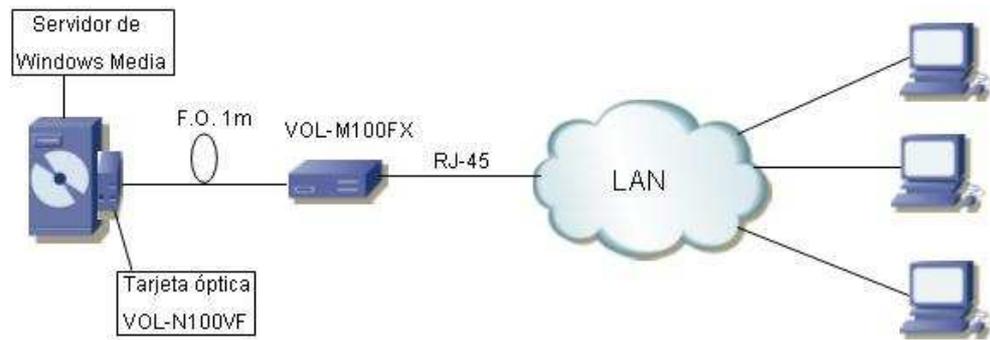
La configuración del servidor de Windows Media es muy importante para, posteriormente, obtener un correcto funcionamiento del portal web y que no se produzcan errores al seleccionar una película, de manera unidifusión o monodifusión, derivados de la mala nominación de los directorios a utilizar.

### 3.3 Montaje de la red óptica

En este apartado, se va a comentar los diferentes montajes de red que se han realizado para simular una red óptica conectada con terminales clientes, que es atendida y gestionada por el servidor de Windows Media. En la realización del proyecto, no se ha podido disponer de una red totalmente óptica, por lo que se ha optado por realizar una mezcla con partes de la red ópticas y partes eléctricas.

Se han realizado dos montajes para la simulación del sistema. El Montaje1, es un montaje donde el servidor está situado próximo a los terminales y el otro montaje, Montaje2, el servidor se encuentra a una gran distancia de la red a la que suministra los datos.

El esquema del primer montaje es el representado en la siguiente figura 3.8. En ella, se puede observar, que al servidor de Windows Media se le ha instalado una tarjeta de red óptica 3M VOL-N100VF, que puede operar a una velocidad de 100 Mbps y permite conexiones full-duplex para el Standard de IEEE 802.3 (Ethernet). Esta tarjeta es compatible con las fibras multimodo de 62,5/125  $\mu\text{m}$  y de 50/125  $\mu\text{m}$  y dispone de un conector VF45.



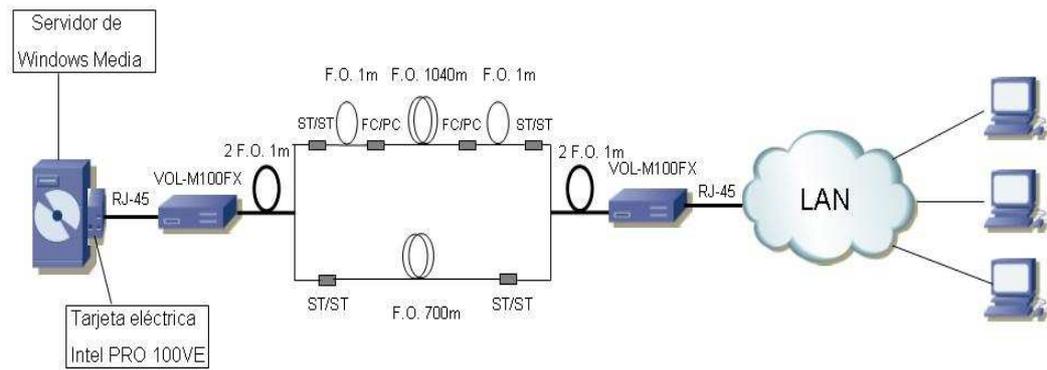
**FIGURA 3.8: esquema del Montaje1.**

A la tarjeta de red óptica se le conecta un cable con dos fibras multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$ , para poder realizar una transmisión full-duplex y de aproximadamente un metro de longitud. Este cable se conecta al transductor opto/eléctrico 3M VOL-M100FX, que se encarga de convertir la señal óptica de 100BaseFx en señal eléctrica de 100BaseTx. Posteriormente, conectamos la salida eléctrica del transductor a un cable RJ-45 para conectar éste, a la red donde queramos prestar servicio, ya sea una red de área local (LAN), como es el caso del montaje realizado, o a la red de Internet. En la siguiente figura se muestra un detalle del transductor 3M VOL-M100FX.



**FIGURA 3.9: transductor 3M VOL-M100FX.**

El esquema del segundo montaje realizado es el representado en la siguiente figura. En ella, se puede observar, que al servidor de Windows Media se le ha instalado una tarjeta de red eléctrica Intel PRO/100 VE, que puede operar a una velocidad de 100 Mbps y permite conexiones full-duplex para el Standard de IEEE 802.3 (Ethernet). De esta tarjeta sale un cable RJ-45, que se conecta a un transductor 3M VOL-M100FX, como el de la figura anterior.



**FIGURA 3.10: esquema del Montaje2.**

El transductor 3M VOL-M100FX se conecta a un cable con dos fibras multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$ , para poder realizar una transmisión full-duplex y de aproximadamente un metro de longitud. Una de las fibras se conecta mediante un adaptador ST/ST a una fibra multimodo de 62,5/125  $\mu\text{m}$  y de 700 m de longitud (la de color blanco en la imagen inferior), posteriormente, se vuelve a conectar a una de las fibras de un cable con dos fibras multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$ . Aunque las fibras conectadas poseen diferente diámetro en el núcleo las pérdidas que se pudieran producir son imperceptibles. La otra fibra se conecta mediante un adaptador ST/ST a otra fibra de sus mismas características y de un metro de longitud aproximadamente, que a su vez, se conecta mediante un adaptador FC/PC a una fibra multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$  de 1040 m de longitud (la de color anaranjado en la imagen). Ésta última se conecta a una fibra de un metro mediante un adaptador FC/PC, que a su vez, se vuelve a conectar a una de las fibras de un cable con dos fibras.



**FIGURA 3.11: imagen física del Montaje2.**

El cable con dos fibras se conecta al transductor opto/eléctrico 3M VOL-M100FX, que se encarga de convertir la señal óptica de 100BaseFx en señal eléctrica de 100BaseTx. Posteriormente, conectamos la salida eléctrica del transductor a un cable RJ-45 para conectar éste, a la red donde queremos prestar servicio. En la imagen

inferior se puede observar un plano general de la realización de este segundo montaje, donde se incluye al servidor de Windows Media.

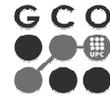


**FIGURA 3.12: puesto de trabajo y Montaje2.**

### **3.4 Implementación del front-end de cliente**

Para este proyecto se ha realizado un portal web de aspecto agradable y funcional para que el usuario pueda interactuar con el, para elegir entre las diferentes opciones de que dispone.

El portal web se ha desarrollado mediante el programa Microsoft FrontPage y con el lenguaje html. Es accesible desde cualquier cliente que tenga una conexión a Internet, introduciendo la IP del servidor (147.83.105.19) o el nombre que se le ha asignado al portal <http://BBSVR>. La página web principal del portal tiene el aspecto de la siguiente figura 3.13:



**FIGURA 3.13: página web principal del portal.**

La página web principal se ha dividido en cuatro frames: el de cabecera, que indica el nombre del portal "GCO Broadband site", además de los logotipos de la universidad; el de cierre, que hace referencia al departamento de la universidad donde se ha desarrollado el proyecto; el del lateral izquierdo, que muestra un menú con las diferentes opciones a elegir; y el principal, donde se visualizan las carátulas de algunas de las opciones que se pueden seleccionar.

En el Frame principal, se puede observar las carátulas más exitosas de los diferentes apartados del portal, tres carátulas por apartado. Pulsando sobre la carátula o sobre el link "Play Film" automáticamente comenzará la reproducción de la película, tal y como se muestra en la siguiente figura, con las condiciones de transmisión que se indican al lado de la carátula de la película, por ejemplo, 1,2 Mbps. Al pulsar en la carátula, se llama a un fichero .asx que posee las instrucciones necesarias para la emisión de la película.



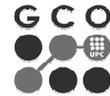
**FIGURA 3.14: reproducción de una película desde el portal.**

En el menú del portal se pueden observar las diferentes opciones a elegir. Hay ocho opciones a elegir, las tres primeras realizan las siguientes funciones: Principal, que permite volver a la página inicial del portal; *VoD Unicast*, que permite acceder a otra página donde se muestra un ranking con las películas más visitadas. Esta opción es similar a la de obtener la película en DVD en un videoclub, pero con la gran ventaja de no tener que desplazarse hasta el videoclub para elegirla ni para devolverla. La puedes visualizar cuantas veces quieras, además de poder pausarla o pararla, igual que con DVD convencional; *VoD Multicast*, que permite acceder a otra página donde se muestra un ranking con las películas más visitadas en esta sección. Esta opción es similar a la de tener un canal de cine funcionando las 24 horas y sin interrupciones y con la calidad de un DVD. Como se muestra en la figura de abajo, dentro de la página del ranking de películas, para cada una de ellas, se puede seleccionar varias opciones. Por ejemplo, al ancho de banda del canal necesario para la transmisión de la película (1600 Kbps, 700 Kbps) o películas codificadas con varios anchos de banda para que se adecuen eficientemente al canal disponible del cliente, También, se puede elegir el idioma (opción no implementada) con el que se desea visualizar la película.



**FIGURA 3.15: página video on Demand Multicast.**

En el menú del portal, se han desarrollado cinco opciones más, que aunque la web está preparada para ejecutarlas, no han sido implementadas, en su totalidad, en el proyecto. Estas opciones, se puede ver en la figura XX, son: *Music Unicast*, que permite acceder a otra página donde se muestra un ranking de los grupos de música más escuchados. Esta opción se asemeja a la de escuchar un CD desde la cadena de Alta fidelidad de nuestra casa; *Music Multicast*, que permite acceder a otra página donde se muestra un ranking de las grupos de música más escuchados. Esta opción se asemeja a la de un canal temático de radio, que emite las 24 horas de música de un mismo grupo; *Games*, que permite acceder a otra página donde se muestra un ranking de los juegos de red más visitados. Esta opción está pensada para dar la posibilidad de jugar, a los usuarios, a juegos de red con otros jugadores, que también, estén conectados como el Medieval Total War o el WarCraft; *FAQ*, esta opción está pensada para que los usuarios puedan escribir sus dudas o mejoras sobre el funcionamiento del portal; *About*, opción que indica los datos relativos a la realización del portal y con dirección de e-mail por si se desea realizar alguna sugerencia.



**FIGURA 3.16: página de música y juegos on-line.**

Por último, es necesario para la reproducción de las películas, que los usuarios tengan instalado, como mínimo, el Reproductor de Windows media versión 7.0. También, es interesante que se vayan actualizando los codecs de Windows media a medida que vayan saliendo para poder realizar una transmisión lo más eficiente posible. Estos codecs son de distribución gratuita y estarán disponibles en el portal, Además, se implementará una aplicación para se instalen automáticamente en el cliente, siempre y cuando sea necesario y el usuario de su permiso. Una de las particularidades del Reproductor de Windows Media es que se pueden visualizar las películas con diferentes tamaños (incluyendo, la visualización a pantalla completa) como se muestra en la siguiente figura 3.17.



**FIGURA 3.17: reproductor Windows Media.**

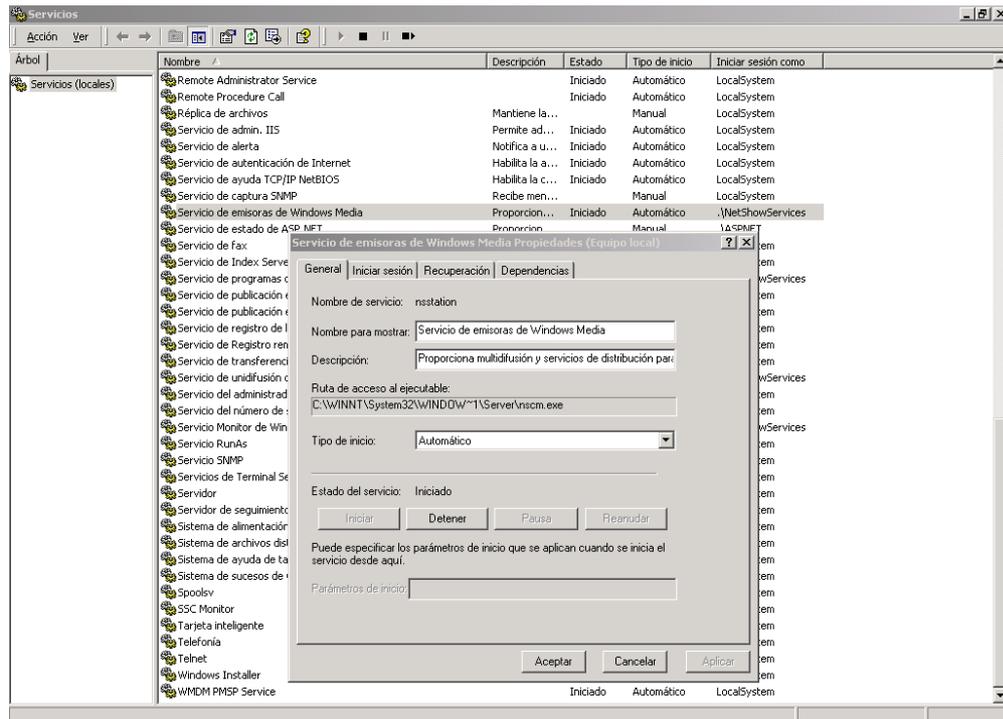
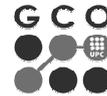
## 3.5 Administración del servidor y de la red

En este apartado se van a comentar algunas de las herramientas que se han utilizado para la administración y configuración del servidor, herramientas comunes en muchos otros servidores, que son necesarias para el buen funcionamiento del mismo.

Para la configuración del servidor se utiliza la herramienta de Microsoft Servicios. Con esta herramienta Servicios se puede iniciar, detener, pausar o reanudar los servicios en equipos locales y remotos, así como configurar las opciones de inicio y de recuperación. También, se puede habilitar o deshabilitar los servicios para un perfil de hardware determinado.

De los múltiples servicios, que se ofrecen por programa, algunos de los más importantes para el funcionamiento de la aplicación de video on demand sobre redes de fibra óptica son Cliente DNS, control de admisión QoS (RSVP), enrutamiento y acceso remoto, servicio de admin. IIS (Internet Information Server), servicio de emisoras de Windows Media (explicado en el apartado 4.2), servicio de programas de Windows Media (explicado en el apartado 4.2), servicio de publicación WWW, servicio de unidifusión de Windows Media, servicio monitor de Windows Media.

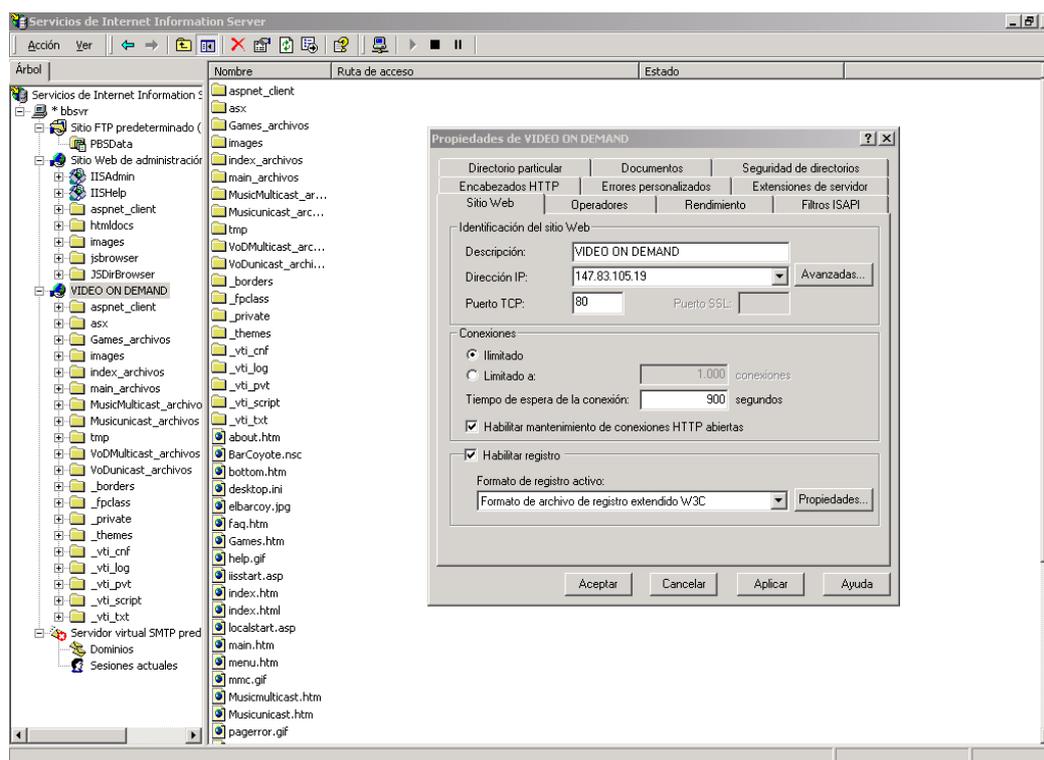
En la imagen de abajo se pueden observar las características de configuración del servicio de emisoras de Windows Media con el nombre del servicio, descripción, el tipo de inicio (manual, automático, deshabilitado), la ruta de acceso del ejecutable, contraseñas y premisos para el inicio de la sesión y las acciones que se pueden realizar sobre el servicio como pausar, detener, reanudar o iniciar.



**FIGURA 3.18: configuración del servicio de emisoras de WM.**

Para que se pueda visualizar externamente, a través de Internet o en la red local, el portal del video on Demand, hay que tener instalado y configurado el Internet Information Server (IIS), que es servidor Web que proporciona Microsoft. Además, de activar los servicios correspondientes a este servidor. En él, se puede definir parámetros tales como la página de inicio, que se desea en el portal, la página de error por defecto, el número de conexiones máximas, etc.

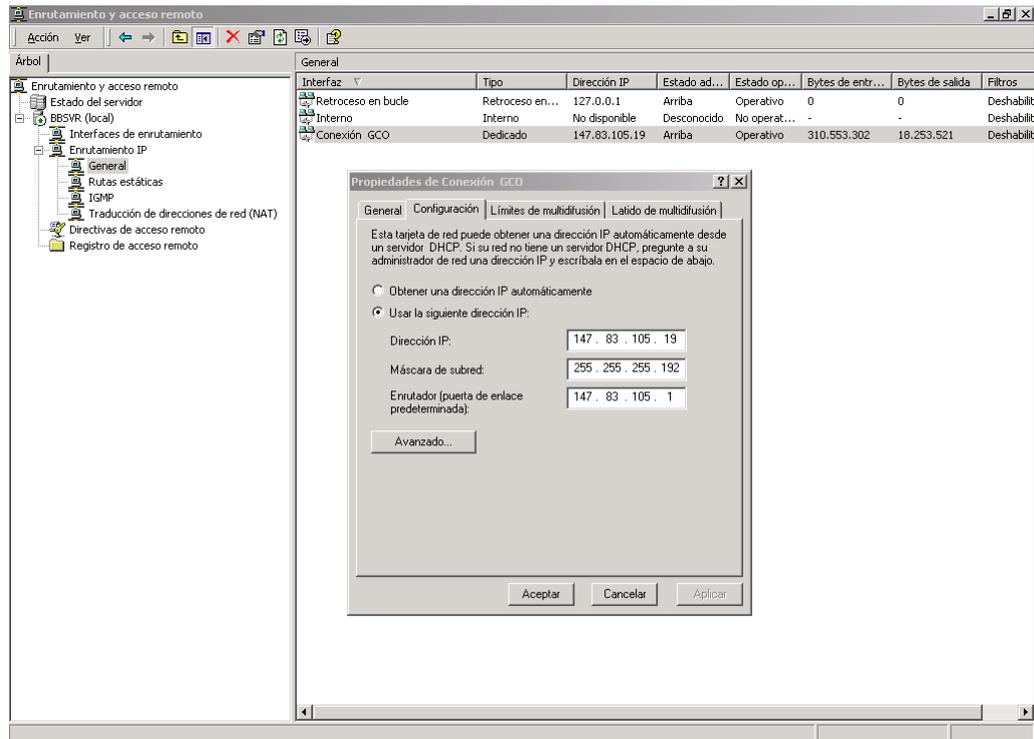
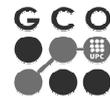
Como se puede observar en la figura 3.19, al configurar este servicio hay que indicar el directorio raíz donde reside el portal con sus directorios específicos para los ficheros asx, los directorios de las películas codificadas, el de las imágenes, etc. También, se puede configurar el formato del fichero de registro que se quiere realizar, que, posteriormente, nos será muy útil para determinar las estadísticas de utilización del portal mediante algún software de análisis como el WebTrends.



**FIGURA 3.19: configuración Internet Information Server.**

Otro de los servicios importantes que se debe de configurar es el de enrutamiento y acceso remoto. Este servicio proporciona servicios de enrutamiento de multiprotocolo LAN a LAN, LAN a WAN, red privada virtual (VPN, Virtual Private Network) y de traducción de direcciones de red (NAT, Network Address Translation). También, proporciona servicios de acceso remoto, que permite a los usuarios móviles o remotos que utilizan vínculos de comunicaciones de acceso telefónico tener acceso a las redes corporativas como si estuvieran conectados directamente. El acceso remoto proporciona, también, servicios de red privada virtual (VPN) de forma que los usuarios pueden obtener acceso a las redes corporativas a través de Internet.

En la siguiente figura, se puede observar la configuración utilizada en el servicio de enrutamiento y acceso remoto. En el servicio, se puede seleccionar la dirección IP del servidor, previamente otorgada, así como, la máscara de subred, los límites de multidifusión, el latido multidifusión ( detecta el tráfico multitransmisión periódico). También, se pueden crear rutas estáticas de enrutamiento y configurar el IGMP (Internet Group Management Protocol), que es el protocolo standard del IP multicast.



**FIGURA 3.20: configuración del servicio de enrutamiento y acceso remoto.**

Para mejorar el funcionamiento y el rendimiento del servidor de Windows Media se ha instalado algunos programas entre ellos el RamDisk de Cenatek. El RamDisk utiliza una porción de memoria (por ejemplo: 300 MBytes de los 785 MBytes de los que dispone el servidor) y lo convierte en una unidad de disco. Con esta aplicación, se consigue más velocidad para la ejecución de aplicaciones como bases de datos, edición de audio y video, programas de CAD, la memoria caché del Web Server, etc. En la unidad 'física' de disco que se crea, se pueden colocar películas cortas o archivos que sean muy frecuentemente utilizados por los usuarios.

En el servidor existen muchas más herramientas y servicios de los que aquí se han comentado, como el DNS (Domain Name Service), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), WINS (Windows Internet Naming Service) y todos los temas relacionados con la seguridad del servidor, pero el objetivo no es explicarlos todos, sino tener una breve referencia de los servidores y servicios más importantes para la implementación de un servidor de streaming multimedia. Las aplicaciones específicas de administración de la red se explican con mayor amplitud en el capítulo siguiente.



## 4 Resultado de las simulaciones

En este apartado se van a analizar los resultados de las diferentes simulaciones que se han realizado en este proyecto.

Primero se va a hacer una explicación de las aplicaciones utilizadas para la realización de dicho análisis. Posteriormente, se comentan los parámetros más importantes, que han sido susceptibles de medición. Y por último, se hace una explicación de los resultados obtenidos para cada una de las pruebas realizadas.

### 4.1 Herramientas de análisis

Para poder realizar las mediciones de las diferentes simulaciones, que se han efectuado, se han utilizado diversas herramientas de análisis.

Las herramientas utilizadas tocan dos aspectos bien diferenciados. Se ha utilizado una herramienta de análisis de redes, y, conjuntamente, se ha utilizado una herramienta de análisis del rendimiento, tanto del servidor como de los clientes.

Para el análisis de la red se ha utilizado la aplicación Agilent Advisor (Ethernet SW Edition) y para el rendimiento del servidor y de los clientes se ha utilizado el Microsoft Management Console 1.2. A continuación, se explican algunos detalles técnicos de estas herramientas con mayor profundidad.

#### 4.1.1 Herramienta de análisis de la red

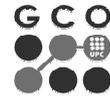
Entre las múltiples herramientas de análisis, que existen se ha elegido utilizar el Agilent Advisor (Ethernet SW Edition) de Agilent Technologies.

Algunas de sus características más importantes son su fiabilidad, la rapidez de los refrescos, su presentación visual de cara al usuario, aunque de difícil manejo. El Agilent Advisor Ethernet SW Edition es una aplicación basada en los analizadores de protocolos, que te proporciona las herramientas necesarias para aislar y resolver problemas de red, o simplemente monitorizarla, en redes 10/100 Ethernet, GigaBit Ethernet o Token Ring.

El Agilent Advisor proporciona un interfaz de usuario gráfico, donde se pueden establecer gráficas de Tendencia de utilización, bytes/s, paquetes/s, ancho de banda, errores, eventos sucedidos. Además, de gráficas de % de utilización de protocolos, de nodos y conexiones, y la interrelación entre estos tipos de gráfica indicando el posible nodo causante del problema. Además, de poseer una herramienta independiente para generar tráfico.

#### 4.1.2 Herramienta de monitorización de rendimiento

Como herramientas de monitorización del rendimiento, se ha optado por utilizar la que viene por defecto instalada en el sistema operativo, en el apartado de herramientas administrativas.



Para el servidor, que tiene el sistema operativo Windows 2000 server, y para algunos clientes, con sistema operativo Windows 2000 Client, se ha utilizado el Microsoft Management Console 1.2. En otros clientes, con sistema operativo Windows XP se ha utilizado el Microsoft Management Console 2.0.

Microsoft Management Console es una aplicación que provee de un entorno gráfico al usuario (GUI) y de un entorno de programación donde se pueden crear, salvar y abrir sesiones. Utiliza una interfaz de documentos múltiple (MDI) en un entorno similar al de un explorador de Windows.

Se puede utilizar para monitorizar hardware, software, componentes de red, e incluir controles o tareas definidas por el usuario o por otros proveedores de software. Para crear una sesión se puede crear vacía e ir añadiendo alguna de las herramientas de la lista de herramientas instaladas en el sistema para la realización del proyecto (p.e. el servicio de unidifusión de Windows Media, servicio de emisoras de Windows Media, IP, procesador, etc). Para cada herramienta a analizar, se pueden seleccionar los contadores que más nos interesen (% Tiempo de procesador, Bytes Total /s, Nº de intentos de conexión) y de cada contador la instancia que más interese.

## 4.2 Parámetros significativos del sistema

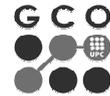
Al ser un sistema complejo y con muchos actores interviniendo no se pueden analizar todos los parámetros del sistema. Por ello, se han seleccionado unos cuantos, los más significativos, para cada una de las herramientas de análisis.

Por parte del Agilent Advisor (Ethernet SW Edition) los parámetros más importantes que se han seleccionado para su seguimiento son:

- % Utilización, mide la cantidad de tiempo que la red está siendo usada para transmitir datos. Este parámetro, también, puede dar una idea de la cantidad de ancho de banda se está utilizando en la red en cada momento.
- Bytes/s, muestra el número de bytes/s para cada protocolo (IP, arp/rarp, RIP, DNS, MAC level, etc.).
- Frames/s, muestra el número de frames/s para cada protocolo
- Broadcast Multicast, muestra el número de frames de broadcast, multicast y unicast por segundo para cada protocolo.
- % Utilización por protocolo, mira la utilización de la red para cada protocolo concreto.

Por parte del Microsoft Management Console los parámetros más importantes que se han seleccionado para su seguimiento son:

- Datagramas enviados/s (UDP), frecuencia con la que se han enviado datagramas UDP desde la entidad.
- Conexiones activas (TCP), número de veces que las conexiones TCP han realizado una transición directa al estado SYN-SENT.
- Secuencias UDP activas (Servicio de unidifusión de WM), número de secuencias UDP, que se están transmitiendo.
- Frecuencia de lectura global (Servicio de unidifusión de WM), bytes/s de lecturas de archivos.
- Frecuencia de envío global (Servicio de unidifusión de WM), bytes/s de transmisión de secuencias.
- Clientes conectados (Servicio de unidifusión de WM), número de clientes conectados al servidor.



- Ancho de banda asignado (Servicio de unidifusión de WM), ancho de banda bytes/s asignado a los clientes.
- Secuencias (Servicio de emisoras de WM), número de secuencias que existen actualmente en el servidor.
- Emisoras (Servicio de emisoras de WM), número de emisoras que existen actualmente en el servidor.
- % tiempo de procesador (Procesador), el tiempo que el procesador invierte en ejecutar el proceso.
- Datagramas enviados/s (IP), frecuencia con que los protocolos de usuario IP locales entregan datagramas IP para su transmisión.
- Total de s. (Interfaz de red), velocidad con la que se están enviando y recibiendo bytes a través del interfaz.
- Paquetes/s (Interfaz de red), velocidad con la que se están enviando y recibiendo paquetes a través del interfaz.
- Paquetes enviados/s (Interfaz de red), velocidad con la que se han enviado paquetes por el interfaz.
- Paquetes de monodifusión enviados/s (Interfaz de red), frecuencia con la que los protocolos de nivel superior están solicitando transmitir paquetes a direcciones de monodifusión, unicast.
- Paquetes de monodifusion recibidos/s (Interfaz de red), frecuencia con que se están entregando paquetes de monodifusión a un protocolo de nivel superior.
- Paquetes no monodifusion enviados/s (Interfaz de red), frecuencia con la que los protocolos de nivel superior están solicitando transmitir paquetes a direcciones de multidifusión o de broadcast.
- Paquetes no monodifusion recibidos/s (Interfaz de red), frecuencia con que se están entregando paquetes de multidifusión o broadcast a un protocolo de nivel superior.
- Bytes recibidos/s (Interfaz de red), velocidad con la que se están recibiendo bytes.
- Bytes enviados/s (Interfaz de red), velocidad con la que se están enviando bytes.
- Media en segundos/lectura (Disco Físico), duración media en segundos de las operaciones de lecturas de datos del disco.
- Media de bytes/lectura (Disco Físico), promedio de bytes transferidos desde el disco durante las operaciones de lectura.
- % Tiempo de lectura de disco (Disco Físico), porcentaje del tiempo durante el cual la unidad de disco ha estado ocupada atendiendo peticiones de lectura.

Existe una gran cantidad de parámetros, que no son cuantificables por programas de análisis sino que dependen, más bien, de las percepciones de los usuarios que utilizan el sistema, como la calidad de las imágenes cuando son calidad DVD o alta definición o los parpadeos que se producen en el terminal o el relativo “tiempo real” con el que llegan las imágenes y el sonido o la facilidad de utilización del portal de streaming, el diseño y la distribución del mismo.

También, existen parámetros configurables por el cliente como el tamaño del buffer, que se desea tener, que marcará el delay, que tendrá hasta la llegada de los primeros datos, o las dimensiones de la pantalla, que se quiere visualizar, que dará muestras de la calidad de la imagen.

## 4.3 Pruebas: Analisis de resultados



En este apartado se mostrarán algunas de las pruebas, que se han realizado sobre la red en la transmisión de flujos de streaming y se realizará un análisis de los resultados obtenidos.

Las pruebas se dividen en varios apartados: servidor de streaming WMS (Windows Media Server) con un único cliente en la red; servidor de streaming WMS con dos clientes en la red; servidor de streaming WMS con varios clientes en la red; servidor de streaming WMS y acceso desde Internet; comparación entre una transmisión de streaming con Windows Media Server y una transmisión de Web Server; servidor de streaming WMS y transmisión de datos mediante otros procedimientos.

### **4.3.1 Servidor WMS con un único cliente en la red**

En este apartado se realiza un grupo de pruebas consiste en tener un servidor (Windows Media Server) de streaming, es un ordenador Pentium IV a 1,6 GHz con 768 MB de memoria RAM y con Windows 2000 Server como sistema operativo, y un único cliente recibiendo las transmisiones que se realizan. El ordenador para el cliente utilizado es un Pentium IV a 1,6 GHz con 512 MB de memoria RAM con el sistema operativo Windows 2000

Se realiza la transmisión de dos películas una codificada a 700 kbps con calidad de video de DVD y en audio con calidad CD y una resolución de 768 X 576 pixels. La otra película está codificada a 5073 Kbps con calidad de video de alta definición y en audio con calidad CD y una resolución 1280 X 720 pixels. Cada una de la película se emite en modo multicast y en modo unicast.

#### **4.3.1.1 Transmisión Multicast de 700kbps**

Condiciones del test:

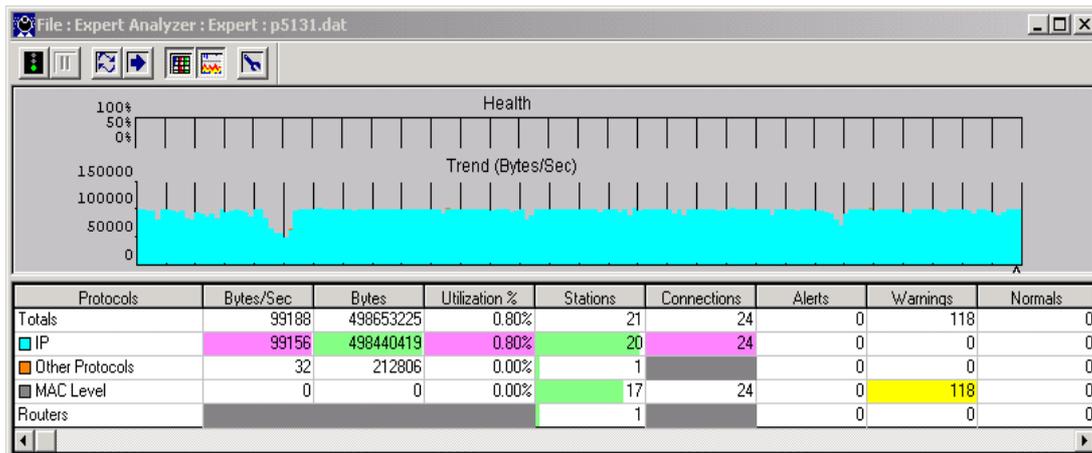
- Un servidor de Windows Media Server.
- Un único cliente conectado.
- Transmisión en modo multicast de una película, codificada con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media secuencia de BarCoyote.
- En el cliente, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 700 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor

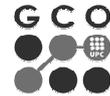


```

\\BBSVR
DiscoFísico
Media de bytes/lectura
Media en segundos/lectura
Intel[R] PRO Adapter
Total
88576,000 bytes
0,001 s
Interfaz de red
Bytes enviados/s.
Paquetes enviados/s.
Paquetes no monodifusión enviados/s.
Paquetes/s.
Total de s.
107587,139 Bytes/s
78,540 Pag/s
78,540 Pag/s
78,540 Pag/s
107587,139 s
IP
Datagramas enviados/s.
97,671 Dat/s
Procesador
Total
% tiempo de procesador
1,563 %
Servicio de emisoras de Windows Media
Emisoras
Secuencias
2,000
1,000
Servicio de unidifusión de Windows Media
Clientes conectados
Frecuencia de envío global
Frecuencia de lectura global
1,000
96760,761 Bytes/s
89188,740 Bytes/s
TCP
Segmentos enviados/s.
84,581 Seg/s
UDP
Datagramas enviados/s.
13,090 Dat/s

```

✓ Análisis del cliente



```
\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco
  Bytes escritos en s.
  Bytes leídos de s.

Interfaz de red
  Ancho de banda actual
  Bytes enviados/s.
  Bytes recibidos/s.
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.
  Paquetes enviados/s.
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.
  Paquetes recibidos con error
  Paquetes recibidos descartados
  Paquetes recibidos desconocidos
  Paquetes recibidos/s.
  Paquetes/s.
  Total de s.

IP
  Datagramas enviados/s.
  Datagramas recibidos s.
  Datagramas recibidos/s.
  Fallos de fragmentación
  Fallos de reensamble de fragmentos
  Fragmentos recibidos/s.
  Fragmentos s.

Procesador
  % tiempo de procesador

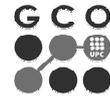
TCP
  Conexiones activas
  Conexiones establecidas actualmente
  s.
  Segmentos enviados/s.
  Segmentos recibidos/s.

UDP
  Datagramas recibidos/s.
```

	Total	%
DiscoFísico	0,000	%
% Tiempo de disco	0,000	Bytes
Bytes escritos en s.	0,000	Bytes
Bytes leídos de s.	0,000	Bytes
Interfaz de red	Intel[R] PRO Adapter	
Ancho de banda actual	100000000,000	Bits/s
Bytes enviados/s.	0,000	Bytes/s
Bytes recibidos/s.	94716,002	Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	0,000	Paq/s
Paquetes enviados/s.	0,000	Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	65,517	Paq/s
Paquetes recibidos con error	0,000	Paq
Paquetes recibidos descartados	0,000	Paq
Paquetes recibidos desconocidos	0,000	Paq
Paquetes recibidos/s.	64,668	Paq/s
Paquetes/s.	103,819	Paq/s
Total de s.	97598,737	Bytes/s
IP		
Datagramas enviados/s.	19,151	Dat/s
Datagramas recibidos s.	30,238	Dat/s
Datagramas recibidos/s.	84,668	Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000	Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	0,000	Dat
Fragmentos recibidos/s.	65,517	Frag/s
Fragmentos s.	11,087	Frag/s
Procesador	Total	%
% tiempo de procesador	51,563	%
TCP		
Conexiones activas	4815,000	
Conexiones establecidas actualmente	4,000	
s.	38,302	Seg/s
Segmentos enviados/s.	19,151	Seg/s
Segmentos recibidos/s.	19,151	Seg/s
UDP		
Datagramas recibidos/s.	11,087	Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran la forma que tiene una emisora de multicast en la red, es decir, se genera un tráfico más o menos constante con una transmisión aproximada de 94,36 Kbytes/s (equivalente a 754 Kbps), se envía una media de 72 frames de multicast por segundo y se realiza una mínima utilización de la red de un 0.8%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es uno, la que hemos activado anteriormente. Sin embargo, muestra que hay dos emisoras, eso es debido a que detecta las emisoras creadas, estén en funcionamiento o no. También, se puede observar que el número de clientes conectados es 1. El porcentaje de proceso del servidor es bajo 1,56%, cosa normal porque la secuencia multicast y no debe saturar el servidor. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 96,7 Kbytes/s.
- ✓ En el cliente, se puede observar, que el ancho de banda del canal que se está utilizando para las pruebas es de 100Mbps. Se recibe una transmisión de 94,72 Kbytes/s (equivalente a 757 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 700 Kbps que se ha realizado. También, se puede comprobar que no existe tráfico de bytes/s enviados, ya que al ser una sesión multicast el cliente no interactúa visualmente con la emisora, a no ser que sea para detener su propio proceso de emisión. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador con la imagen maximizada es del 51,56%.



### 4.3.1.2 Transmisión Multicast de 5000kbps

Condiciones del test:

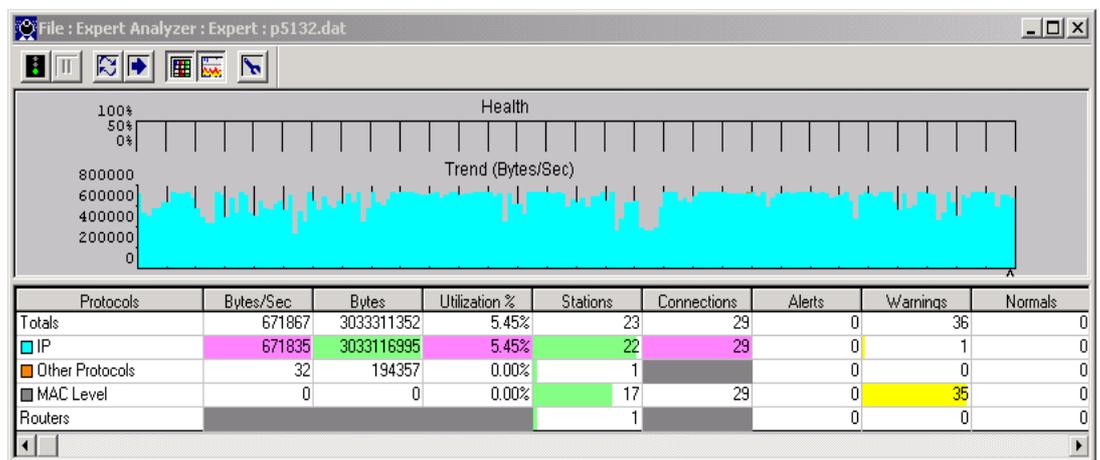
- Un servidor de Windows Media Server.
- Un único cliente conectado.
- Transmisión en modo multicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media secuencia de SwordFish.
- En el cliente, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor

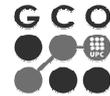


<b>\\BBSVR</b>	
<b>DiscoFísico</b>	<b>Total</b>
% Tiempo de lectura de disco	5,960 bytes
Media de bytes/lectura	528384,000 s
Media en segundos/lectura	0,030 s
<b>Interfaz de red</b>	<b>Intel[R] PRO Adapter</b>
Bytes enviados/s.	704511,236 Bytes/s
Paquetes enviados/s.	515,510 Pag/s
Paquetes no monodifusión enviados/s.	515,510 Pag/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	0,000 Pag/s
Paquetes/s.	515,510 Pag/s
Total de s.	704511,236 s
<b>IP</b>	
Datagramas enviados/s.	643,388 Dat/s
<b>Procesador</b>	<b>Total</b>
% tiempo de procesador	7,813 %
<b>Servicio de emisoras de Windows Media</b>	
Emisoras	2,000
Secuencias	1,000
<b>Servicio de unidifusión de Windows Media</b>	
Ancho de banda asignado	638124,000 Bytes/s
Frecuencia de envío global	648031,929 Bytes/s
Frecuencia de lectura global	1055764,307 Bytes/s
<b>TCP</b>	
Segmentos enviados/s.	553,474 Seg/s
<b>UDP</b>	
Datagramas enviados/s.	89,915 Dat/s

✓ Análisis del cliente



<b>\\GL03</b>	
<b>DiscoFísico</b>	<b>Total</b>
% Tiempo de disco	0,000 %
Bytes escritos en s.	0,000 Bytes
Bytes leídos de s.	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red</b>	<b>Intel[R] PRO Adapter</b>
Ancho de banda actual	100000000,000 Bits/s
Bytes enviados/s.	0,000 Bytes/s
Bytes recibidos/s.	696282,740 Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	0,000 Pag/s
Paquetes enviados/s.	0,000 Pag/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	513,544 Pag/s
Paquetes recibidos con error	0,000 Pag
Paquetes recibidos descartados	0,000 Pag
Paquetes recibidos desconocidos	0,000 Pag
Paquetes recibidos/s.	513,544 Pag/s
Paquetes/s.	513,544 Pag/s
Total de s.	696282,740 Bytes/s
<b>IP</b>	
Datagramas enviados/s.	0,000 Dat/s
Datagramas recibidos s.	85,591 Dat/s
Datagramas recibidos/s.	513,544 Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000 Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	7,000
Fragmentos recibidos/s.	513,544 Frag/s
Fragmentos s.	85,591 Frag/s
<b>Procesador</b>	<b>Total</b>
% tiempo de procesador	68,750 %
<b>Sistema</b>	
Longitud de la cola del procesador	2,000
Operaciones de escritura de archivo/s.	50,347 Oper/s
Operaciones de lectura de archivo/s.	90,625 Oper/s
<b>TCP</b>	
Conexiones establecidas actualmente	1,000
Segmentos recibidos/s.	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
Datagramas recibidos/s.	85,591 Dat/s



#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran la forma que tiene una emisora de multicast de alta calidad en la red, es decir, se genera un tráfico más o menos constante con una transmisión aproximada de 671,83 Kbytes/s (equivalente a 5370 Kbps), se envía una media de 530 frames de multicast por segundo y se realiza una utilización de la red de un 5,41%, resultado bastante lógico, ya que la red que hemos utilizado es de 100 Mbps y la transmisión que hemos realizado es de 5000 Kbps, que resulta el 5 % del ancho de banda de canal .
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es uno, la que hemos activado anteriormente. Sin embargo, muestra que hay dos emisoras, eso es debido a que detecta las emisoras creadas, estén en funcionamiento o no. También, se puede observar que el número de clientes conectados es 1, el único que tenemos conectado. El porcentaje de proceso del servidor es de 7,81%, se denota que aumenta ya que el número de bytes que se transmiten ha aumentado, pero sin llegar a saturar el servidor. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 648,03 Kbytes/s. El número de paquetes no monodifusión recibidos/s es 0, ya que multicast no permite el retorno de paquetes desde el cliente sino es porque el cliente para la emisión.
- ✓ En el cliente, se puede observar, que el ancho de banda del canal que se está utilizando para las pruebas es de 100Mbps, pues no ha sido modificado. Se recibe un flujo de información de 696,28 Kbytes/s (equivalente a 5570 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es elevado, del 68,75%, con la imagen maximizada. Se comprueba, pues, que al transmitirse más información, la CPU del ordenador necesita más capacidad de proceso. Con esta transmisión, más veloz, se empieza a observar, que hay fallos en el reensamblaje de los fragmentos IP, se descartan algunos paquetes, y que la longitud de la cola del procesador ha aumentado, aunque esto no es óbice para el mal funcionamiento del sistema.

### 4.3.1.3 Transmisión unicast de 700kbps

#### Condiciones del test:

- Un servidor de Windows Media Server.
- Un único cliente conectado.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD.

#### Pasos a seguir:

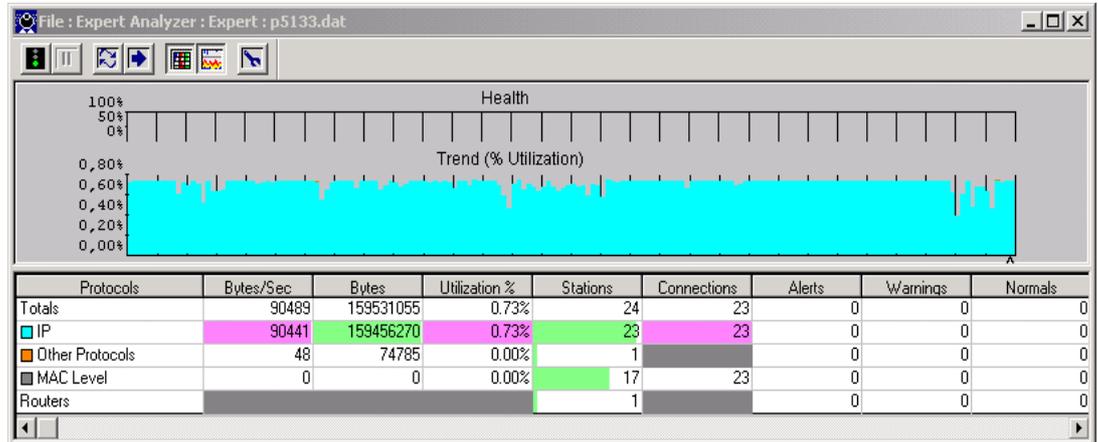
- En el servidor, asegurarse que existe el fichero BarCoyoteU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En el cliente, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).



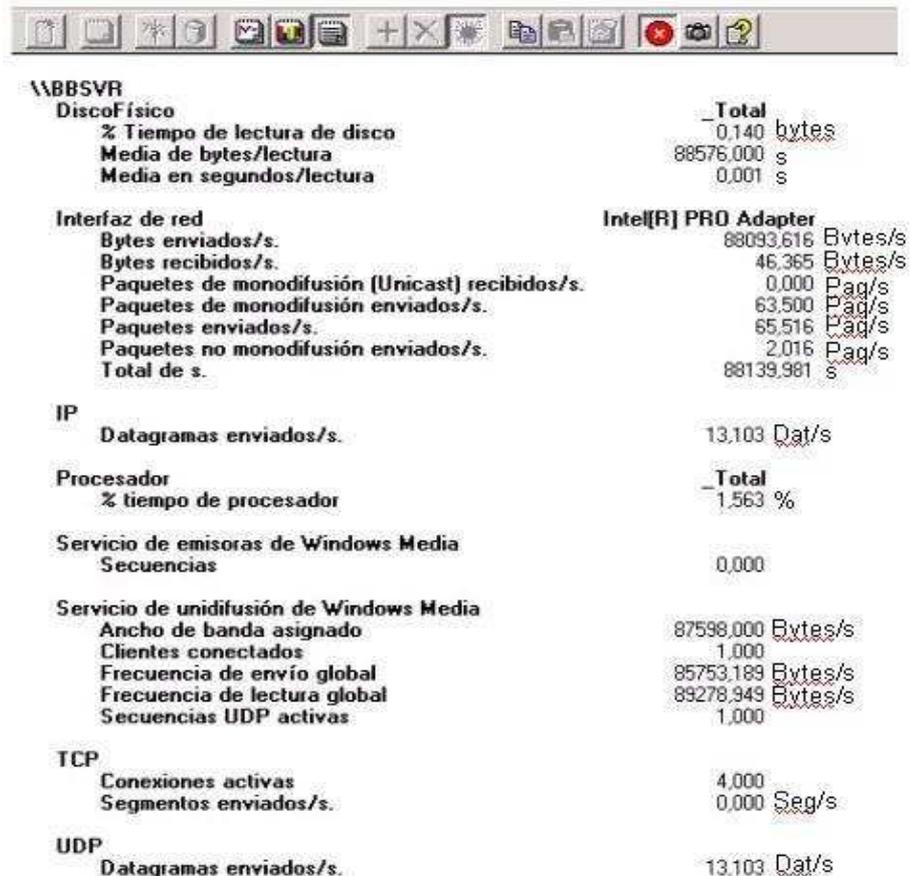
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 700 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



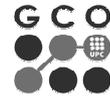
- ✓ Análisis del cliente



DiscoFísico		Total
% Tiempo de disco	0,000	%
Bytes escritos en s.	0,000	Bytes
Bytes leídos de s.	0,000	Bytes
Interfaz de red		Intel[R] PRO Adapter
Ancho de banda actual	100000000,000	Bits/s
Bytes enviados/s.	0,000	Bytes/s
Bytes recibidos/s.	81981,299	Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	60,478	Paq/s
Paquetes enviados/s.	0,000	Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	0,000	Paq/s
Paquetes recibidos con error	0,000	Paq
Paquetes recibidos descartados	0,000	Paq
Paquetes recibidos desconocidos	0,000	Paq
Paquetes recibidos/s.	60,478	Paq/s
Paquetes/s.	60,478	Paq/s
Total de s.	81981,299	Bytes/s
IP		
Datagramas enviados/s.	0,000	Dat/s
Datagramas recibidos s.	10,080	Dat/s
Datagramas recibidos/s.	60,478	Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000	Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	7,000	
Fragmentos recibidos/s.	60,478	Frag/s
Fragmentos s.	10,080	Frag/s
Procesador		Total
% tiempo de procesador	40,625	%
Sistema		
Longitud de la cola del procesador	2,000	
Operaciones de escritura de archivo/s.	50,398	Oper/s
Operaciones de lectura de archivo/s.	90,716	Oper/s
TCP		
Conexiones establecidas actualmente	2,000	
Segmentos recibidos/s.	0,000	Seg/s
UDP		
Datagramas recibidos/s.	10,080	Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran la forma que tiene una emisión de unicast en la red, es decir, se genera un tráfico más o menos como el multicast, con una transmisión aproximada de 88,94 Kbytes/s (equivalente a 711 Kbps), se envía una media de 66 frames de multicast por segundo y se realiza una mínima utilización de la red de un 0,7%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es cero, ya que no hemos activado ninguna. También, se puede observar que el número de clientes conectados es el único, que hay. El porcentaje de proceso del servidor es bajo 1,56%, cosa normal porque la secuencia unicast con un solo cliente no debe saturar el servidor. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 85,7 Kbytes/s. Se observa, que se ha generado una secuencia activa UDP. Se puede observar, también, que existen bytes recibidos/s eso es debido a que el usuario puede interactuar con la transmisión pausándola, adelantándola o retrasándola, etc.
- ✓ En el cliente, se puede observar, que los parámetros son más o menos parecidos a la de una transmisión multicast de 700 Kbps. Se recibe una transmisión de 81,98 Kbytes/s (equivalente a 656 Kbps) que se adecua más o menos a la transmisión de 700 Kbps que se ha realizado, aunque es este caso el resultado obtenido ha sido levemente inferior. En el momento del muestreo, aunque existe la posibilidad de que el cliente interactúe visualmente con la emisora, no se ha producido dicho hecho por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del



cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador con la imagen maximizada es del 40,63%.

#### 4.3.1.4 Transmisión unicast de 5000kbps

Condiciones del test:

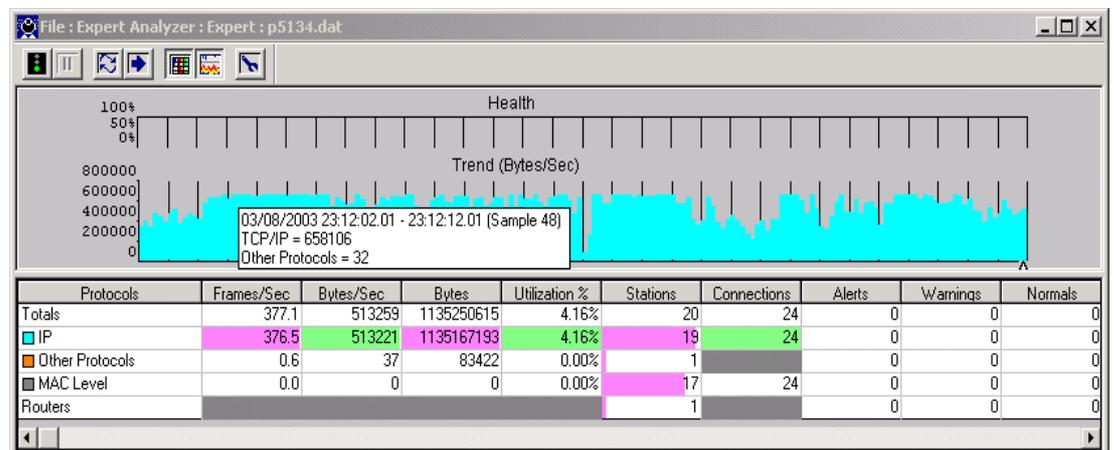
- Un servidor de Windows Media Server.
- Un único cliente conectado.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, asegurarse que existe el fichero SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En el cliente, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



\\BBSVR

<b>DiscoFísico</b>		<b>Total</b>	
% Tiempo de lectura de disco		1,880	%
Media de bytes/lectura		528384,000	s
Media en segundos/lectura		0,019	s
<b>Interfaz de red</b>		<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Bytes enviados/s.		710320,213	Bytes/s
Bytes recibidos/s.		56,723	Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.		0,000	Paq/s
Paquetes de monodifusión enviados/s.		95,259	Paq/s
Paquetes enviados/s.		95,259	Paq/s
<b>IP</b>			
Datagramas enviados/s.		15,876	Dat/s
<b>Procesador</b>		<b>Total</b>	
% tiempo de procesador		5,318	%
<b>Servicio de emisoras de Windows Media</b>			
Secuencias		0,000	
<b>Servicio de unidifusión de Windows Media</b>			
Frecuencia de envío global		630642,987	Bytes/s
Frecuencia de lectura global		654721,844	Bytes/s
<b>TCP</b>			
Conexiones activas		8,000	
Segmentos enviados/s.		0,000	Seg/s
<b>UDP</b>			
Datagramas enviados/s.		15,876	Dat/s

✓ Análisis del cliente



\\GLU3

<b>DiscoFísico</b>		<b>Total</b>	
% Tiempo de disco		0,000	%
Bytes escritos en s.		0,000	Bytes
Bytes leídos de s.		0,000	Bytes
<b>Interfaz de red</b>		<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Ancho de banda actual		100000000,000	Bits/s
Bytes enviados/s.		0,000	Bytes/s
Bytes recibidos/s.		628512,816	Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.		463,197	Paq/s
Paquetes enviados/s.		0,000	Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.		0,000	Paq/s
Paquetes recibidos con error		0,000	Paq
Paquetes recibidos descartados		0,000	Paq
Paquetes recibidos desconocidos		0,000	Paq
Paquetes recibidos/s.		463,197	Paq/s
Paquetes/s.		463,197	Paq/s
Total de s.		628512,816	Bytes/s
<b>IP</b>			
Datagramas enviados/s.		0,000	Dat/s
Datagramas recibidos s.		77,535	Dat/s
Datagramas recibidos/s.		463,197	Dat/s
Fallos de fragmentación		0,000	Dat
Fallos de reensamble de fragmentos		7,000	
Fragmentos recibidos/s.		463,197	Frag/s
Fragmentos s.		77,535	Frag/s
<b>Procesador</b>		<b>Total</b>	
% tiempo de procesador		82,813	%
<b>Sistema</b>			
Longitud de la cola del procesador		4,000	
Operaciones de escritura de archivo/s.		94,653	Oper/s
Operaciones de lectura de archivo/s.		134,931	Oper/s
<b>TCP</b>			
Conexiones establecidas actualmente		3,000	
Segmentos recibidos/s.		0,000	Seg/s
<b>UDP</b>			
Datagramas recibidos/s.		77,535	Dat/s



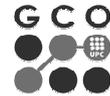
#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran la forma que tiene una emisión de unicast de alta calidad en la red, es decir, se genera un tráfico más o menos como el de alta calidad multicast, con una transmisión aproximada de 658,11 Kbytes/s (equivalente a 5264 Kbps), se envía una media de 480 frames de multicast por segundo y se realiza una utilización de la red de un 5,35%, un poco más elevado de lo que indica la media en la imagen, debido a que la transmisión en el periodo muestreado no ha sido constante y por eso resulta la utilización levemente inferior 4,17%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es cero, ya que no hemos activado ninguna emisora. El porcentaje de proceso del servidor es de 5,32%, cosa normal porque una secuencia unicast con un solo cliente no debe saturar el servidor. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 710,32 Kbytes/s. Se puede observar, también, que existen bytes recibidos/s (56,72), eso es debido a que el usuario puede interactuar con la transmisión pausándola, adelantándola o retrasándola, etc.
- ✓ En el cliente, se puede observar, que los parámetros son más o menos parecidos a la de una transmisión multicast de 5000 Kbps, pero aumentando el valor en casi todos los parámetros. Se recibe un flujo de información de 628,51 Kbytes/s (equivalente a 5024 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es muy elevado, del 82,81%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, aunque existe la posibilidad de que el cliente interactúe visualmente con la emisora, no se ha producido dicho hecho por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0. Se comprueba que al transmitirse más información, la CPU del ordenador necesita más capacidad de proceso. Con esta transmisión, más veloz, se empieza a observar, que hay fallos en el reensamblaje de los fragmentos IP, se descartan algunos paquetes, y que la longitud de la cola del procesador ha aumentado hasta 4.

### 4.3.2 Servidor WMS con dos clientes en la red

En este apartado se realiza un grupo de pruebas, que consiste en tener un servidor (Windows Media Server) de streaming, es un ordenador Pentium IV a 1,6 GHz con 768 MB de memoria RAM y con Windows 2000 server como sistema operativo, y dos clientes, uno es un Pentium IV a 1,6 GHz con 512 MB de memoria RAM con el sistema operativo Windows 2000 (cliente1) y el otro es un Pentium III a 733 KHz con 512 MB de memoria RAM y sistema operativo Windows XP (cliente2), recibiendo las transmisiones que se realizan. Así, se demuestra el correcto funcionamiento para diversos sistemas operativos.

Se realiza la transmisión de dos películas una codificada a 700 kbps con calidad de video de DVD y en audio con calidad CD y una resolución de 768 X 576 pixels. La otra película está codificada a 5073 Kbps con calidad de video de alta definición y en audio con calidad CD y una resolución 1280 X 720 pixels. Cada una de las películas se emite en modo multicast y en modo unicast y cada usuario se conecta indistintamente a la película que desee.



### 4.3.2.1 Transmisión Multicast de 700kbps con 2 clientes

Condiciones del test:

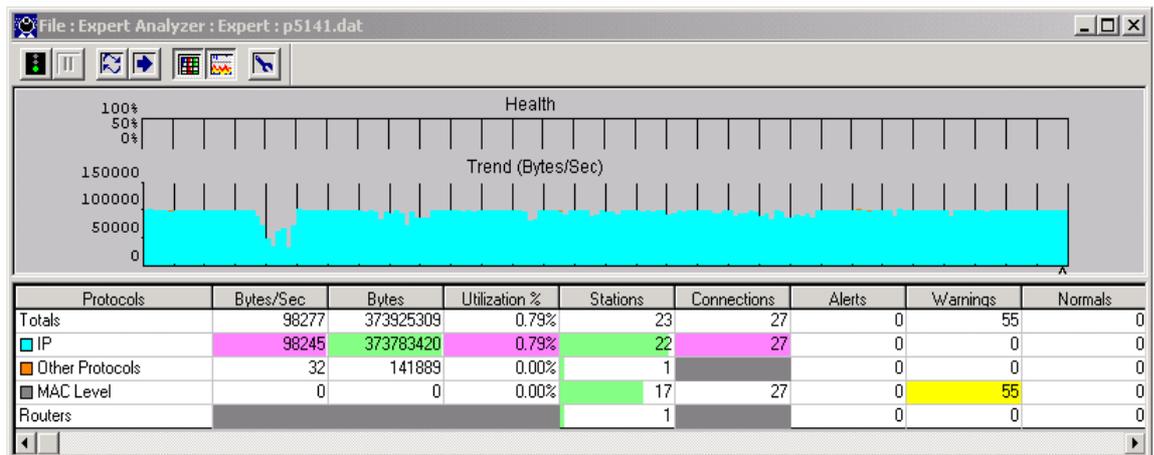
- Un servidor de Windows Media Server.
- Dos clientes conectados a la misma emisora.
- Transmisión en modo multicast de una película, codificada con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media secuencia de BarCoyote.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 700 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



\\BBSVR	
<b>DiscoFísico</b>	
<b>Total</b>	
% Tiempo de lectura de disco	2,420 bytes
Media de bytes/lectura	88576,000 s
Media en segundos/lectura	0,024 s
<b>Interfaz de red</b>	
<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Bytes enviados/s.	98640,601 Bytes/s
Paquetes enviados/s.	72,497 Paq/s
Paquetes no monodifusión enviados/s.	72,497 Paq/s
Paquetes/s.	72,497 Paq/s
Total de s.	98640,601 s
<b>IP</b>	
Datagramas enviados/s.	89,615 Dat/s
<b>Procesador</b>	
<b>Total</b>	
% tiempo de procesador	1,688 %
<b>Servicio de emisoras de Windows Media</b>	
Controladores	2,000
Emisoras	2,000
Secuencias	1,000
<b>Servicio de unidifusión de Windows Media</b>	
Ancho de banda asignado	87598,000 Bytes/s
Autorizaciones denegadas	0,000
Frecuencia de envío global	88696,391 Bytes/s
Frecuencia de lectura global	89187,761 Bytes/s
Secuencias activas	1,000
Secuencias de unidifusión en directo activas	0,000
<b>TCP</b>	
Conexiones activas	1225188,000
Segmentos enviados/s.	77,532 Seg/s
<b>UDP</b>	
Datagramas enviados/s.	12,083 Dat/s

✓ Análisis del cliente1

\\bLU3	
<b>DiscoFísico</b>	
<b>Total</b>	
% Tiempo de disco	0,000 %
Bytes escritos en s.	0,000 Bytes
Bytes leídos de s.	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red</b>	
<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Ancho de banda actual	100000000,000 Bits/s
Bytes enviados/s.	0,000 Bytes/s
Bytes recibidos/s.	96965,797 Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	0,000 Paq/s
Paquetes enviados/s.	0,000 Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	71,515 Paq/s
Paquetes recibidos con error	0,000 Paq
Paquetes recibidos descartados	0,000 Paq
Paquetes recibidos desconocidos	0,000 Paq
Paquetes recibidos/s.	71,515 Paq/s
Paquetes/s.	71,515 Paq/s
Total de s.	96965,797 Bytes/s
<b>IP</b>	
Datagramas enviados/s.	0,000 Dat/s
Datagramas recibidos s.	11,919 Dat/s
Datagramas recibidos/s.	71,515 Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000 Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	7,000
Fragmentos recibidos/s.	71,515 Frag/s
Fragmentos s.	11,919 Frag/s
<b>Procesador</b>	
<b>Total</b>	
% tiempo de procesador	46,342 %
<b>TCP</b>	
Conexiones activas	2317,000
Conexiones establecidas actualmente s.	1,000
Segmentos enviados/s.	0,000 Seg/s
Segmentos recibidos/s.	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
Datagramas enviados/s.	0,000 Dat/s
Datagramas recibidos/s.	11,919 Dat/s



#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran que la emisora multicast mantiene más o menos constante su ancho de banda, con independencia de que hayan conectados dos usuarios, con una transmisión aproximada de 98,25 Kbytes/s (equivalente a 786 Kbps), se envía una media de 73 frames de multicast por segundo y se realiza una mínima utilización de la red de un 0,79%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra, como en el caso de un único usuario, que el número de secuencias activas es uno, la que hemos activado anteriormente. Sin embargo, muestra que hay dos emisoras, eso es debido a que detecta las emisoras creadas, estén en funcionamiento o no. El porcentaje de proceso del servidor es bajo 1,69%, cosa normal, porque aunque hay dos clientes conectados el servidor, el servidor sólo emite una secuencia multicast y ésta no debe saturar el servidor. Los bytes/s enviados por la red coinciden más o menos con los del analizador de redes 98,64 Kbytes/s.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son prácticamente idénticos a las pruebas realizadas con un sólo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe una transmisión de 96,96 Kbytes/s (equivalente a 775 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 700 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador con la imagen maximizada es del 46,34%. El cliente2 ofrece un correcto funcionamiento en la visualización de la película, parecido al del cliente1, pero con un aumento en los valores obtenidos de los parámetros, ya que las características físicas de este cliente son peores.

### 4.3.2.2 Transmisión Multicast 5000kbps con 2 clientes

#### Condiciones del test:

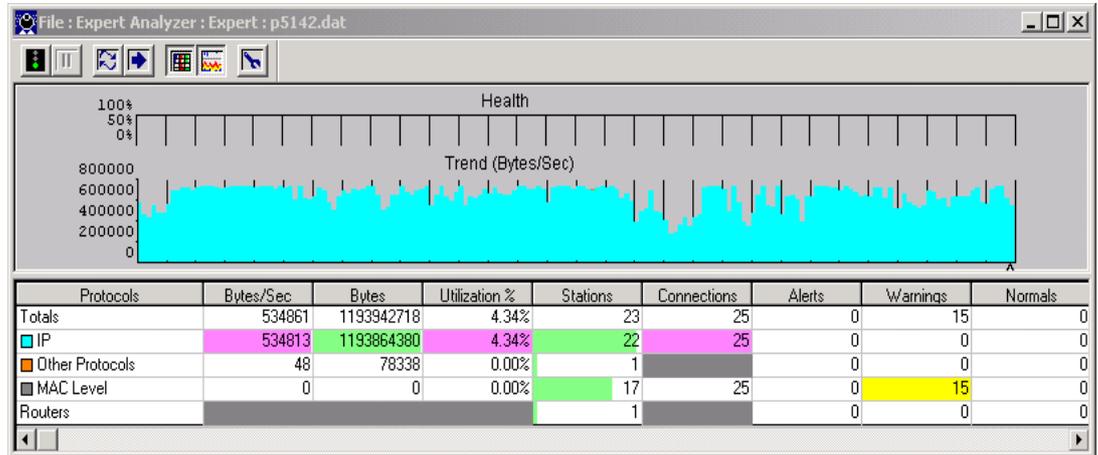
- Un servidor de Windows Media Server.
- Dos clientes conectados a la misma emisora.
- Transmisión en modo multicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

#### Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media secuencia de SwordFish.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

#### Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor



```
\BBSVR
Disco físico
  % Tiempo de lectura de disco          Total 11,300 bytes
  Media de bytes/lectura                103594,667 s
  Media en segundos/lectura             0,019 s

Interfaz de red Intel[R] PRO Adapter
  Bytes enviados/s.                    674700,919 Bytes/s
  Paquetes enviados/s.                 492,737 Paq/s
  Paquetes no monodifusión enviados/s. 492,737 Paq/s
  Paquetes/s.                          4920,737 Paq/s
  Total de s.                          674700,919 s

IP
  Datagramas enviados/s.               594,649 Dat/s

Procesador
  % tiempo de procesador                - Total 6,237 %

Servicio de emisoras de Windows Media
  Controladores                        2,000
  Emisoras                             2,000
  Secuencias                           1,000

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Frecuencia de envío global            638124,000 Bytes/s
  Frecuencia de lectura global          522800,280 Bytes/s

TCP
  Conexiones activas                   17,000
  Segmentos enviados/s.                 518,521 Seg/s

UDP
  Datagramas enviados/s.                82,591 Dat/s
```

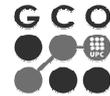
✓ Análisis del cliente1



\\GLU3	
<b>DiscoFísico</b>	
<b>% Tiempo de disco</b>	<b>Total</b> 0,000 %
<b>Bytes escritos en s.</b>	0,000 Bytes
<b>Bytes leídos de s.</b>	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red</b>	
<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
<b>Ancho de banda actual</b>	100000000,000 Bits/s
<b>Bytes enviados/s.</b>	0,000 Bytes/s
<b>Bytes recibidos/s.</b>	729089,935 Bytes/s
<b>Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.</b>	0,000 Paq/s
<b>Paquetes enviados/s.</b>	0,000 Paq/s
<b>Paquetes no monodifusión recibidos/s.</b>	537,746 Paq/s
<b>Paquetes recibidos con error</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos descartados</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos desconocidos</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos/s.</b>	537,746 Paq/s
<b>Paquetes/s.</b>	537,746 Paq/s
<b>Total de s.</b>	729089,935 Bytes/s
<b>IP</b>	
<b>Datagramas enviados/s.</b>	0,000 Dat/s
<b>Datagramas recibidos s.</b>	89,793 Dat/s
<b>Datagramas recibidos/s.</b>	537,746 Dat/s
<b>Fallos de fragmentación</b>	0,000 Dat
<b>Fallos de reensamble de fragmentos</b>	8,000
<b>Fragmentos recibidos/s.</b>	537,746 Frag/s
<b>Fragmentos s.</b>	89,793 Frag/s
<b>Procesador</b>	
<b>% tiempo de procesador</b>	<b>Total</b> 73,368 %
<b>TCP</b>	
<b>Conexiones activas</b>	2318,000
<b>Conexiones establecidas actualmente</b>	1,000
<b>s.</b>	0,000 Seg/s
<b>Segmentos enviados/s.</b>	0,000 Seg/s
<b>Segmentos recibidos/s.</b>	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
<b>Datagramas enviados/s.</b>	0,000 Dat/s
<b>Datagramas recibidos/s.</b>	89,793 Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran que la emisora de multicast mantiene el ancho de banda más o menos constante con una transmisión aproximada de 534,81 Kbytes/s (equivalente a 4278 Kbps), se envía una media de 389 frames de multicast por segundo y se realiza una utilización de la red de un 4,34%, los resultados son inferiores a los esperados, debido a que los valores obtenidos son una media durante todo el tiempo muestreado y durante algunos periodos se redujo la transmisión.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es uno, la que hemos activado anteriormente. Sin embargo, muestra que hay dos emisoras, eso es debido a que detecta las emisoras creadas, estén en funcionamiento o no. El porcentaje de proceso del servidor es de 6,23%, se mantiene parecido a la misma prueba con un usuario, ya que al ser una transmisión multicast no hace que aumente el trabajo del servidor ni su ancho de banda. La frecuencia de envío es un poco superior a la del analizador de redes 638,12 Kbytes/s, confirmando que la medición del analizador estaba un poco por debajo, de lo habitual.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son muy parecidos a los obtenidos con un sólo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe un flujo de información de 729,08 Kbytes/s (equivalente a 5830 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar, que con una transmisión de estas características no se satura



totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es elevado, del 73,37%, con la imagen maximizada. El cliente2 no ofrece un correcto funcionamiento en la visualización de la película, ya que se ve entrecortada. Esto es debido a que la necesidad de procesar más información con respecto a la transmisión anterior y al empeoramiento de las características físicas de este cliente.

### 4.3.2.3 Transmisión unicast 700kbps con 2 clientes

Condiciones del test:

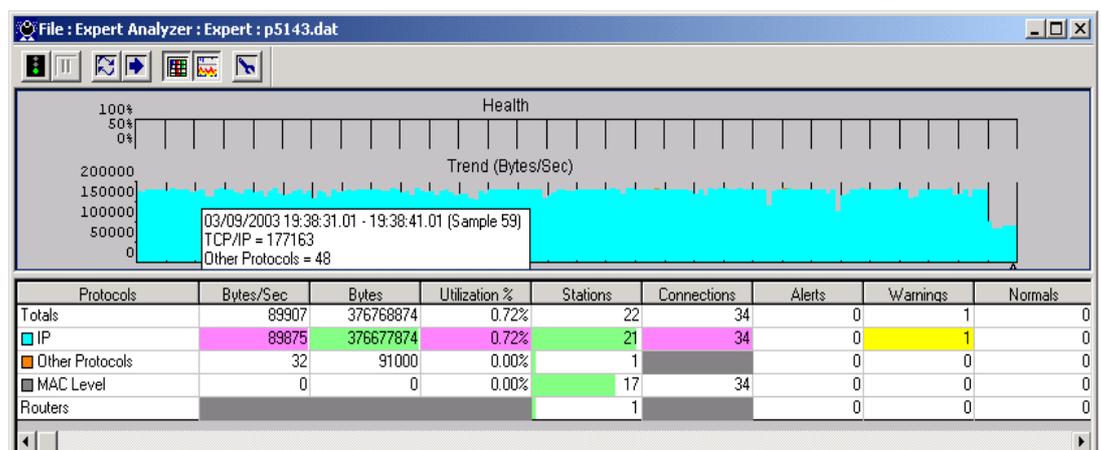
- Un servidor de Windows Media Server.
- Dos clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

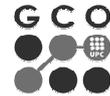
- En el servidor, asegurarse que existe el fichero BarCoyoteU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 700 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



```
\\BBSVR
DiscoFísico
  % Tiempo de lectura de disco      Total 0,280 bytes
  Media de bytes/lectura            88576,000 s
  Media en segundos/lectura         0,001 s

Interfaz de red Intel[R] PRO Adapter
  Bytes enviados/s.                 170621,477 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.                0,000 Bytes/s
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 0,000 Pag/s
  Paquetes de monodifusión enviados/s.          124,931 Pag/s
  Paquetes enviados/s.                 126,914 Pag/s
  Paquetes/s.                          126,914 Pag/s
  Total de s.                          170621,477 s

IP
  Datagramas enviados/s.            22,805 Dat/s
  Fragmentos s.                     0,000

Procesador
  % tiempo de procesador            Total 10,938 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Frecuencia de envío global        174055,105 Bytes/s
  Frecuencia de lectura global      175649,466 Bytes/s

TCP
  Conexiones activas                20,000

UDP
  Datagramas enviados/s.            22,805 Dat/s
```

✓ Análisis del cliente1



```
\\GCO3
DiscoFísico
% Tiempo de disco
Bytes escritos en s.
Bytes leídos de s.

Interfaz de red
Ancho de banda actual
Bytes enviados/s.
Bytes recibidos/s.
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.
Paquetes enviados/s.
Paquetes no monodifusión recibidos/s.
Paquetes recibidos con error
Paquetes recibidos descartados
Paquetes recibidos desconocidos
Paquetes recibidos/s.
Paquetes/s.
Total de s.

IP
Datagramas enviados/s.
Datagramas recibidos s.
Datagramas recibidos/s.
Fallos de fragmentación
Fallos de reensamble de fragmentos
Fragmentos recibidos/s.
Fragmentos s.

Procesador
% tiempo de procesador

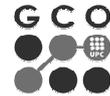
TCP
Conexiones activas
Conexiones establecidas actualmente
s.
Segmentos enviados/s.
Segmentos recibidos/s.

UDP
Datagramas enviados/s.
Dataagramas recibidos/s.
```

	<b>_Total</b>	
% Tiempo de disco	0,070	%
Bytes escritos en s.	28478,260	Bytes
Bytes leídos de s.	0,000	Bytes
<b>Intel[R] PRO Adapter</b>		
Ancho de banda actual	100000000,000	Bits/s
Bytes enviados/s.	14,733	Bytes/s
Bytes recibidos/s.	88138,386	Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	65,554	Paq/s
Paquetes enviados/s.	0,011	Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	0,000	Paq/s
Paquetes recibidos con error	0,000	Paq
Paquetes recibidos descartados	0,000	Paq
Paquetes recibidos desconocidos	0,000	Paq
Paquetes recibidos/s.	65,554	Paq/s
Paquetes/s.	65,554	Paq/s
Total de s.	88138,386	Bytes/s
<b>IP</b>		
Datagramas enviados/s.	0,011	Dat/s
Datagramas recibidos s.	10,926	Dat/s
Datagramas recibidos/s.	65,554	Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000	Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	10,000	
Fragmentos recibidos/s.	65,554	Frag/s
Fragmentos s.	10,926	Frag/s
<b>Procesador</b>		
% tiempo de procesador	46,892	%
<b>TCP</b>		
Conexiones activas	2320,000	
Conexiones establecidas actualmente	2,000	
s.	0,000	Seg/s
Segmentos enviados/s.	0,000	Seg/s
Segmentos recibidos/s.	0,000	Seg/s
<b>UDP</b>		
Datagramas enviados/s.	0,000	Dat/s
Dataagramas recibidos/s.	10,926	Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran como en la parte final del tramo analizado, el ancho de banda se reduce a la mitad, esto es debido a que, en ese momento, sólo hay un usuario conectado. La transmisión aproximada cuando sólo hay un usuario es de 89,87 Kbytes/s (equivalente a 718 Kbps) y cuando están los dos usuarios conectados es de 177,16 Kbytes/s (equivalente a 1417 Kbps), que coincide con el doble, ya que se realizan dos transmisiones unicast. La utilización de la red aumenta de un 0,7%, cuando sólo hay un usuario conectado, a 1,45% cuando están los dos conectados.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el porcentaje de proceso del servidor es elevado 10,93%, cosa no demasiado normal porque en una secuencia unicast con dos clientes, el porcentaje sería aproximadamente de un 1,6%, comprobando la gráfica se detecta que este es un valor puntual y no la media de porcentaje de saturación del servidor. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 174,05 Kbytes/s y es el doble que la de una transmisión unicast con un sólo usuario conectado. Se puede observar, también, que en este caso no hay bytes recibidos/s eso es debido a que el usuario no ha realizado ninguna interacción con la transmisión en el momento del muestreo.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son muy parecidos a los conseguidos en la misma prueba con un sólo cliente, esto es



debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe una transmisión de 88,13 Kbytes/s (equivalente a 705 Kbps) que se adecua más o menos a la transmisión de 700 Kbps, que se ha realizado. En el momento del muestreo, se ha producido interacción del usuario (pausando, adelantando o realizando cualquier otra operación sobre la película) lo que ha provocado que haya un número de 14,7 bytes/s enviados. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador con la imagen maximizada es del 46,89%. El cliente2 ofrece un correcto funcionamiento en la visualización de la película, parecido al del cliente1, pero con un aumento en los valores obtenidos de los parámetros, ya que las características físicas de este cliente son peores.

#### 4.3.2.4 Transmisión unicast 5000kbps con 2 clientes

Condiciones del test:

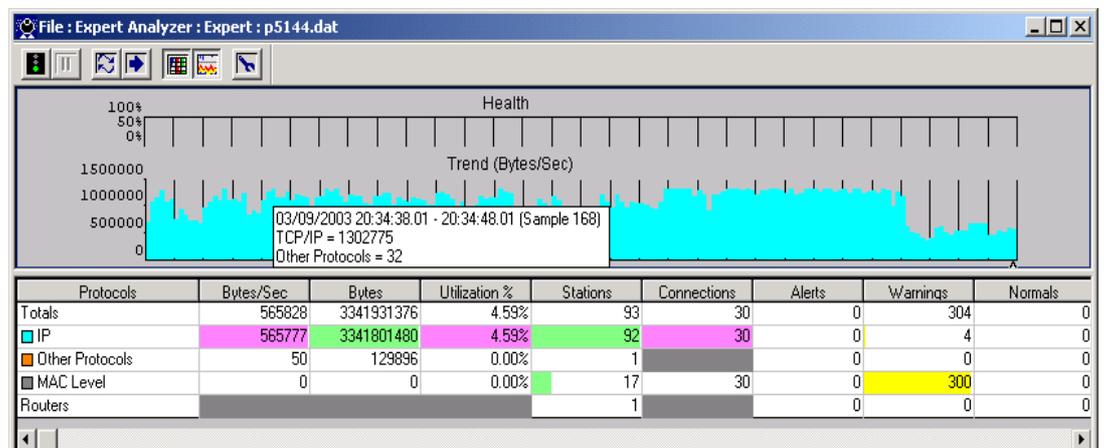
- Un servidor de Windows Media Server.
- Dos clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, asegurarse que existe el fichero SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



```
\\BBSVR
DiscoFísico
    % Tiempo de lectura de disco          _ Total 6,060 bytes
    Media de bytes/lectura                528384,000 s
    Media en segundos/lectura             0,030 s

Interfaz de red
    Bytes enviados/s.                     Intel[R] PRO Adapter 1299480,420 Bytes/s
    Bytes recibidos/s.                    0,000 Bytes/s
    Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 0,000 Pag/s
    Paquetes de monodifusión enviados/s. 948,881 Pag/s
    Paquetes enviados/s.                  950,885 Pag/s
    Paquetes/s.                           950,885 Pag/s
    Total de s.                            1299480,420 s

IP
    Datagramas enviados/s.                159,316 Dat/s

Procesador
    % tiempo de procesador                 _ Total 4,688 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
    Ancho de banda asignado                1276249,000 Bytes/s
    Frecuencia de envío global             1257836,856 Bytes/s
    Frecuencia de lectura global           1058867,368 Bytes/s
    Secuencias UDP activas                 2,000

TCP
    Conexiones activas                     71,000

UDP
    Datagramas enviados/s.                162,322 Dat/s
```

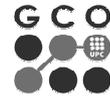
✓ Análisis del cliente1



\\GLU3	
<b>Disco Físico</b>	
<b>% Tiempo de disco</b>	<b>Total</b>
<b>Bytes escritos en s.</b>	0,000 %
<b>Bytes leídos de s.</b>	0,000 Bytes
	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red Intel[R] PRO Adapter</b>	
<b>Ancho de banda actual</b>	100000000,000 Bits/s
<b>Bytes enviados/s.</b>	0,000 Bytes/s
<b>Bytes recibidos/s.</b>	650700,905 Bytes/s
<b>Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.</b>	479,927 Paq/s
<b>Paquetes enviados/s.</b>	0,000 Paq/s
<b>Paquetes no monodifusión recibidos/s.</b>	0,000 Paq/s
<b>Paquetes recibidos con error</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos descartados</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos desconocidos</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos/s.</b>	479,927 Paq/s
<b>Paquetes/s.</b>	479,927 Paq/s
<b>Total de s.</b>	650700,905 Bytes/s
<b>IP</b>	
<b>Datagramas enviados/s.</b>	0,000 Dat/s
<b>Datagramas recibidos s.</b>	77,963 Dat/s
<b>Datagramas recibidos/s.</b>	467,777 Dat/s
<b>Fallos de fragmentación</b>	0,000 Dat
<b>Fallos de reensamble de fragmentos</b>	10,000
<b>Fragmentos recibidos/s.</b>	467,777 Frag/s
<b>Fragmentos s.</b>	77,963 Frag/s
<b>Procesador</b>	
<b>% tiempo de procesador</b>	<b>Total</b>
	81,250 %
<b>TCP</b>	
<b>Conexiones activas</b>	2324,000
<b>Conexiones establecidas actualmente s.</b>	2,000
<b>Segmentos enviados/s.</b>	0,000 Seg/s
<b>Segmentos recibidos/s.</b>	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
<b>Datagramas enviados/s.</b>	0,000 Dat/s
<b>Datagramas recibidos/s.</b>	77,963 Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran en la primera parte de la imagen en ancho de banda que se produce con dos clientes conectados y en la última parte se observa el ancho de banda con un sólo cliente conectado. Con dos clientes la transmisión es de 1317,26 Kbytes/s (equivalente a 10,54 Mbps) y con un cliente es de 565,78 Kbytes/s (equivalente a 5,05 Mbps). La utilización de la red aumenta en el doble, en el caso de dos usuarios conectados, de un 4,59% a un 10,69%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias UDP activas es dos, producido por los dos usuarios conectados, ya que la transmisión unicast utiliza el protocolo UDP. El porcentaje de proceso del servidor es de 4,682%, un porcentaje que no debe saturar el servidor, por lo tanto, el servidor soporta perfectamente la conexión de dos usuarios. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 1257,83 Kbytes/s. Se puede observar, también, que en este caso no hay bytes recibidos/s, eso es debido a que el usuario no ha realizado ninguna interacción (pausarla, adelantarla o retrasarla) con la transmisión en el momento del muestreo.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son muy parecidos a los obtenidos en la misma prueba con un sólo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe un flujo de información de 650,70 Kbytes/s (equivalente a 5200 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el



tiempo que está ocupado el procesador es muy elevado, del 81,25%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, aunque existe la posibilidad de que el cliente interactúe visualmente con la emisora, no se ha producido dicho hecho por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0. El cliente2 no ofrece un correcto funcionamiento en la visualización de la película, ya que se ve entrecortada. Esto es debido a que la necesidad de procesar más información y la empeoramiento de las características físicas de este cliente.

### 4.3.3 Servidor WMS con varios clientes en la red

En este apartado se realiza un grupo de pruebas, que consisten en tener un servidor (Windows Media Server) de streaming, es un ordenador Pentium IV a 1,6 GHz con 768 MB de memoria RAM y con Windows 2000 server como sistema operativo, y varios clientes conectados en la red, que van desde un Pentium IV a 1,6 GHz con 512 MB de memoria RAM con el sistema operativo Windows 2000 (cliente1) hasta un Pentium III a 733 KHz con 128 MB de memoria RAM y sistema operativo Windows XP, recibiendo las transmisiones que se realizan. Así, se demuestra el funcionamiento para diversos sistemas operativos y para diversos equipos de cliente.

Se realiza la transmisión de dos películas una codificada a 700 kbps con calidad de video de DVD y en audio con calidad CD y una resolución de 768 X 576 pixels. La otra película está codificada a 5073 Kbps con calidad de video de alta definición y en audio con calidad CD y una resolución 1280 X 720 pixels. Cada una de las películas se emite en modo multicast y en modo unicast y cada usuario se conecta indistintamente a la película que desee.

En algunas de las pruebas, que se realizan, se añadirá tráfico adicional generado por el Agilent Advisor (Ethernet SW Edition), en concreto se genera un tráfico VLAN Header de 3504 Frames

#### 4.3.3.1 Transmisión Multicast 700kbps sobre varios PC

Condiciones del test:

- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados a la misma emisora.
- Transmisión en modo multicast de una película, codificada con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD.

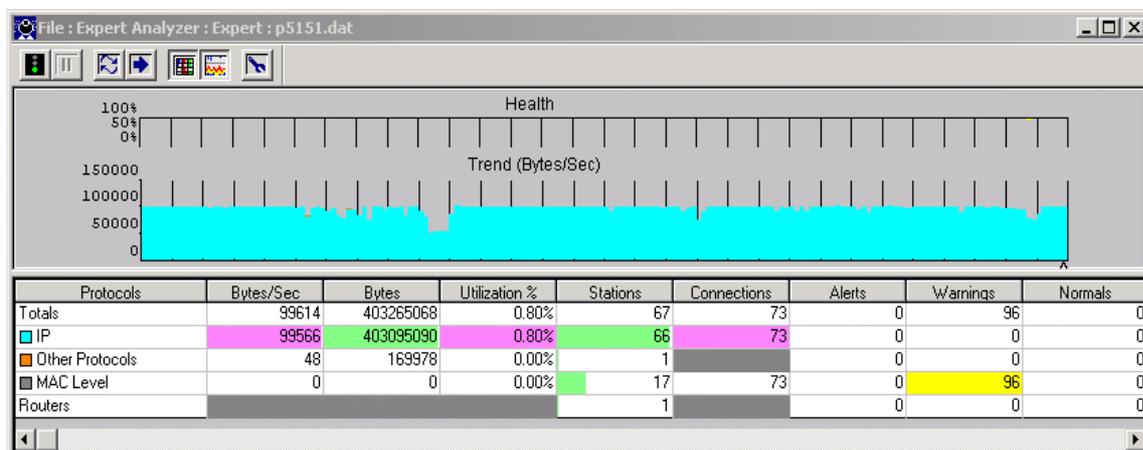
Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media secuencia de BarCoyote.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 700 kbps.

Resultados obtenidos:



✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor



```

\\BBSVR
DiscoFísico
  % Tiempo de lectura de disco          _Total
  Media de bytes/lectura                 88576,000 bytes
  Media en segundos/lectura              0,003 s

Interfaz de red
  Bytes enviados/s.                      Intel[R] PRO Adapter 88488,883 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.                     0,000 Bytes/s
  Paquetes enviados/s.                   65,238 Paq/s
  Paquetes no monodifusión enviados/s.  65,238 Paq/s
  Paquetes/s.                            65,238 Paq/s
  Total de s.                             88488,883 s

IP
  Datagramas enviados/s.                  81,053 Dat/s

Procesador
  % tiempo de procesador                  _Total
                                          1,563 %

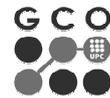
Servicio de emisoras de Windows Media
  Controladores                           2,000
  Emisoras                                 2,000
  Secuencias                              1,000

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Ancho de banda asignado                  87598,000 Bytes/s
  Clientes conectados                      1,000
  Frecuencia de envío global               94985,956 Bytes/s
  Frecuencia de lectura global            175105,645 Bytes/s
  Secuencias TCP activas                   1,000

TCP
  Conexiones activas                       660227,000
  Segmentos enviados/s.                    69,191 Seg/s

UDP
  Datagramas enviados/s.                   11,861 Dat/s
  
```

✓ Análisis del cliente1



```

\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco          _Total  %
  Bytes escritos en s.      0,000  Bytes
  Bytes leídos de s.       0,000  Bytes

Interfaz de red              Intel[R] PRO Adapter
  Ancho de banda actual    100000000,000  Bits/s
  Bytes enviados/s.        0,000  Bytes/s
  Bytes recibidos/s.      90003,614  Bytes/s
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.  0,000  Paq/s
  Paquetes enviados/s.    0,000  Paq/s
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.          66,590  Paq/s
  Paquetes recibidos con error                   0,000  Paq
  Paquetes recibidos descartados                 0,000  Paq
  Paquetes recibidos desconocidos               0,000  Paq
  Paquetes recibidos/s.                         66,590  Paq/s
  Paquetes/s.                                  66,590  Paq/s
  Total de s.                                  90003,614  Bytes/s

IP
  Datagramas enviados/s.  0,000  Dat/s
  Datagramas recibidos s. 11,098  Dat/s
  Datagramas recibidos/s. 66,590  Dat/s
  Fallos de fragmentación 0,000  Dat
  Fallos de reensamble de fragmentos             0,000
  Fragmentos recibidos/s. 66,590  Frag/s
  Fragmentos s.          11,098  Frag/s

Procesador
  % tiempo de procesador  _Total
                          38,71  %

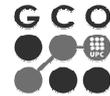
TCP
  Conexiones activas      341,000
  Conexiones establecidas actualmente  2,000
  s.                      0,000  Seg/s
  Segmentos enviados/s.  0,000  Seg/s
  Segmentos recibidos/s. 0,000  Seg/s

UDP
  Datagramas recibidos/s. 11,098  Dat/s

```

Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran que la emisora multicast mantiene más o menos constante su ancho de banda, con independencia de que hayan conectados varios usuarios, en concreto la prueba se realiza con cuatro usuarios conectados, se puede observar con el estado de las conexiones que nos proporciona la herramienta. Se realiza una transmisión aproximada de 99,61 Kbytes/s (equivalente a 797 Kbps), se envía una media de 73,6 frames de multicast por segundo y se realiza una mínima utilización de la red de un 0,80%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra, como en el caso de un único usuario, que el número de secuencias activas es uno, la que hemos activado anteriormente. Sin embargo, muestra que hay dos emisoras, eso es debido a que detecta las emisoras creadas, estén en funcionamiento o no. El porcentaje de proceso del servidor es bajo 1,56%, cosa normal, porque aunque hay cuatro clientes conectados el servidor, el servidor sólo emite una única secuencia multicast y ésta no debe saturar el servidor. Los bytes/s enviados por la red coinciden más o menos con los del analizador de redes 88,44 Kbytes/s.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son prácticamente idénticos a las pruebas realizadas con un solo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Visualmente, no se percibe ningún tipo de retardo entre la emisión



del video y del audio, ni ningún bloqueo de la imagen, aunque haya conectados más usuarios. Se recibe una transmisión de 90,00 Kbytes/s (equivalente a 720 Kbps) que se adecua más o menos a la transmisión de 700 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador con la imagen maximizada es del 38,71%. Sólo se estudia el comportamiento de un cliente, ya que el resto posee un comportamiento parecido.

### 4.3.3.2 Transmisión Multicast 5000kbps sobre varios PC

Condiciones del test:

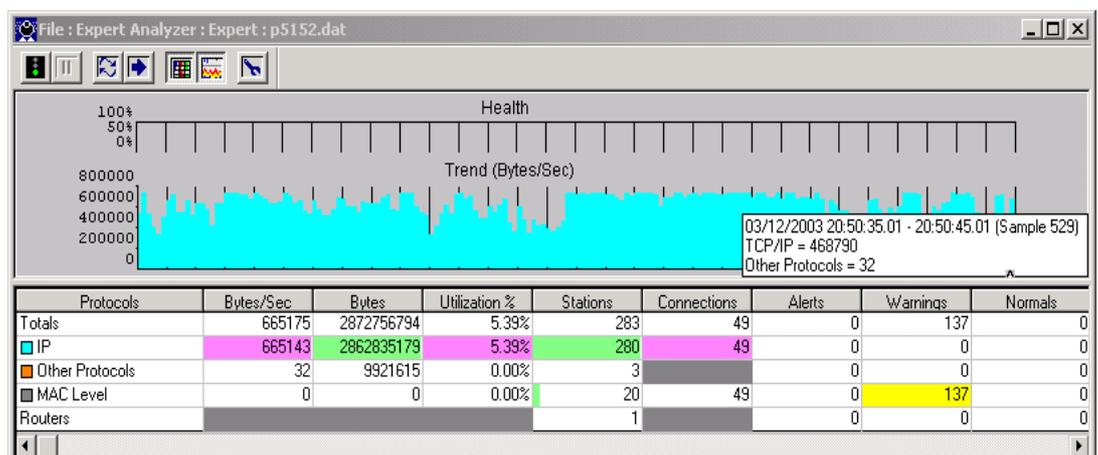
- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados a la misma emisora.
- Transmisión en modo multicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

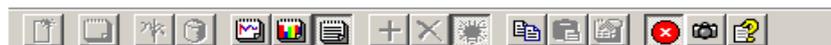
- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media secuencia de SwordFish.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



<b>\\BBSVR</b>		
<b>DiscoFísico</b>	<b>_Total</b>	
% Tiempo de lectura de disco	3,000	%
Media de bytes/lectura	528384,000	bytes
Media en segundos/lectura	0,030	s
<b>Interfaz de red</b>	<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Bytes enviados/s.	726928,542	Bytes/s
Paquetes enviados/s.	530,250	Paq/s
Paquetes no monodifusión enviados/s.	530,250	Paq/s
Paquetes/s.	530,250	Paq/s
Total de s.	726928,542	s
<b>IP</b>		
Datagramas enviados/s.	638,916	Dat/s
<b>Procesador</b>	<b>_Total</b>	
% tiempo de procesador	8,46	%
<b>Servicio de emisoras de Windows Media</b>		
Controladores	2,000	
Emisoras	2,000	
Secuencias	1,000	
<b>Servicio de unidifusión de Windows Media</b>		
Ancho de banda asignado	638124,000	Bytes/s
Frecuencia de envío global	660705,644	Bytes/s
Frecuencia de lectura global	531642,581	Bytes/s
<b>TCP</b>		
Conexiones activas	661101,000	
Segmentos enviados/s.	550,373	Seg/s
<b>UDP</b>		
Datagramas enviados/s.	88,543	Dat/s

✓ Análisis del cliente1



```
\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco
  Bytes escritos en s.
  Bytes leídos de s.
  _Total
  0,000 %
  0,000 Bytes
  0,000 Bytes

Interfaz de red
  Ancho de banda actual
  Bytes enviados/s.
  Bytes recibidos/s.
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.
  Paquetes enviados/s.
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.
  Paquetes recibidos con error
  Paquetes recibidos descartados
  Paquetes recibidos desconocidos
  Paquetes recibidos/s.
  Paquetes/s.
  Total de s.
  Intel[R] PRO Adapter
  100000000,000 Bits/s
  0,000 Bytes/s
  702781,642 Bytes/s
  0,000 Paq/s
  0,000 Paq/s
  513,181 Paq/s
  0,000 Paq
  0,000 Paq
  0,000 Paq
  513,181 Paq/s
  513,181 Paq/s
  702781,642 Bytes/s

IP
  Datagramas enviados/s.
  Datagramas recibidos s.
  Datagramas recibidos/s.
  Fallos de fragmentación
  Fallos de reensamble de fragmentos
  Fragmentos recibidos/s.
  Fragmentos s.
  0,000 Dat/s
  89,793 Dat/s
  513,181 Dat/s
  0,000 Dat
  8,000
  513,181 Frag/s
  89,793 Frag/s

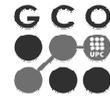
Procesador
  % tiempo de procesador
  _Total
  64,62 %

TCP
  Conexiones activas
  Conexiones establecidas actualmente
  s.
  Segmentos enviados/s.
  Segmentos recibidos/s.
  2318,000
  1,000
  0,000 Seg/s
  0,000 Seg/s
  0,000 Seg/s

UDP
  Datagramas enviados/s.
  Datagramas recibidos/s.
  0,000 Dat/s
  89,793 Dat/s
```

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran que la emisora de multicast mantiene el ancho de banda más o menos constante, independientemente del número de usuarios conectados, es decir, no aumenta el ancho de banda de la transmisión por tener más usuarios conectados, en concreto la prueba se realiza con cuatro usuarios conectados, se puede observar con el estado de las conexiones que nos proporciona la herramienta. Se realiza una transmisión aproximada de 665,17 Kbytes/s (equivalente a 5321 Kbps), se envía una media de 484 frames de multicast por segundo y se realiza una utilización de la red de un 5,39%.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es uno, la que hemos activado anteriormente. Sin embargo, muestra que hay dos emisoras, eso es debido a que detecta las emisoras creadas, estén en funcionamiento o no. El porcentaje de proceso del servidor es de 8,46%, se mantiene parecido a la misma prueba con un usuario, ya que al ser una transmisión multicast no hace que aumente el trabajo del servidor ni su ancho de banda. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 660,75 Kbytes/s.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son muy parecidos a los obtenidos con un solo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe un flujo de información de 702,78 Kbytes/s (equivalente a 5622 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el



procesador es elevado, del 64,62%, con la imagen maximizada. Sólo, se estudia el comportamiento de un cliente, ya que el resto posee un comportamiento parecido o debido a sus características físicas, no ofrecen un correcto funcionamiento en la visualización de la película.

### 4.3.3.3 Transmisión unicast 700kbps sobre varios PC

Condiciones del test:

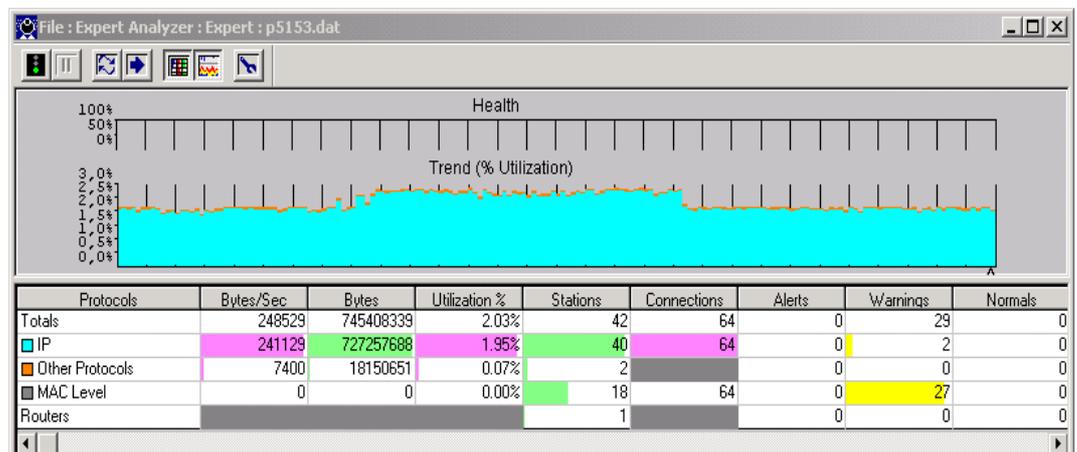
- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, asegurarse que existe el fichero BarCoyoteU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 700 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



```

\\BBSVR
DiscoFísico
  % Tiempo de lectura de disco          _Total 1,150 %
  Media de bytes/lectura                 88576,000 bytes
  Media en segundos/lectura              0,003 s

Interfaz de red                          Intel[R] PRO Adapter
  Bytes enviados/s.                      352807,033 Bytes/s
  Paquetes de monodifusión enviados/s.  257,771 Paq/s
  Paquetes enviados/s.                  257,771 Paq/s
  Paquetes/s.                           257,771 Paq/s
  Total de s.                            352807,033 s

IP
  Datagramas enviados/s.                 43,297 Dat/s
  Fragmentos s.                          0,000

Procesador                               _Total
  % tiempo de procesador                 6,250 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Ancho de banda asignado                 350394,000 Bytes/s
  Clientes conectados                     4,000
  Frecuencia de envío global              343696,437 Bytes/s
  Frecuencia de lectura global            356755,160 Bytes/s

TCP
  Conexiones activas                     661101,000

UDP
  Datagramas enviados/s.                 43,297 Dat/s

```

✓ Análisis del cliente1



```

\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco          _Total 0,000 %
  Bytes escritos en s.       0,000 Bytes
  Bytes leídos de s.         0,000 Bytes

Interfaz de red              Intel[R] PRO Adapter
  Ancho de banda actual      100000000,000 Bits/s
  Bytes enviados/s.          21,841 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.         89333,706 Bytes/s
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.  65,580 Paq/s
  Paquetes enviados/s.       2,724 Paq/s
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.           3,027 Paq/s
  Paquetes recibidos con error                     0,000 Paq
  Paquetes recibidos descartados                   0,000 Paq
  Paquetes recibidos desconocidos                 0,000 Paq
  Paquetes recibidos/s.                           68,606 Paq/s
  Paquetes/s.                                     68,606 Paq/s
  Total de s.                                     89333,706 Bytes/s

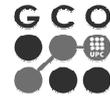
IP
  Datagramas enviados/s.          0,000 Dat/s
  Datagramas recibidos s.         12,107 Dat/s
  Datagramas recibidos/s.         66,589 Dat/s
  Fallos de fragmentación         0,000 Dat
  Fallos de reensamble de fragmentos 155,000
  Fragmentos recibidos/s.         65,580 Frag/s
  Fragmentos s.                   11,098 Frag/s

Procesador                               _Total
  % tiempo de procesador          28,125 %

TCP
  Conexiones activas              26,000
  Conexiones establecidas actualmente  4,000
  s.                               0,000 Seg/s
  Segmentos enviados/s.           0,000 Seg/s
  Segmentos recibidos/s.          0,000 Seg/s

UDP
  Datagramas recibidos/s.         12,107 Dat/s

```



#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran como en la parte media del tramo analizado, el ancho de banda aumenta, esto es debido a que, en ese momento, se ha incorporado un nuevo usuario a la conexión, además de los tres, que ya se habían conectados previamente. La transmisión aproximada cuando sólo había tres usuarios es de 241,13 Kbytes/s (equivalente a 643 Kbps por usuario) y cuando están los cuatro usuarios conectados es de 328,98 Kbytes/s (equivalente a 2631 Kbps en total y 658 Kbps por usuario), Los Kbps transmitidos aumentan con respecto a las pruebas realizadas anteriormente en la parte multicast, eso es debido, a que ahora realizamos cuatro transmisiones unicast. La utilización de la red aumenta, ya que hay más usuarios conectados y ahora no se transmite un único flujo de datos, siendo de 1,95% cuando están los tres usuarios conectados y 2,65% con cuatro usuarios conectados.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el porcentaje de proceso del servidor es elevado 6,25%, este aumento se corresponde con los cuatro usuarios que hay conectados, que hace que aumente el tiempo de procesador del servidor. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes para cuatro usuarios 352,80 Kbytes/s y es cuatro veces mayor que la de una transmisión unicast con un sólo usuario conectado. Se puede observar, también, que el tiempo de lectura de disco es de 1,15%, que es superior a la misma prueba con un solo usuario conectado, esto es debido a que el servidor necesita leer más información, ya que necesita transmitir cuatro veces más información.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son muy parecidos a los obtenidos en la misma prueba con un solo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe una transmisión de 89,33 Kbytes/s (equivalente a 714 Kbps) que se adecua más o menos a la transmisión de 700 Kbps que se ha realizado. En el momento del muestreo, se ha producido interacción del usuario (pausando, adelantando o realizando cualquier otra operación sobre la película) lo que ha provocado que haya un número de 21,8 bytes/s enviados. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador con la imagen maximizada es del 28,12%. Sólo se estudia el comportamiento de un cliente, ya que el resto posee un comportamiento parecido.

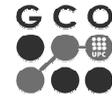
### 4.3.3.4 Transmisión unicast 5000kbps sobre varios PC

#### Condiciones del test:

- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

#### Pasos a seguir:

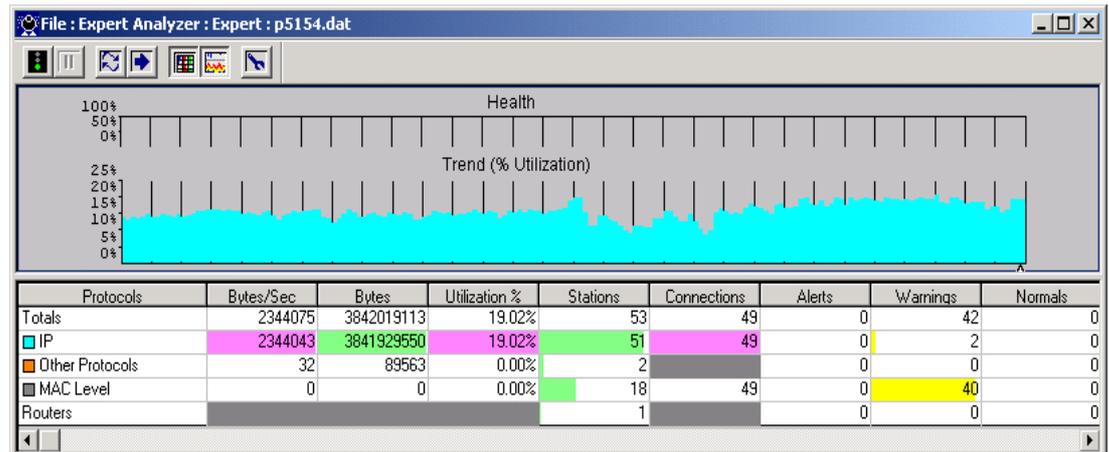
- En el servidor, asegurarse que existe el fichero SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.



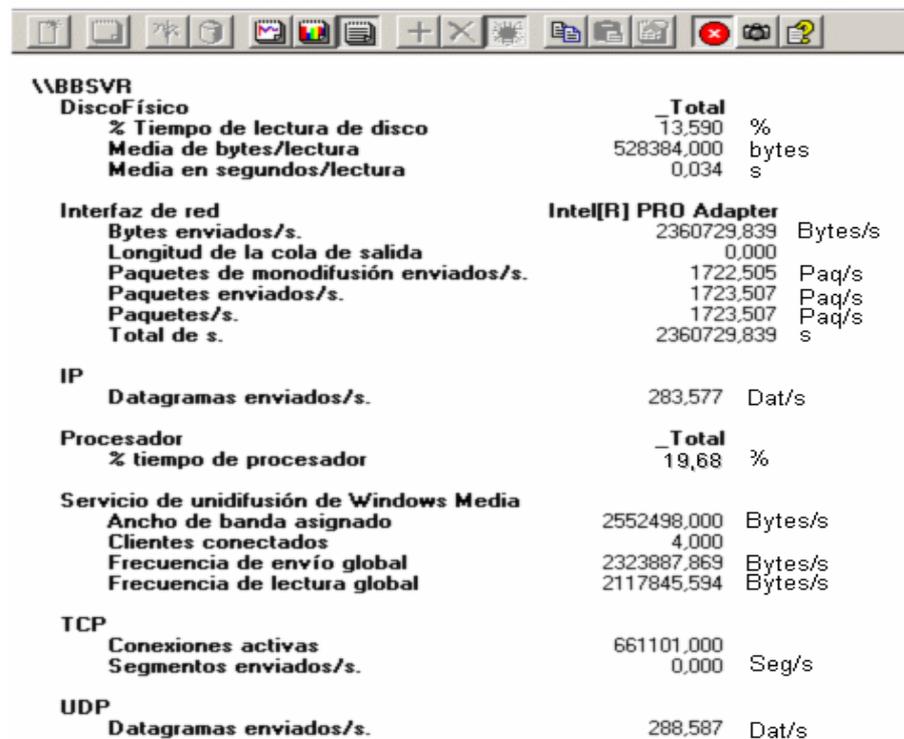
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



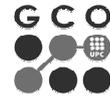
- ✓ Análisis del cliente1



<b>\\GCO3</b>	
<b>DiscoFísico</b>	
% Tiempo de disco	<b>Total</b> 0,000 %
Bytes escritos en s.	0,000 Bytes
Bytes leídos de s.	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red</b>	
<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Ancho de banda actual	100000000,000 Bits/s
Bytes enviados/s.	28,723 Bytes/s
Bytes recibidos/s.	657022,053 Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	484,763 Paq/s
Paquetes enviados/s.	3,932 Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	0,000 Paq/s
Paquetes recibidos con error	0,000 Paq
Paquetes recibidos descartados	0,000 Paq
Paquetes recibidos desconocidos	0,000 Paq
Paquetes recibidos/s.	484,763 Paq/s
Paquetes/s.	484,763 Paq/s
Total de s.	657022,053 Bytes/s
<b>IP</b>	
Datagramas enviados/s.	0,000 Dat/s
Datagramas recibidos s.	77,764 Dat/s
Datagramas recibidos/s.	466,584 Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000 Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	155,000
Fragmentos recibidos/s.	466,584 Frag/s
Fragmentos s.	77,764 Frag/s
<b>Procesador</b>	
% tiempo de procesador	<b>Total</b> 87,524 %
<b>TCP</b>	
Conexiones activas	30,000
Conexiones establecidas actualmente	4,000
s.	0,000 Seg/s
Segmentos enviados/s.	0,000 Seg/s
Segmentos recibidos/s.	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
Datagramas recibidos/s.	77,764 Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran como en la parte de en medio de la imagen como se disminuye ancho de banda que se produce al tener tres clientes conectados y en la primera y última parte se observa el ancho de banda con cuatro clientes conectados. Con cuatro clientes la transmisión es de 2344,04 Kbytes/s (equivalente a 18,75 Mbps en total y 4,69 Mbps por usuario) y con tres clientes es de 1537,91 Kbytes/s (equivalente a 4,10 Mbps). La transmisión de datos ha aumentado considerablemente por la red debido a que ahora, se envía un mayor flujo de datos La utilización de la red aumenta casi cuatro veces en el caso de los cuatro usuarios conectados 19,02% con respecto a la prueba de un único usuario conectado.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número clientes conectados es cuatro. El porcentaje de proceso del servidor es de 19,68%, un porcentaje que no debe saturar el servidor, por lo tanto, el servidor soporta perfectamente la conexión de cuatro usuarios, pero que comienza a suponer una carga para el servidor, aumentado considerablemente el % de tiempo que tiene que leer de disco el servidor a un 13,59% con respecto a el caso anterior que era del 1,15%, eso es debido a que la información a leer en esta transmisión (5000 kbps en cada flujo por 700 Kbps en el caso anterior) del disco para luego transmitirla por la red es mucho mayor. También, se puede observar que la longitud de la cola es 0. La frecuencia de envío coincide más o menos con la del analizador de redes 2323,89 Kbytes/s.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos son muy parecidos a los obtenidos en la misma prueba con un solo cliente, esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede



atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe un flujo de información de 657,02 Kbytes/s (equivalente a 5256 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es muy elevado, del 87,52%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, se ha producido interacción del usuario (pausando, adelantando o realizando cualquier otra operación sobre la película) lo que ha provocado que haya un número de 28,7 bytes/s enviados. Sólo se estudia el comportamiento de un cliente, ya que el resto posee un comportamiento parecido o debido a sus características físicas no ofrecen un correcto funcionamiento en la visualización de la película.

#### **4.3.3.5 Transmisión multicast a 700 y/o 5000kbps sobre varios PC**

Condiciones del test:

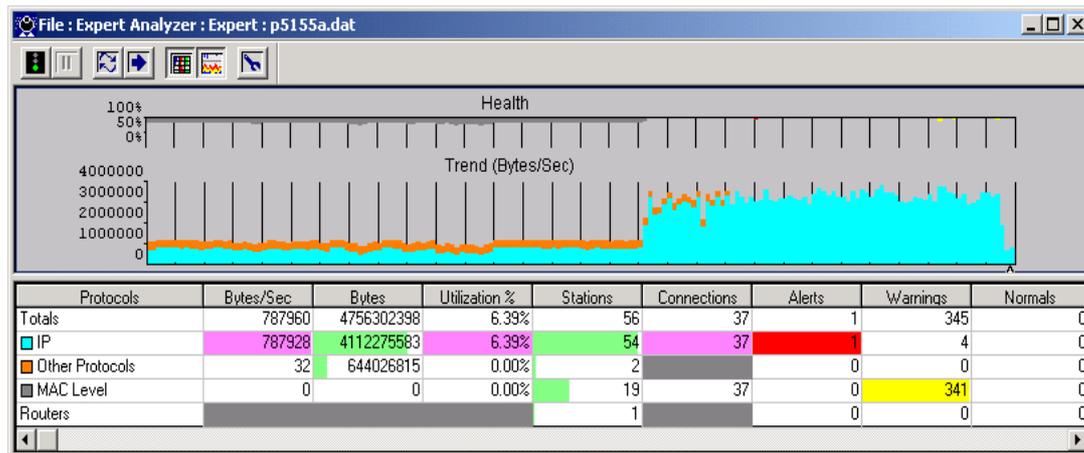
- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados a las diferentes emisoras.
- Transmisión en modo multicast de dos las películas, codificada una con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD. La otra codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.
- Con el Generador de tráfico del Agilent Advisor, se genera un tráfico VLAN HEADER de 3504 Frames con un factor de utilización 200.

Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media la secuencia de BarCoyote y de SwordFish.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List.
- Seleccionar las películas codificadas con 700 Kbps y/o con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor



```

\\BBSVR
DiscoFísico
% Tiempo de lectura de disco          _Total          5.630 %
Media de bytes/lectura                 79872.000 s
Media en segundos/lectura              0.004 s

Interfaz de red
Bytes enviados/s.                      Intel[R] PRO Adapter 2639279.142 Bytes/s
Bytes recibidos/s.                     25673.038 Bytes/s
Longitud de la cola de salida           9.000
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 557.118 Paq/s
Paquetes de monodifusión enviados/s. 1207.420 Paq/s
Paquetes enviados/s.                   1812.121 Paq/s
Paquetes no monodifusión enviados/s. 604.701 Paq/s
Paquetes/s.                             2370.231 Paq/s
Total de s.                             2664952.180 s

IP
Datagramas enviados/s.                  1878.539 Dat/s

Procesador
% tiempo de procesador                  _Total          15.625 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
Ancho de banda asignado                 725723.000 Bytes/s
Frecuencia de envío global              714459.501 Bytes/s
Frecuencia de lectura global            523794.218 Bytes/s

TCP
Conexiones activas                      446.000
Segmentos enviados/s.                   1780.399 Seg/s

UDP
Datagramas enviados/s.                  98.140 Dat/s

```

✓ Análisis del cliente1



```

\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco          _Total 0,000 %
  Bytes escritos en s.      0,000 Bytes
  Bytes leídos de s.       0,000 Bytes

Interfaz de red
Intel[R] PRO Adapter
  Ancho de banda actual    100000000,000 Bits/s
  Bytes enviados/s.        0,000 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.      728874,059 Bytes/s
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 0,000 Paq/s
  Paquetes enviados/s.    0,000 Paq/s
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.          537,246 Paq/s
  Paquetes recibidos con error                    0,000 Paq
  Paquetes recibidos descartados                  0,000 Paq
  Paquetes recibidos desconocidos                 0,000 Paq
  Paquetes recibidos/s.                          537,246 Paq/s
  Paquetes/s.                                    537,246 Paq/s
  Total de s.                                    728874,059 Bytes/s

IP
  Datagramas enviados/s. 0,000 Dat/s
  Datagramas recibidos s. 91,725 Dat/s
  Datagramas recibidos/s. 549,341 Dat/s
  Fallos de fragmentación 0,000 Dat
  Fallos de reensamble de fragmentos 291,000
  Fragmentos recibidos/s. 549,341 Frag/s
  Fragmentos s.          91,725 Frag/s

Procesador
  % tiempo de procesador Total 89,067 %

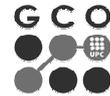
TCP
  Conexiones activas 26,000
  Conexiones establecidas actualmente 2,000
  s. 0,000 Seg/s
  Segmentos enviados/s. 0,000 Seg/s
  Segmentos recibidos/s. 0,000 Seg/s

UDP
  Datagramas recibidos/s. 89,709 Dat/s

```

Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos, muestran que el ancho de banda correspondiente a una transmisión multicast es el que se observa en la primera parte de la gráfica y en el último tramo, siendo la parte de en medio correspondiente a otro tipo de transmisión, que no vamos a analizar. Se puede observar el ancho de banda ( en los tramos señalados) más o menos constante, independientemente del número de usuarios conectados, es decir, no aumenta el ancho de bando de la transmisión por tener más usuarios conectados, en concreto la prueba se realiza con siete usuarios conectados, se puede observar con el estado de las conexiones que nos proporciona la herramienta, que son cinco lo puertos IP conectados, pero realmente, al realizar las pruebas un par de cliente poseían dos conexiones simultáneas al servidor, para poder simular un mayor número de usuarios. Se realiza una transmisión, a través del protocolo IP, aproximada de 787,92 Kbytes/s (equivalente a 6303 Kbps) en los tramos de emisión multicast, que coincide, más o menos, con la suma de los dos flujos de información que se emiten, el de 5000 Kbps y del 700 Kbps), se envía una media de 574 frames de multicast por segundo y se realiza una utilización de la red de un 6,39%. Además, se puede apreciar en color rojo el tráfico generado por el Agilent Advisor, que aporta a la transmisión una media de 403,84 Kbytes/s (equivalente a 3230 Kbps), cantidad comparable con la emisión de la película que se está realizando, se puede observar que este tráfico no altera el correcto funcionamiento del sistema. La suma total de las dos transmisiones, que realiza el servidor, es de 1191,76 Kbytes/s.



- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas es dos, las que hemos activado anteriormente, que coincide con el número de emisoras. El porcentaje de proceso del servidor es de 15,62%, ha aumentado con respecto a las pruebas anteriores, empieza a notarse el aumento de clientes conectados, que realizan más peticiones de conexión, aunque no de una forma importante, ya que al ser una transmisión multicast no hace que aumente el trabajo del servidor ni su ancho de banda. La frecuencia de envío del servidor de unidifusión coincide más o menos con la del analizador de redes 714,45 Kbytes/s. El aumento de clientes provoca, también, que haya bytes/s recibidos, al aumentar el trasiego de nuevas conexiones y que la longitud de salida de la cola empiece a aumentar, debido a las peticiones que realizan los clientes para conectarse.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos corresponden a la utilización de este cliente para la visualización de las dos secuencias emitidas, una de 700 Kbps y la otra de 5000Kbps. Se recibe un flujo de información de 728,87 Kbytes/s (equivalente a 5834 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 700Kbps más la de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características se satura, prácticamente, el terminal del cliente, el tiempo que está ocupado el procesador es del 89,06%, con las dos imágenes maximizadas. Esto provoca que las películas dejen de verse correctamente y se queden bloqueadas instantáneamente, además, de recibir con un cierto retraso el video con respecto al audio. En los otros clientes utilizados, en los que se han visualizado varias películas, el comportamiento es parecido. En los que sólo se visualizaba una, el comportamiento es parecido al descrito en las pruebas anteriores.

#### **4.3.3.6 Transmisión unicast a 700 y/o 5000kbps sobre varios PC**

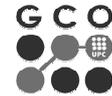
Condiciones del test:

- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast de dos películas, codificada una con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD. La otra codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.
- Con el Generador de tráfico del Agilent Advisor, se genera un tráfico VLAN HEADER de 3504 Frames con un factor de utilización 200.

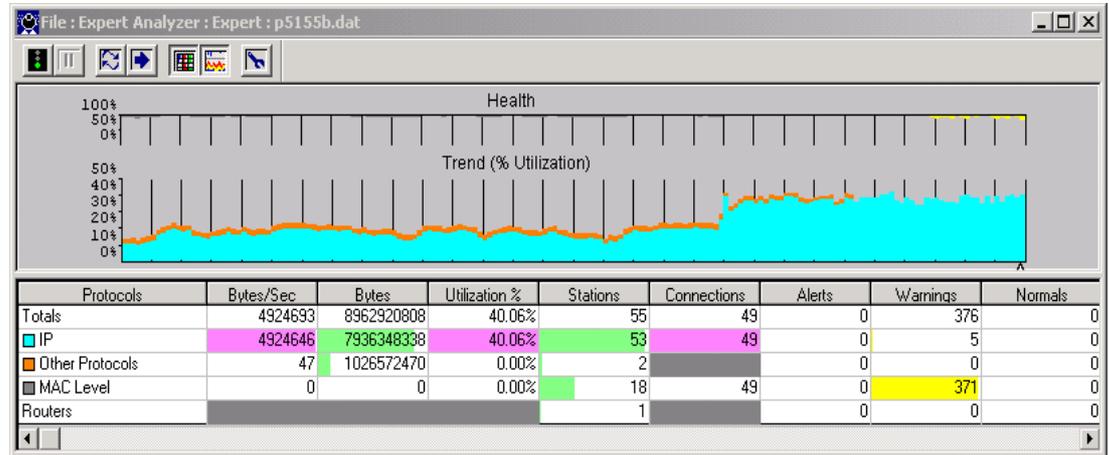
Pasos a seguir:

- En el servidor, asegurarse que existe el fichero BarCoyoteU.asx y el SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar las películas codificadas con 700Kbps y/o con 5000 kbps.

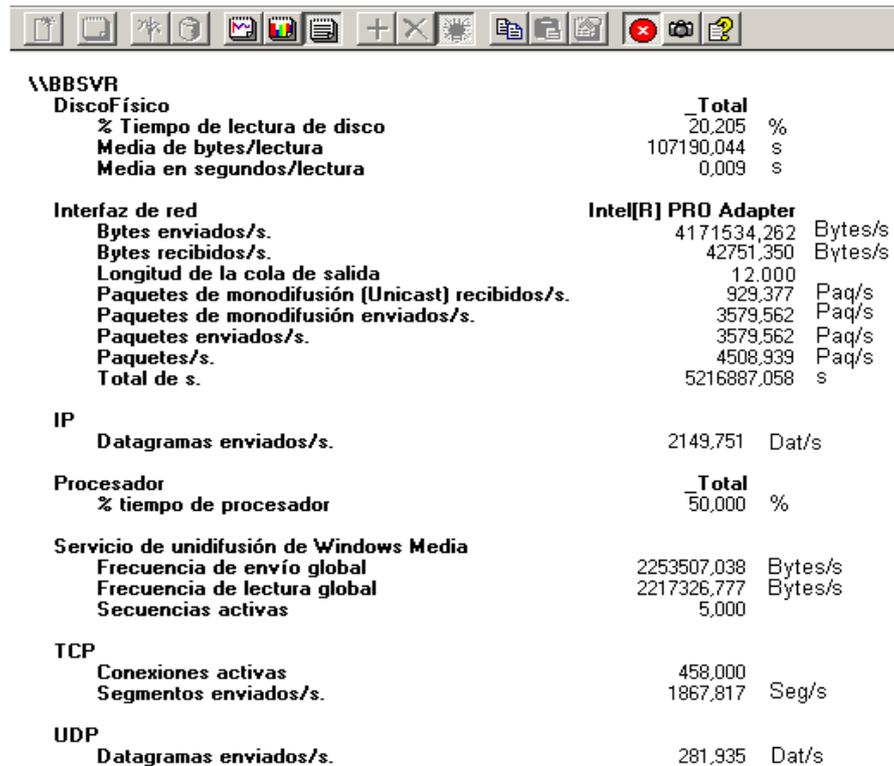
Resultados obtenidos:



✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor



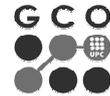
✓ Análisis del cliente1



<b>\\GCO3</b>	
<b>DiscoFísico</b>	
% Tiempo de disco	0,000 %
Bytes escritos en s.	0,000 Bytes
Bytes leídos de s.	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red</b>	
<b>Intel[R] PRO Adapter</b>	
Ancho de banda actual	100000000,000 Bits/s
Bytes enviados/s.	0,000 Bytes/s
Bytes recibidos/s.	648446,956 Bytes/s
Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.	478,230 Paq/s
Paquetes enviados/s.	0,000 Paq/s
Paquetes no monodifusión recibidos/s.	1,009 Paq/s
Paquetes recibidos con error	0,000 Paq
Paquetes recibidos descartados	0,000 Paq
Paquetes recibidos desconocidos	0,000 Paq
Paquetes recibidos/s.	479,238 Paq/s
Paquetes/s.	479,238 Paq/s
Total de s.	648446,956 Bytes/s
<b>IP</b>	
Datagramas enviados/s.	0,000 Dat/s
Datagramas recibidos s.	82,732 Dat/s
Datagramas recibidos/s.	495,381 Dat/s
Fallos de fragmentación	0,000 Dat
Fallos de reensamble de fragmentos	363,000
Fragmentos recibidos/s.	495,381 Frag/s
Fragmentos s.	82,732 Frag/s
<b>Procesador</b>	
% tiempo de procesador	79,688 %
<b>TCP</b>	
Conexiones activas	28,000
Conexiones establecidas actualmente s.	3,000
Segmentos enviados/s.	0,000 Seg/s
Segmentos recibidos/s.	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
Datagramas recibidos/s.	79,705 Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran que se va aumentando progresivamente el ancho de banda, debido al aumento de usuarios, que se va produciendo durante la muestra. También, se observa que el crecimiento no es totalmente progresivo, sino que se producen leves descensos debido a las acciones realizadas por los usuarios como pausar la película o al existir varios clientes saturados, que dejan de recibir información del flujo. Se empieza con dos usuarios conectados a la película de 5000 Kbps, que provocan una transmisión de 1271,63 KBytes/s (10168 Kbps), en la parte media, se aumenta a tres usuarios conectados películas de 5000 Kbps y uno conectado a la de 700 Kbps, que provocan una transmisión de 2083 KBytes/s (16664 Kbps). En el último tramo, el número de usuario se aumenta considerablemente hasta llegar a una transmisión de 4486 KBytes/s (35800 Kbps), lo que suponen siete usuario visualizando la película de 5000 kbps y uno visualizando la de 700 Kbps. La transmisión de información ha aumentado considerablemente por la red debido a que ahora, se envía un mayor flujo de datos. La utilización de la red aumenta considerablemente hasta casi un 40 % con respecto a la prueba de un único usuario conectado. Además, se puede apreciar en color rojo el tráfico generado por el Agilent Advisor, que aporta a la transmisión una media de 403,49 Kbytes/s (equivalente a 3227 Kbps), cantidad que no es comparable con el ancho de banda de la emisión de las películas que se están realizando, se puede observar que este tráfico no altera el correcto funcionamiento del sistema.

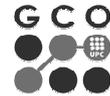


- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número clientes conectados es cinco, pero realmente son más debido a que algunos clientes realizan dos conexiones, para aumentar, así, el número de usuarios en la simulación. El porcentaje de proceso del servidor es de 50,00%, un porcentaje que no debe saturar el servidor, por lo tanto, el servidor soporta perfectamente la conexión de ocho usuarios ( cinco PC's), pero que comienza a suponer una carga para el servidor, aumentado considerablemente el % de tiempo que tiene que leer de disco el servidor a un 20,20% para poder satisfacer las peticiones, eso es debido a que la información a leer, en esta transmisión, del disco para luego transmitirla por la red es mucho mayor. La longitud de la cola de salida, también ha aumentado a 12. Los Bytes/s de envío transmitidos son 4171,53 Kbytes/s (equivalente a 33368 Kbps), coinciden con el momento en que había seis usuarios conectados, con la película de 5000 Kbps, y que había tráfico generado por el analizador de redes (3227 Kbps). Se puede observar que hay tráfico de 42,75 Kbytes/s recibidos debido a las múltiples peticiones que realizan los usuarios al servidor.
  
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que sólo se recibe una única transmisión unicast de 5000 Kbps y los resultados obtenidos son muy parecidos a los mostrados en la misma prueba con un sólo cliente unicast, que recibe una transmisión de 5000 Kbps. Esto es debido a que el servidor no sufre ningún proceso de saturación y puede atender perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe un flujo de información de 648,44 Kbytes/s (equivalente a 5187 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es muy elevado, del 79,68%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, aunque existe la posibilidad de que el cliente interactúe visualmente con la emisora, no se ha producido dicho hecho por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0. En los otros clientes utilizados, en los que se han visualizado varias películas, el comportamiento es deficitario, provocando que las películas dejen de verse correctamente y se queden bloqueadas instantáneamente, además, de recibir con un cierto retraso la señal de video con respecto al audio. En los clientes que sólo se visualizaba una película, el comportamiento es parecido al descrito para el cliente1, aunque, dependiendo de las condiciones físicas del PC pueden darse casos de saturación.

#### **4.3.3.7 Transmisión unicast y multicast a 700 y/o 5000kbps sobre varios PC**

Condiciones del test:

- Un servidor de Windows Media Server.
- Varios clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast y multicast de dos películas, codificada una con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD. La otra codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.



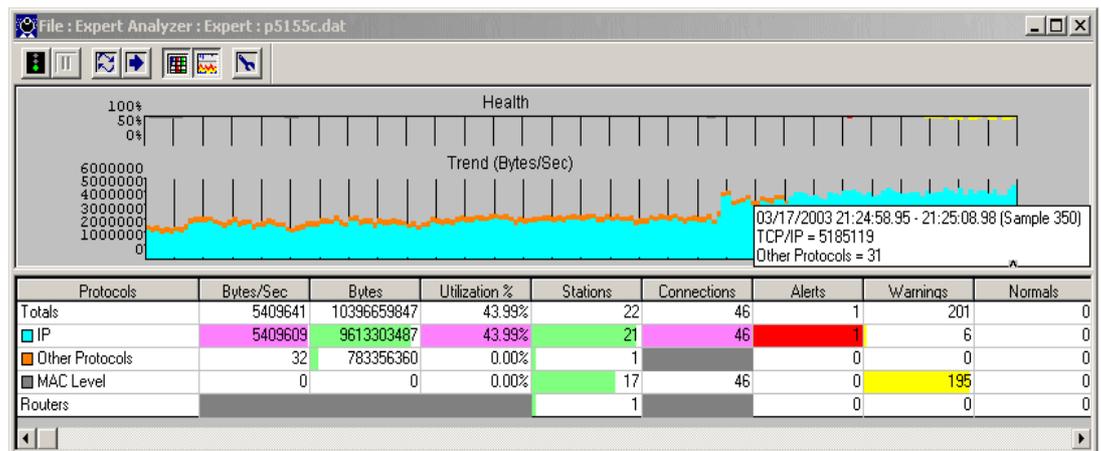
- Con el Generador de tráfico del Agilent Advisor, se genera un tráfico VLAN HEADER de 3504 Frames con un factor de utilización 200.

Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media la secuencia de BarCoyote y la de SwordFish y asegurarse de que, también, existe el fichero BarCoyoteU.asx y el SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List o Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar las películas codificadas con 700Kbps y/o con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



```
\\BBSVR
DiscoFísico
  % Tiempo de lectura de disco          Total 25,300 %
  Media de bytes/lectura                143957,333 s
  Media en segundos/lectura             0,014 s

Interfaz de red                          Intel[R] PRO Adapter
  Bytes enviados/s.                     5096503,475 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.                    29239,423 Bytes/s
  Longitud de la cola de salida          21,000
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 635,640 Paq/s
  Paquetes de monodifusión enviados/s.  3108,128 Paq/s
  Paquetes enviados/s.                  3610,633 Paq/s
  Paquetes no monodifusión enviados/s.  502,506 Paq/s
  Paquetes/s.                           4246,273 Paq/s
  Total de s.                            5125742,897 s

IP
  Datagramas enviados/s.                2155,169 Dat/s

Procesador                               Total
  % tiempo de procesador                 31,250 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Ancho de banda asignado                3365819,000 Bytes/s
  Frecuencia de envío global              3097873,307 Bytes/s
  Frecuencia de lectura global            3350827,848 Bytes/s
  Secuencias TCP activas                  2,000
  Secuencias UDP activas                  5,000

TCP
  Conexiones activas                     720,000
  Segmentos enviados/s.                  1769,781 Seg/s

UDP
  Datagramas enviados/s.                 397,400 Dat/s
```

✓ Análisis del cliente1



```
\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco                      Total 0,000 %
  Bytes escritos en s.                   0,000 Bytes
  Bytes leídos de s.                     0,000 Bytes

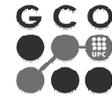
Interfaz de red                          Intel[R] PRO Adapter
  Ancho de banda actual                   100000000,000 Bits/s
  Bytes enviados/s.                       15,256 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.                      733323,536 Bytes/s
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 476,732 Paq/s
  Paquetes enviados/s.                    2,439 Paq/s
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.  64,322 Paq/s
  Paquetes recibidos con error            1,767 Paq
  Paquetes recibidos descartados          0,000 Paq
  Paquetes recibidos desconocidos         0,000 Paq
  Paquetes recibidos/s.                   542,821 Paq/s
  Paquetes/s.                             542,821 Paq/s
  Total de s.                             733323,536 Bytes/s

IP
  Datagramas enviados/s.                  0,000 Dat/s
  Datagramas recibidos s.                 91,725 Dat/s
  Datagramas recibidos/s.                 542,821 Dat/s
  Fallos de fragmentación                 0,000 Dat
  Fallos de reensamble de fragmentos      291,000
  Fragmentos recibidos/s.                 542,821 Frag/s
  Fragmentos s.                           91,725 Frag/s

Procesador                               Total
  % tiempo de procesador                  90,734 %

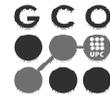
TCP
  Conexiones activas                      26,000
  Conexiones establecidas actualmente     2,000
  s.                                       0,000 Seg/s
  Segmentos enviados/s.                   0,000 Seg/s
  Segmentos recibidos/s.                  0,000 Seg/s

UDP
  Datagramas recibidos/s.                 91,617 Dat/s
```



#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran que se va aumentando progresivamente el ancho de banda, debido al aumento de usuarios, que se va produciendo durante la muestra. También, se observa que el crecimiento no es totalmente progresivo, sino que se producen leves descensos debido a las acciones realizadas por los usuarios como pausar la película o al existir varios clientes saturados, que no pueden atender el flujo de información, que les llega. Se empieza, inicialmente, con cuatro usuarios, dos usuarios conectados, mediante unicast, a la película de 5000 Kbps y dos usuarios más conectados mediante multicast, uno a la película de 5000Kbps y otro a la de 700 Kbps, que provocan una transmisión de 1990 KBytes/s (15920 Kbps), en la parte central, se aumenta a tres usuarios conectados a películas de 5000 Kbps y a dos conectados a la de 700 Kbps, manteniendo los usuarios multicast , que provocan una transmisión de 2779 KBytes/s (22232 Kbps). En el último tramo, el número de usuario se aumenta considerablemente hasta llegar a doce con una transmisión de 5409 KBytes/s (43272 Kbps), lo que suponen siete usuario visualizando la película de 5000 kbps, tres visualizando la de 700 Kbps y los dos usuarios conectados mediante multicast. La transmisión de información ha aumentado considerablemente por la red debido a que ahora, se envía un mayor flujo de datos. La utilización de la red aumenta considerablemente hasta casi un 43,99 % con respecto a la prueba de un único usuario conectado. Además, se puede apreciar en color rojo el tráfico generado por el Agilent Advisor, que genera una media de 404,25 Kbytes/s (equivalente a 3234 Kbps), cantidad comparable con la emisión de la película que se está realizando, se puede observar que este tráfico no altera el correcto funcionamiento del sistema.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas de TCP son dos, las correspondientes a multicast y las secuencias activas de UDP son cinco, pero realmente hay más clientes conectados, debido a que algunos clientes realizan dos conexiones, para aumentar, así, el número de usuarios en la simulación, que llegan a un total de doce. El porcentaje de proceso del servidor es de 31,25%, un porcentaje que no debe saturar el servidor, por lo tanto, el servidor soporta perfectamente la conexión de siete usuarios (cinco PC's), que en ese momento están conectados. Este número de usuarios comienza a suponer una carga importante para el servidor, aumentado considerablemente el % de tiempo que tiene que leer de disco el servidor a un 25,3% para poder satisfacer las peticiones, eso es debido a que la información a leer, en esta transmisión, del disco para luego transmitirla por la red es mucho mayor. La longitud de la cola de salida, también, ha aumentado a 21. La frecuencia de envío es de 3097,87 Kbytes/s, coincide con el momento en que había seis usuarios conectados (tres unicast de 5000 Kbps, uno unicast de 700 Kbps, uno multicast de 5000 Kbps y uno multicast de 700 Kbps) y el tráfico de 3230 Kbps generado por el administrador de redes. Se puede observar que hay tráfico de 29,24 Kbytes/s recibidos debido a las múltiples peticiones que realizan los usuarios al servidor.
- ✓ En el cliente1, se puede observar, que los resultados obtenidos corresponden a la utilización de este cliente para la visualización de dos películas, una de 700 Kbps en modo multicast y la otra de 5000Kbps en modo unicast. Se recibe un flujo de información de 733,32 Kbytes/s (equivalente a 5866 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 700Kbps (paquetes de no monodifusión) ,más la de 5000 Kbps (paquetes de monodifusión) que se ha realizado. También, se puede observar como hay interacción entre el cliente y

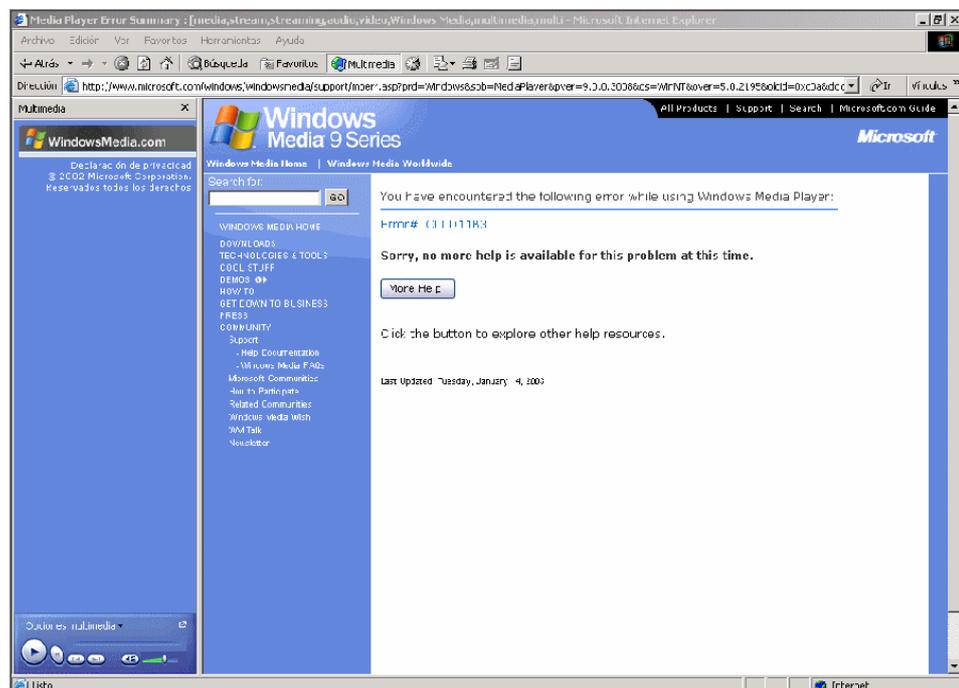


en servidor con 15,25 Bytes/s enviados. Se puede observar que con una transmisión de estas características se satura, prácticamente, el terminal del cliente, el tiempo que está ocupado el procesador es del 90,73%, con las dos imágenes maximizadas. Esto provoca que las películas dejen de verse correctamente y se queden bloqueadas instantáneamente, además, de recibir con un cierto retraso el video con respecto al audio. También, se observa como se reciben paquetes erróneos. En los otros clientes utilizados, en los que se han visualizado varias películas, el comportamiento es parecido. En los que sólo se visualizaba una película, el comportamiento es parecido al descrito en las pruebas anteriores.

### 4.3.4 Acceso desde Internet

En este apartado se ha realizado una prueba de acceso al portal web del servidor de streaming desde una conexión externa, es decir, fuera de la red de área local, en la que se han realizado las pruebas.

La prueba realizada consistía en, desde un PC conectado a Internet con un modem de 56 Kbps, conectarse a la web del servidor <http://147.83.105.19/home.html> y seleccionar alguna de las películas disponibles, en cualquiera de sus modalidades multicast o unicast. Al esperar, unos instantes, el comienzo de la visualización de la película aparece un mensaje de error como el siguiente:



Se puede deducir, que la visualización de cualquiera de las películas, accesibles en el servidor, es muy complicada debido al ancho de banda necesario, ya que están codificadas a 700 Kbps y a 5000 Kbps y el ancho de banda del que dispone el usuario es de 56 Kbps. Incluso con ADSL (unos 500 Kbps), su visualización sería complicada y se vería la película entrecortada y con elevados retrasos entre la transmisión de la imagen y la del sonido.



### 4.3.5 Transmisión de streaming con un Web Server

En este apartado se realiza una prueba, que consiste en tener un servidor (Web Server) de streaming, es un ordenador Pentium IV a 1,6 GHz con 768 MB de memoria RAM y con Windows 2000 server como sistema operativo, y dos clientes, uno es un Pentium IV a 1,6 GHz con 512 MB de memoria RAM con el sistema operativo Windows 2000 (cliente1) y el otro es un Pentium III a 733 KHz con 512 MB de memoria RAM y sistema operativo Windows XP (cliente2), recibiendo las transmisiones que se realizan.

Se realiza la transmisión de una película codificada a 5073 Kbps con calidad de video de alta definición y en audio con calidad CD y una resolución 1280 X 720 pixels. Esta película ha sido especialmente codificada para ser utilizada desde un Web Server (progressive download), es decir, el servidor de streaming utilizado, el Web Server, realiza la comunicación con los clientes a través del protocolo HTTP.

Condiciones del test:

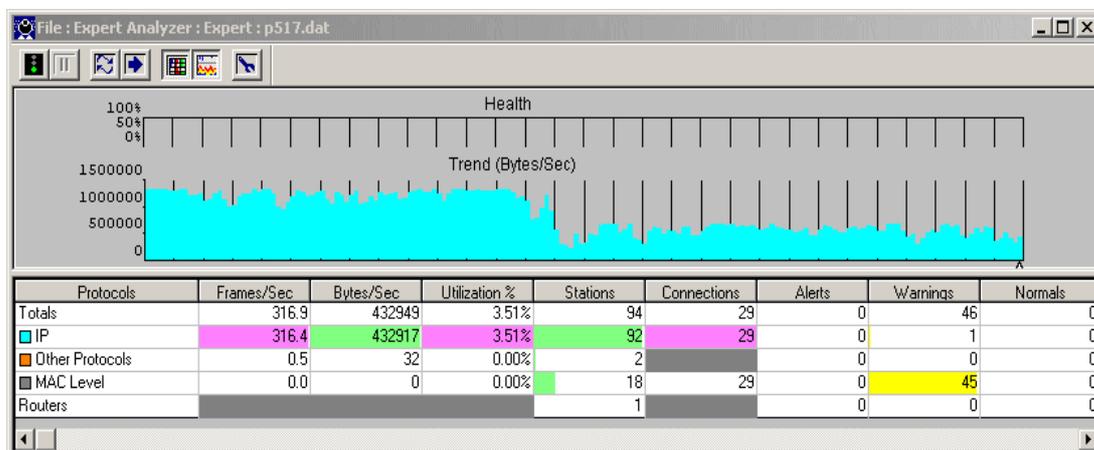
- Un servidor de Web Server.
- Dos clientes conectados.
- Transmisión en modo Progressive download de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

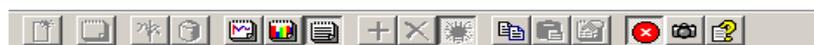
- En el servidor, asegurarse que existe el fichero SwordFish-http.asx en el directorio asx del servidor web.
- En el cliente, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Web Server's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



- ✓ Análisis del servidor



```

\\BBSVR
DiscoFísico
  % Tiempo de lectura de disco          -Total 1,445 %
  Media de bytes/lectura                 528384.000 s
  Media en segundos/lectura              0,029 s

Interfaz de red
  Bytes enviados/s.                      Intel[R] PRO Adapter 624722,167 Bytes/s
  Longitud de la cola de salida           0,000
  Paquetes de monodifusión enviados/s.   336,997 Paq/s
  Paquetes enviados/s.                   339,003 Paq/s
  Paquetes/s.                             339,003 Paq/s
  Total de s.                             624722,167 s

IP
  Datagramas enviados/s.                 55,163 Dat/s

Procesador
  % tiempo de procesador                  -Total 4,688 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Ancho de banda asignado                 638124.000 Bytes/s
  Frecuencia de envío global              449722,619 Bytes/s
  Frecuencia de lectura global            529951,999 Bytes/s

TCP
  Conexiones activas                      893,000
  Segmentos enviados/s.                   0,000 Seg/s

UDP
  Datagramas enviados/s.                 58,172 Dat/s

```

✓ Análisis del cliente1



```

\\GCO3
DiscoFísico
  % Tiempo de disco                      -Total 0,000 %
  Bytes escritos en s.                   0,000 Bytes
  Bytes leídos de s.                     0,000 Bytes

Interfaz de red
  Ancho de banda actual                   Intel[R] PRO Adapter 100000000,000 Bits/s
  Bytes enviados/s.                       0,000 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.                       619528,074 Bytes/s
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 459,802 Paq/s
  Paquetes enviados/s.                   0,000 Paq/s
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.   0,000 Paq/s
  Paquetes recibidos con error            0,000 Paq
  Paquetes recibidos descartados          0,000 Paq
  Paquetes recibidos desconocidos         0,000 Paq
  Paquetes recibidos/s.                   459,802 Paq/s
  Paquetes/s.                             459,802 Paq/s
  Total de s.                             619528,074 Bytes/s

IP
  Datagramas enviados/s.                   0,000 Dat/s
  Datagramas recibidos s.                  73,346 Dat/s
  Datagramas recibidos/s.                  459,802 Dat/s
  Fallos de fragmentación                  0,000 Dat
  Fallos de reensamble de fragmentos       96,000
  Fragmentos recibidos/s.                  459,802 Frag/s
  Fragmentos s.                            73,346 Frag/s

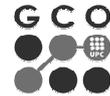
Procesador
  % tiempo de procesador                  -Total 85,825 %

TCP
  Conexiones activas                      1853,000
  Conexiones establecidas actualmente     3,000
  s.                                       0,000 Seg/s
  Segmentos enviados/s.                   0,000 Seg/s
  Segmentos recibidos/s.                   0,000 Seg/s

UDP
  Datagramas recibidos/s.                  73,346 Dat/s

```

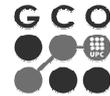
Conclusiones:



- ✓ Los resultados obtenidos muestran la forma que tiene una emisión de una película de alta calidad, a través de un Web Server en la red. Se pueden observar dos grandes bloques en la transmisión, el primero corresponde a dos usuarios conectados con una transmisión aproximada de 1280,23 Kbytes/s (equivalente a 10241 Kbps), que corresponde más o menos a unos 5000 Kbps por usuario. En el segundo bloque, se puede observar como baja el nivel de ancho de banda, ya que, sólo hay un usuario conectado, la transmisión es de 614.98 KBytes/s (equivalente a 4919 kbps). La utilización de la red en el primer bloque, con dos usuarios, es de un 10,26% y en el segundo bloque, con un usuario, es de un 4,93%, más elevado de lo que indica la media en la imagen, debido a que la transmisión en el periodo muestreado no ha sido constante y por eso resulta la utilización levemente inferior 3,51%. Se puede observar, que las características de esta transmisión son muy parecidas a la de la prueba realizada de transmisión unicast de 5000 Kbps, pero se aprecia, que en este caso, la transmisión contiene una mayor fluctuación alrededor del nivel medio de transmisión.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que sólo hay un cliente conectado, el porcentaje de proceso del servidor es de 4,68%, cosa normal, que no debe saturar el servidor. El resultado es parecido al de una secuencia unicast con un sólo cliente conectado. Aunque, no se muestre en la gráfica, el número de emisoras activas es cero, ya que no hemos activado ninguna emisora, las secuencias TCP activas son una, ya que este servidor realiza su transmisión a través del protocolo http, que utiliza, a su vez, el protocolo TCP. Los Bytes/s enviados coincide más o menos con la del analizador de redes 624,72 Kbytes/s, equivalentes a 4997 Kbps.
- ✓ En el cliente, se puede observar, que los parámetros son más o menos parecidos a la de una transmisión unicast de 5000 Kbps. Se recibe un flujo de información de 619,528 Kbytes/s (equivalente a 4956 Kbps), que se adecúa más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente<sup>1</sup>, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es muy elevado, del 85,82%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, aunque existe la posibilidad de que el cliente interactúe visualmente con la emisora, aunque es muy ineficiente, no se ha producido dicho hecho por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0. Aunque, los parámetros parecen indicar que la transmisión es correcta, visualmente la sensación es muy distinta, ya que la película se visualiza, algunas veces, con un cierto desfase entre el video y el audio. Además, la imagen, en algunas ocasiones, llega entrecortada, debido a las continuas recargas del buffer de seguridad, que si poseen las transmisiones de streaming.

### 4.3.6 Transmisión de streaming a larga distancia

En este apartado se realiza un grupo de pruebas, que consiste en tener un servidor (Windows Media Server) de streaming, es un ordenador Pentium IV a 1,6 GHz con 768 MB de memoria RAM y con Windows 2000 server como sistema operativo, y varios clientes conectados en la red, que van desde un Pentium IV a 1,6 GHz con 512 MB de memoria RAM con el sistema operativo Windows 2000 (cliente<sup>1</sup>) hasta un Pentium III a 733 KHz con 128 MB de memoria RAM y sistema operativo Windows XP, recibiendo las transmisiones que se realizan. Entre el servidor y los clientes se



añaden fibras de larga distancia, para demostrar el correcto funcionamiento del sistema.

Se realiza la transmisión de dos películas una codificada a 700 kbps con calidad de video de DVD y en audio con calidad CD y una resolución de 768 X 576 pixels. La otra película está codificada a 5073 Kbps con calidad de video de alta definición y en audio con calidad CD y una resolución 1280 X 720 pixels. Cada una de las películas se emite en modo multicast y en modo unicast y cada usuario se conecta indistintamente a la película que desee.

En algunas de las pruebas, que se realizan, se añadirá tráfico adicional generado por el Agilent Advisor (Ethernet SW Edition), en concreto se genera un tráfico VLAN Header de 3504 Frames

Se añaden dos fibras ópticas a la red. Una de ellas es una fibra de 1Km de longitud y la otra es una fibra de 700 m en forma de full-duplex con los conectores correspondientes entre medio. El esquema de la instalación y todos los datos relativos a las fibras se encuentran en el apartado de Montaje óptico de la red.

### **4.3.6.1 Transmisión unicast de 5000kbps sobre larga distancia**

Condiciones del test:

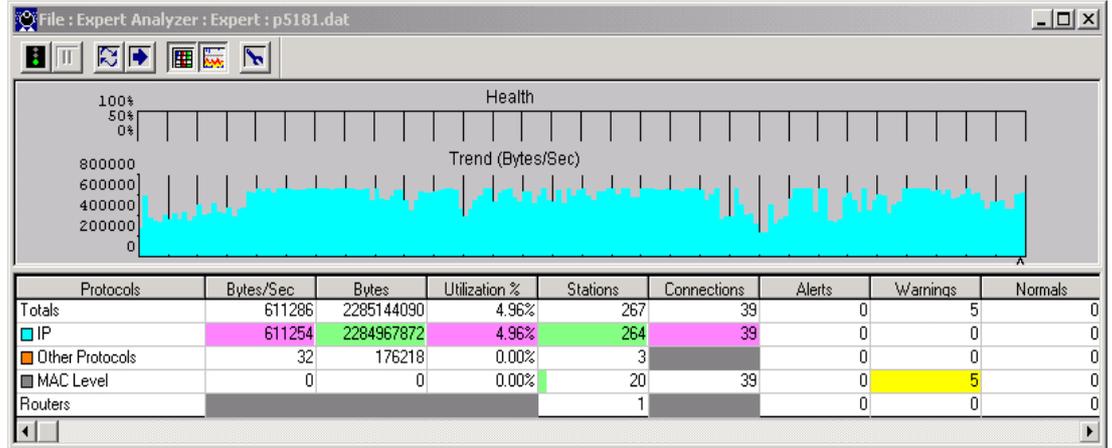
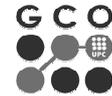
- Un servidor de Windows Media Server.
- Tener montado el sistema con las dos fibras ópticas de larga distancia.
- Un único cliente conectado.
- Transmisión en modo unicast de una película, codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.

Pasos a seguir:

- En el servidor, asegurarse que existe el fichero SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En el cliente, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar la película codificada con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor



```

\\BBSVR
DiscoFísico
_Media de bytes/lectura          _Total 528384,000 %
_Media en segundos/lectura      0,026 s

Interfaz de red                    Intel[R] PRO Adapter
_Bytes enviados/s.                642619,824 Bytes/s
_Bytes recibidos/s.               0,000 Bytes/s
_Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 0,000 Paq/s
_Paquetes de monodifusión enviados/s. 469,414 Paq/s
_Paquetes enviados/s.            471,420 Paq/s
_Paquetes/s.                     471,420 Paq/s
_Total de s.                      642619,824 s

IP
_Datagramas enviados/s.          80,242 Dat/s

Procesador
_% tiempo de procesador          4,688 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
_Ancho de banda asignado         638124,000 Bytes/s
_Frecuencia de envío global      633972,776 Bytes/s
_Frecuencia de lectura global    529980,510 Bytes/s

TCP
_Conexiones activas              374,000 Seg/s

UDP
_Datagramas enviados/s.         80,242 Dat/s

```

✓ Análisis del cliente1



```
\\GC03
DiscoFísico
  % Tiempo de disco
  Bytes escritos en s.
  Bytes leídos de s.

Interfaz de red
  Ancho de banda actual
  Bytes enviados/s.
  Bytes recibidos/s.
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.
  Paquetes enviados/s.
  Paquetes no monodifusión recibidos/s.
  Paquetes recibidos con error
  Paquetes recibidos descartados
  Paquetes recibidos desconocidos
  Paquetes recibidos/s.
  Paquetes/s.
  Total de s.

IP
  Datagramas enviados/s.
  Datagramas recibidos s.
  Datagramas recibidos/s.
  Fallos de fragmentación
  Fallos de reensamble de fragmentos
  Fragmentos recibidos/s.
  Fragmentos s.

Procesador
  % tiempo de procesador

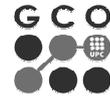
TCP
  Conexiones activas
  Conexiones establecidas actualmente
  s.
  Segmentos enviados/s.
  Segmentos recibidos/s.

UDP
  Datagramas recibidos/s.
```

<b>Total</b>	
0,000	%
0,000	Bytes
0,000	Bytes
<b>Intel(R) PRO Adapter</b>	
100000000,000	Bits/s
0,000	Bytes/s
644872,550	Bytes/s
473,727	Paq/s
0,000	Paq/s
0,000	Paq/s
0,000	Paq
0,000	Paq
0,000	Paq
473,727	Paq/s
473,727	Paq/s
644872,550	Bytes/s
<b>IP</b>	
0,000	Dat/s
82,553	Dat/s
473,727	Dat/s
0,000	Dat
96,000	
473,727	Frag/s
82,553	Frag/s
<b>Procesador</b>	
<b>Total</b>	
71,875	%
<b>TCP</b>	
2128,000	
3,000	
0,000	Seg/s
0,000	Seg/s
0,000	Seg/s
<b>UDP</b>	
82,553	Dat/s

#### Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran la forma que tiene una emisión de unicast de alta calidad en la red, cuando se transmite a gran distancia entre el servidor y el cliente, es decir, se genera un tráfico más o menos constante, con una transmisión aproximada de 611,25 Kbytes/s (equivalente a 4690 Kbps), se envía una media de 448 frames de unicast por segundo y se realiza una utilización de la red de un 4,96%. Como se puede comprobar por los resultados, la prueba es más o menos idéntica a la obtenida en la prueba anterior de "Transmisión unicast de 5000Kbps". Con lo cual, demuestra, que la distancia no es un inconveniente importante para este tipo de transmisiones y que el servidor puede seguir ofertando su servicio perfectamente.
- ✓ La monitorización del servidor muestra unos datos muy parecidos a los obtenidos en la prueba Transmisión unicast de 5000Kbps. El porcentaje de proceso del servidor es de 4,68%, cosa normal porque es una secuencia unicast, aunque a larga distancia, con un sólo cliente, que no debe saturar el servidor. El número de KBytes/s es de 642,61 que coincide más o menos con la del analizador de redes 630,34 Kbytes/s. Se puede observar, también, que existen 0 bytes recibidos/s eso es debido a que el usuario en el momento de muestreo no estaba interactuando con la transmisión pausándola, adelantándola o retrasándola, etc.
- ✓ En el cliente, se puede observar, que los parámetros son más o menos parecidos a la de una transmisión unicast de 5000 Kbps. Se recibe un flujo de información de 644,872 Kbytes/s (equivalente a 5158 Kbps), que se adecúa más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente<sup>1</sup>, aunque el tiempo que está ocupado el



procesador es muy elevado, del 71,87%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, aunque existe la posibilidad de que el cliente interactúe visualmente con la emisora, no se ha producido dicho hecho por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0. Se comprueba que la distancia no se deja notar de forma apreciable en el análisis del cliente, sólo sería apreciable en el momento inicial de reproducir la película, provocando un retardo, pero prácticamente imperceptible por el usuario.

### **4.3.6.2 Transmisión unicast y multicast de 700 y/o 5000kbps sobre larga distancia**

Condiciones del test:

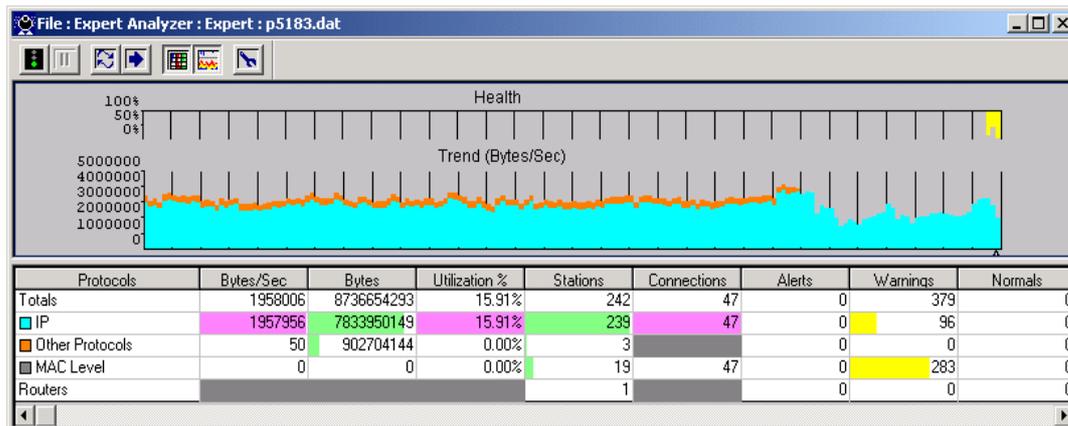
- Un servidor de Windows Media Server.
- Tener montado el sistema con las dos fibras ópticas de larga distancia.
- Varios clientes conectados.
- Transmisión en modo unicast y multicast de dos películas, codificada una con 700Kbps y resolución de 758 X 576 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a un DVD y la del audio a la de un CD. La otra codificada con 5000Kbps y resolución de 1280 X 720 píxeles. La calidad de la transmisión del video es equiparable a alta definición y la del audio a la de un CD.
- Con el Generador de tráfico del Agilent Advisor, se genera un tráfico VLAN HEADER de 3504 Frames con un factor de utilización 200.

Pasos a seguir:

- En el servidor, iniciar en el administrador de Windows Media la secuencia de BarCoyote y la de SwordFish y asegurarse de que, también, existe el fichero BarCoyoteU.asx y el SwordFishU.asx en el directorio asx del servidor web.
- En los clientes, ir al portal GCO Broadband site (BBSVR, 147.83.105.19).
- Ir a la sección Video on Demand Multicast's Top List o Video on Demand Unicast's Top List.
- Seleccionar las películas codificadas con 700Kbps y/o con 5000 kbps.

Resultados obtenidos:

- ✓ Análisis de red



✓ Análisis del servidor



```
\\BBSVR
DiscoFísico
  Media de bytes/lectura          Total          528384,000 %
  Media en segundos/lectura      8,836 s

Interfaz de red
  Bytes enviados/s.              Intel[R] PRO Adapter 3101875,624 Bytes/s
  Bytes recibidos/s.             6074,801 Bytes/s
  Longitud de la cola de salida  13,000
  Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s. 122,924 Paq/s
  Paquetes de monodifusión enviados/s. 267,656 Paq/s
  Paquetes de salida con errores 11,000 Paq/s
  Paquetes enviados/s.          760,341 Paq/s
  Paquetes no monodifusión enviados/s. 492,685 Paq/s

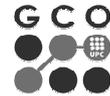
IP
  Datagramas enviados/s.        805,942 Dat/s

Procesador
  % tiempo de procesador        Total          22,167 %

Servicio de unidifusión de Windows Media
  Peticiones de reenvío de UDP  65,427 Bytes/s
  Secuencias activas           6,000
  Secuencias UDP activas       4,000

UDP
  Datagramas enviados/s.        103,097 Dat/s
```

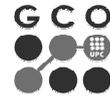
✓ Análisis del cliente1



\GCO3	
<b>DiscoFísico</b>	
<b>% Tiempo de disco</b>	<b>Total</b> 0,000 %
<b>Bytes escritos en s.</b>	0,000 Bytes
<b>Bytes leídos de s.</b>	0,000 Bytes
<b>Interfaz de red</b>	
<b>Intel(R) PRO Adapter</b>	
<b>Ancho de banda actual</b>	10000000,000 Bits/s
<b>Bytes enviados/s.</b>	0,000 Bytes/s
<b>Bytes recibidos/s.</b>	658891,278 Bytes/s
<b>Paquetes de monodifusión (Unicast) recibidos/s.</b>	486,698 Paq/s
<b>Paquetes enviados/s.</b>	0,000 Paq/s
<b>Paquetes no monodifusión recibidos/s.</b>	0,000 Paq/s
<b>Paquetes recibidos con error</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos descartados</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos desconocidos</b>	0,000 Paq
<b>Paquetes recibidos/s.</b>	486,698 Paq/s
<b>Paquetes/s.</b>	486,698 Paq/s
<b>Total de s.</b>	658891,278 Bytes/s
<b>IP</b>	
<b>Datagramas enviados/s.</b>	0,000 Dat/s
<b>Datagramas recibidos s.</b>	0,000 Dat/s
<b>Datagramas recibidos/s.</b>	486,698 Dat/s
<b>Fallos de fragmentación</b>	0,000 Dat
<b>Fallos de reensamble de fragmentos</b>	86585,000
<b>Fragmentos recibidos/s.</b>	486,698 Frag/s
<b>Fragmentos s.</b>	0,000 Frag/s
<b>Procesador</b>	
<b>% tiempo de procesador</b>	<b>Total</b> 74,887 %
<b>TCP</b>	
<b>Conexiones activas</b>	2131,000
<b>Conexiones establecidas actualmente s.</b>	2,000
<b>Segmentos enviados/s.</b>	0,000 Seg/s
<b>Segmentos recibidos/s.</b>	0,000 Seg/s
<b>UDP</b>	
<b>Datagramas recibidos/s.</b>	0,000 Dat/s

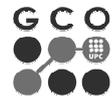
Conclusiones:

- ✓ Los resultados obtenidos muestran un ancho de banda más o menos constante, mientras que se envía la señal de streaming y la señal generada por el Agilent Advisor, dentro de las fluctuaciones normales de la señal. Posteriormente, se muestra como se van desconectando los clientes y se para el tráfico generado por el Agilent Advisor. En la parte constante, tenemos seis clientes conectados, tres de ellos conectados, mediante unicast, a la película de 5000 Kbps, uno conectado mediante unicast a la película de 700 Kbps y dos usuarios más conectados mediante multicast, uno a la película de 5000Kbps y otro a la de 700 Kbps, que provocan una transmisión de 2724,30 KBytes/s (21794 Kbps), La transmisión de información ha aumentado considerablemente por la red debido a que ahora, se envía un mayor flujo de datos. La utilización de la red aumenta considerablemente hasta casi un 24,35 % con respecto a la prueba de un único usuario conectado. Además, se puede apreciar en color rojo el tráfico generado por el Agilent Advisor, que genera una media de 403,97 Kbytes/s (equivalente a 3231 Kbps), cantidad comparable con la emisión de la película que se está realizando, se puede observar que este tráfico no altera el correcto funcionamiento del sistema. Se comprueba que a pesar de la gran distancia, que existe entre el servidor y los diferentes clientes, el funcionamiento del servidor en bastante correcto, se puede comparar los resultados con las pruebas, del mismo estilo, realizadas sin las dos fibras ópticas.
- ✓ La monitorización del servidor muestra que el número de secuencias activas de UDP son cuatro, las correspondientes a unicast y las secuencias activas de TCP son dos, ya que las secuencias activas totales son seis, y se puede ver que hay paquetes de no monodifusión enviados, en total tenemos seis



usuarios conectados. El porcentaje de proceso del servidor es de 22,17%, un porcentaje que no debe saturar el servidor, por lo tanto, el servidor soporta perfectamente la conexión de seis usuarios, aún existiendo una gran distancia entre ellos y el servidor. Aunque, al tener que dar servicio a más usuarios, aumenta el % de tiempo que tiene que leer de disco el servidor a un 8,83% para poder satisfacer las peticiones, eso es debido a que la información a leer, en esta transmisión, del disco para luego transmitirla por la red es mayor. La longitud de la cola de salida, también crece a 13. Los KBytes/s enviados son de 3101,87 Kbytes/s, coincide con los seis usuarios conectados (de unicast: tres de 5000 Kbps y uno de 700Kbps; de multicast: uno de 5000 Kbps y uno de 700 Kbps) y el tráfico de 3231 Kbps generado por el administrador de redes. Se puede observar que hay tráfico de 3,76 Kbytes/s recibidos debido a las peticiones que realizan los usuarios al servidor.

- ✓ En el cliente1, se puede observar, que sólo se recibe una única transmisión unicast de 5000 Kbps y los resultados obtenidos son muy parecidos a los de la prueba anterior de "Transmisión unicast de 5000Kbps". Esto es debido a que la distancia entre el servidor y los clientes no provoca retardos excesivos en el servidor y se atienden perfectamente las peticiones, que se le realizan desde los diferentes clientes. Se recibe un flujo de información de 658,89 Kbytes/s (equivalente a 5271 Kbps), que se adecua más o menos a la transmisión de 5000 Kbps que se ha realizado. Se puede observar que con una transmisión de estas características no se satura totalmente el terminal del cliente, aunque el tiempo que está ocupado el procesador es muy elevado, del 74,89%, con la imagen maximizada. En el momento del muestreo, no se ha producido interacción visual del cliente con la emisora, por lo que el número de bytes/s enviados ha sido 0, aunque exista dicha posibilidad. En los otros clientes utilizados, en los que se han visualizado varias películas, el comportamiento es deficitario, provocando que las películas dejen de verse correctamente y se queden bloqueadas instantáneamente, además de recibir con un cierto retraso el transmisión del video con respecto al audio. En los clientes que sólo se visualizaba una película, siempre y cuando fuere la de 5000 Kbps, el comportamiento es parecido al descrito para el cliente1, aunque, dependiendo de las condiciones físicas del PC pueden darse casos de saturación.





## 5 Conclusiones

El objetivo principal de este proyecto es la demostración plausible de que las transmisiones de contenido multimedia (películas, radio, juegos, etc.) de alta definición, mediante el uso de fibra óptica en toda la red, desde el servidor hasta los diferentes clientes (FFTH) funcionan correctamente, además, de permitir una mayor calidad, con respecto a otros sistemas y un mayor ancho de banda en la transmisión.

La idea inicial del proyecto era implementar una aplicación de video-on-demand sobre redes de fibra óptica y se ha realizado. Además del video-on-demand, a través de una transmisión de Streaming y en tiempo real, se ha implementado una transmisión unidireccional de tiempo real, como analogía viene a ser como la emisión de un canal de televisión, utilizando diferentes métodos de entrega de la transmisión como el unicast (un paquete de un emisor a un receptor), el multicast (un paquete de un emisor a ciertos receptores específicos) o el broadcast (difusión a todas las estaciones de la red).

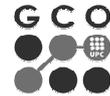
Durante el proyecto, en la parte inicial, se ha hecho un estudio teórico de la tecnología y los protocolos (RTP, RTSP, RSVP, RTCP, etc.) implicados en una transmisión multimedia a través de redes heterogéneas. En concreto, la transmisión de Video Streaming, que engloba el tráfico Video on Demand como el tráfico unidireccional de tiempo real. También, se ha realizado el análisis comparativo entre un servidor dedicado de contenidos de Streaming (Windows Media Server), que utiliza el protocolo UDP y un servidor Web, que presta los servicios de transmisión de contenidos a los usuarios y utiliza el protocolo TCP.

Además, de estudiar los parámetros más importantes, a la hora de realizar las transmisiones de alta definición, como son los parámetros temporales (latencia, jitter), la productividad (ancho de banda) y la fiabilidad (tasa de pérdidas), para poder obtener una gran calidad de servicios (QoS) en las transmisiones.

También, se ha realizado el estudio teórico de una transmisión bidireccional de tráfico en tiempo real como puede ser una videoconferencia, basándonos en la arquitectura H.323 y comparándolo con otros estándares como el SIP o el MEGACO. Aunque, en este caso, no se ha llegado a realizar la implementación de una aplicación de videoconferencia para comprobar fehacientemente, los resultados de los estudios teóricos en la aplicación de la transmisión por fibra óptica de una videoconferencia.

Este proyecto me ha aportado una amplia gama de conocimientos, tanto teóricos como prácticos, al tener que utilizar, configurar y desarrollar productos y aplicaciones muy variados. Primero, con la instalación física de una red de Fibra óptica con diferentes tipos de fibras, tanto en longitud como en el diámetro de la fibra, y con la instalación de los clientes y de su servidor, además, de los transductores opto-eléctricos, las tarjetas de red ópticas y otros elementos necesarios de la red.

Después, la configuración del servidor, para que de soporte al servidor de Streaming (Windows Media Server) y a un servidor Web, básicamente, además, de las típicas aplicaciones administrativas del servidor y de control del tráfico de la red, y la instalación idónea de los clientes para poder visionar aplicaciones multimedia. Otro paso realizado ha sido, el desarrollo de un front-end o un portal de Internet, para que los clientes puedan seleccionar las diferentes opciones multimedia, que se ofrecen, como películas bajo demanda (tanto, unicast como multicast), sesión continua de una película (a modo de televisión), música on-line o juegos on-line. La configuración y utilización del Windows Media Encoder, para la codificación de los contenidos multimedia a transmitir. Por último, la elaboración y ejecución de las pruebas a realizar con el uso de una metodología determinada.



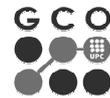
Una vez, montada la red de fibra óptica, instalado el software necesario en los servidores y clientes y dejado preparado el sistema para enviar las transmisiones multimedia, se han realizado diferentes grupos de pruebas sobre el mismo sistema. Se han realizado transmisiones de diferentes tipos, como video-on-demand (utilizando unicast) o emisiones de televisión (utilizando multicast) y con diferentes velocidades de codificación (700Kbps o 5000Kbps) sobre un cliente, sobre dos clientes o sobre múltiples clientes. En algunas de las pruebas se ha enviado transmisiones FTP a modo de generar carga en la red. También, se han realizado pruebas desde redes heterogéneas ajenas a la red montada. Además, de enviar transmisiones, a través, de otro método de streaming como el WebServer y transmisiones con fibras ópticas de diferentes longitudes de fibra óptica (1040 m y 700m).

La elección de utilizar la tecnología FFTH en el desarrollo del proyecto se debe, sobretodo, a la ventaja de poder obtener una gran velocidad, dado que gracias a la fibra óptica, se pueden conseguir tasas de transferencia muy elevadas, aunque, seguramente, se comercializarán conexiones de inferior velocidad, por ejemplo, como de 100 MBit/s simétricas (100 Mbit/s de subida y 100 MBit/s de bajada). Telefónica, ha realizado pruebas de campo en varias ciudades alcanzando velocidades de 50 Mbps. La compañía prevé la realización en 2008 de 200 nuevas instalaciones que darán cobertura a 200.000 hogares. Telefónica tiene desplegado ya una red comercial de fibra óptica hasta el hogar capaz de ofrecer una velocidad de 30 megas de bajada y 3 megas de subida en más de 470 centrales en todo el territorio nacional, aunque la mayor parte se concentran en Madrid y Barcelona. De todas maneras, la penetración, actual, de la tecnología FTTH dentro del contexto europeo tampoco es muy elevada (p.e. en los países escandinavos en el 2007 era inferior al 3%).

Los contenidos, que emite un proveedor los hace esperando a que el cliente esté conectado y/o los solicite. La idea, en el futuro, es la personalización del contenido para cada cliente o grupo de clientes individualmente, ya sea de pago o no. Y como paso siguiente, aumentar la calidad en las transmisiones hacia los clientes. La velocidad requerida por uno de estos canales de emisión con un formato de compresión de vídeo MPEG2 - MP@HL (Main Profile at High Level) que, es el estándar utilizado hoy en día para la televisión transmitida por satélite (SATTV), televisión digital terrenal (TDT) y también, utilizado para la grabación en discos (SVCD, DVD, HD-DVD, Blu-Ray), requiere de una tasa de bits mínima de 19,2 Mb/s, a lo que habría que añadir los diferentes canales de audio envolvente y subtítulos. Con el formato MPEG4, la tasa de transmisión es de unos 6 Mb/s sólo para la señal de vídeo, pero tiene como contrapartida que los equipos procesadores de esta señal (tanto transmisores como receptores) son considerablemente más caros. Por lo que queda patente, que para emisiones de alta definición es necesario una tecnología que permita grandes canales de comunicación.

El gran invento del FAX evitó que el avance del correo electrónico (desarrollado en 1971) se extendiera durante más de una década, cuando ya existían suficientes ordenadores en las oficinas y la tecnología, a través de módems, estaba ya madura para ser utilizada. No es de extrañar, que ocurra algo parecido actualmente. La gran explotación del ADSL, que nos ofrecen los operadores en toda Europa, hace que frene o en el mejor de los casos retrase varios años el despliegue de la fibra óptica hacia los hogares, algo que de forma rápida, ya, había comenzado a finales de los años 90.

Aunque, los servicios de alta definición, que hemos prestado en las pruebas, han funcionado correctamente en la mayoría de los casos, se detecta, que las peticiones de servicios que se realizan desde redes heterogéneas y externas a la red instalada por nosotros, no funcionan correctamente. También, hay que significar que este tipo de conexiones desde redes heterogéneas no aseguran que toda la conexión, desde



la red hasta el cliente, se realice con fibra óptica, y tampoco garantizan una calidad de servicio que nos asegure las transmisiones banda ancha de gran capacidad y que eviten las congestiones de la red. Por lo que se puede concluir, que para redes que sean totalmente Fiber To The Home, se realiza una más que aceptable transmisión de contenido multimedia en Alta Definición.

Actualmente, existe o se está creando la necesidad de servicios de valor añadido, que permitan, por ejemplo, la Televisión de Alta Definición (HDTV), video bajo demanda, videoconferencia, seguridad en hospitales, cuidados desde casa, juegos online, etc. Pero para poder ofrecer estos servicios, resulta necesario disponer de un gran ancho de banda, como mínimo de unos 20 Megas, para ello, es necesario utilizar tecnología como el Fiber To The Home, que nos permite alcanzar transmisiones con ese ancho de banda, incluso superarlo ampliamente, o el VDSL2, que aunque llega a tener tasas de transmisión elevadas, la tasa cae rápidamente con la distancia. Por lo que, lo ideal, es tener una red pasiva totalmente óptica para avanzar hacia la adaptación digital de los hogares a las nuevas necesidades.





## 6 Bibliografía

- [1] CESGA (Centro de Supercomputación de Galicia), "Videoconferencia: organización de la sesión" y "Streaming. Introducción", <<http://www.cesga.es>>
- [2] Miguel Contreras, "Historia de las telecomunicaciones", <<http://www.monografias.com/trabajos18/tipos-cables-redes/tipos-cables-redes.shtml>>
- [3] J.L. Iglesias, "Carrier Optical Broadband Services and Networks Evolution", ene 2004, <<http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/66-67/ponencia5.pdf>>
- [4] IEC (International Engineering Consortium), Tutoriales del protocolo H.323, <<http://www.iec.org/online/tutoriales/h323>>
- [5] IMTC (International Multimedia Teleconferencing Consortium), Artículo sobre el protocolo T.120, <[www.imtc.org](http://www.imtc.org)>
- [6] IETF (Internet Engineering Task Force), varios RFC, <<http://www.ietf.org/rfc>>
- [7] H.Schulzrinne et al, " RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications". RFC 1889, Jan 1996.
- [8] H.Schulzrinne, A. Rao, L. " Real Time Streaming Protocol (RTSP)". RFC2326, abr 1998.
- [9] R. Braden," RSVP: Resource Reservation Protocol". RFC 2208, Sep. 1997
- [10] Beau Williamson, "Developing IP Multicast Networks Volume I", Cisco Press 2000
- [11] George Abe, "Residential BroadBand ", Cisco Press
- [12] José Luís Jiménez Peñaloza, "Tendencia hacia las redes ópticas", Ago. 2005
- [13] Fabila (AgoraSysTel), Servicios para Fiber To The Home, <<http://www.fabila.com/proyectos/ftth/serviciose.asp>>
- [14] Nate Anderson, "Why fiber must power the superfast broadband future", abr. 2008 <<http://arstechnica.com/articles/culture/fiber-broadband-future.ars>>
- [15] Andreu Vea, "Evolución de la tecnología de acceso a internet", mayo 2002
- [16] ADSLZone, "El futuro de la banda ancha : ADSL, VDSL2, FTTH y WiMAX", <<http://www.adslzone.net/article1566-el-futuro-de-la-banda-ancha--adsl-vdsl2-ftth-y-wimax.html>>
- [17] Pixels y Chips, "Televisión IPTV", <[http://pixelsychips.bloginom.com/entry.php?u=pixelsychips&e\\_id=11595](http://pixelsychips.bloginom.com/entry.php?u=pixelsychips&e_id=11595)>
- [18] RTFO Grupo21, Fiber to The Home in Spain, <[http://rtfogrupo21.blogspot.com/2008\\_04\\_01\\_archive.html](http://rtfogrupo21.blogspot.com/2008_04_01_archive.html)>