

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

IMPLEMENTACIÓN DE UN PILOTO DE WEBCASTING PARA LA
DIFUSIÓN DE CONTENIDOS EN LA RED DE DATOS DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. González A., Mauricio R.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2005

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

IMPLEMENTACIÓN DE UN PILOTO DE WEBCASTING PARA LA
DIFUSIÓN DE CONTENIDOS EN LA RED DE DATOS DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Luís Fernández

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. González A., Mauricio R.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2005

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 16 de noviembre de 2005

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller González A. Mauricio R., titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PILOTO DE WEBCASTING PARA LA DIFUSIÓN DE CONTENIDOS EN LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. María Lejed
Jurado

Prof. Vincenzo Mendillo
Jurado

Prof. Luis Fernández
Tutor Académico



DEDICATORIA

“A mis padres Omar González y Mirian Aciego, indudablemente los mejores, quienes supieron brindarme una excelente educación sin escatimar ningún esfuerzo. Sólo me queda decirles que esto aún no termina, ahora otra etapa de mi vida se aproxima y si Dios quiere con ellos la compartiré. Los adoro”

“A mi hermano Adalberto González, para que le sirva de ejemplo”

“A mi primo Jesús González amigo inseparable”

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A toda mi familia, los primeros incondicionales en ayudarme a resolver cualquier problema.

A mi tía Carolina, a mi tío Perucho, a la familia Gherzi González.

A mi novia Maria Amanda que en poco tiempo me ha sabido guiar para no decaer por nada del mundo. Ejemplo de tenacidad. Te Amo

A mi amigo Ricardo Gainza y su familia, a la familia Taborda, a mi amiga Scarlet, a mis amigos Carmine, Jorge y Jonathan.

A mis compañeros de la universidad con los que pase horas estudiando sin descanso.

A todos los integrantes de la familia SADPRO-UCV que nunca me negaron alguna ayuda; en especial a *Vladimir Travieso, Juan Carlos Contreras, Pedro Hernández, Elizabeth Hung y Franklin Ojeda.*

A todos mis amigos.

González A., Mauricio R.

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PILOTO DE WEBCASTING PARA LA
DIFUSIÓN DE CONTENIDOS EN LA RED DATOS DE LA UNIVERSIDAD
CENTRAL DE VENEZUELA**

Tutor Académico: Ing. Luís Fernández. Tesis. Caracas. UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: SADPRO-UCV. 2005. 84 h. + anexos.

Palabras Claves: Webcasting; video streaming; multicast; broadcast.

Resumen. Se plantea la implementación de un piloto de Webcasting para la difusión de contenidos en la red de datos de la UCV. El piloto lo conforman 3 pruebas de transmisión de video streaming por broadcast realizadas en las instalaciones de SADPRO-UCV y algunos pisos del edificio del centro comercial Los Chaguaramos (donde se ubican otras dependencias extramuros a la UCV), cada una de ellas relacionadas con las tecnologías escogidas: Windows Media, RealNetworks y VideoLAN cliente. Además, se utilizó un analizador de protocolos de red llamado Agilent Advisor para determinar el porcentaje de utilización del ancho de banda de dicha red de datos para así generar una serie de conclusiones y recomendaciones que sirvan de provecho a una posible implementación en el campus universitario.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABLAS	XI

INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	----------

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos del proyecto.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Metodología de trabajo.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	8
2.1 Video.....	8
2.1.1 Video analógico.....	8
2.1.2 Video digital.....	9
2.1.2.1 Ventajas del video digital.....	9
2.2 Fundamentos de compresión de imágenes.....	11
2.3 Fundamentos de la compresión de video.....	12
2.4 Estándares de compresión de Video.....	15
2.4.1 Especificaciones de los estándares.....	19
2.5 Video streaming.....	20
2.5.1 Arquitectura de los sistemas de video streaming.....	23
2.5.2 Protocolos para video streaming.....	24
2.5.2.1 Protocolos de transporte.....	25
2.5.2.2 Protocolo de control de sesión RTSP.....	27
2.5.3 Protocolo Microsoft Media Server.....	28
2.6 Consideraciones de redes.....	29
2.7 Como distribuir streaming en la Web.....	31
2.8 Recibiendo transmisiones en vivo.....	32
2.8.1 Meta-archivos.....	32
2.9 Streaming media unicast.....	33
2.10 Streaming media multicast.....	34
2.10.1 Clasificación del multicast.....	37

2.10.1.1 Multicast basado en el emisor	37
2.10.1.2 Multicast basado en el receptor	40
2.10.1.2.1 IGMP	42
2.10.1.2.2 Multicast en la capa 2	43
2.10.1.2.2.1 IGMP Snooping	44
2.10.1.2.2 Protocolos de distribución del tráfico multicast	44

CAPÍTULO III

PROPUESTA	48
3.1 Descripción general de la situación actual	48
3.1.1 Infraestructura de comunicación de la red de datos de la UCV y SADPRO	50
3.1.1.2 Nivel de deterioro de la red de datos de SADPRO-UCV	52
3.2 Descripción de la propuesta	53
3.2.1 Estándar de compresión	53
3.2.2 Programas que proveen el estándar MPEG-4	54
3.2.3 Descripción general del piloto experimental	55
3.2.4 Descripción detallada de las etapas del piloto	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	68
4.1 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO	68
4.1.1 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO antes de realizar las pruebas	68
4.1.2 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO al implementar la tecnología de Windows Media	70
4.1.3 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO al implementar la tecnología VideoLAN	73
4.1.4 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO al implementar la tecnología RealNetworks	74

CONCLUSIONES	76
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	78
------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA	79
---------------------------	-----------

GLOSARIO DE TÉRMINOS	81
-----------------------------------	-----------

ANEXOS	85
---------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Ejemplo sobre las dependencias de predicción entre cuadros.....	15
Figura 2.	Comparación de rendimiento entre los estándares MPEG-2, MPEG-4 y MPEG-4 (H.264).....	18
Figura 3.	Arquitectura para un streaming de video	23
Figura 4.	Pila de protocolos para streaming de video.....	25
Figura 5.	Proceso de distribución de Streaming Media Unicast.....	33
Figura 6.	Unicast vs. Multicast	35
Figura 7.	Proceso de transmisión multicast	36
Figura 8.	Clasificación del multicast según la fuente.	37
Figura 9.	Formato de dirección Clase D binario.....	40
Figura 10.	Formato de direcciones en IPv6.....	41
Figura 11.	Formato del paquete de IGMP versión 1.	42
Figura 12.	Diagrama del formato del paquete de IGMP versión 2.....	43
Figura 13.	Sala donde se archivan los videos.....	49
Figura 14.	Sala donde llega la señal de ATEI.	49
Figura 15.	Topología básica de la red de datos de la UCV.	51
Figura 16.	Parte inferior del rack principal de SADPRO-UCV.	52
Figura 17.	MDF ubicado en el piso 5 del CCLCH. Centro de la estrella de toda la red de datos.	53
Figura 18.	Ventana donde se escoge la fuente a ser codificada.....	56
Figura 19.	Ventana donde se selecciona la forma de distribución del contenido codificado.....	57
Figura 20.	Ventana principal donde se escoge el método de distribución y el perfil de codificación.	58
Figura 21.	Ventana secundaria donde se determina el perfil de codificación que será recibido por el cliente.	58
Figura 22.	Interfaz gráfica del Agilent Advisor LAN que muestra el porcentaje de utilización de una red de datos.	59

Figura 23. Ventana principal del codificador de RealNetworks.....	60
Figura 24. Ventana donde se escoge el servidor destino.	61
Figura 25. Ventana principal para la escogencia de las opciones de codificación.	62
Figura 26. Venta donde se escogen otros parámetros de codificación.	62
Figura 27. Asistente de Volcado a Red.	64
Figura 28. Ventana donde se escoge el método de envío del stream.	65
Figura 29. Ventana donde escoge el formato de encapsulamiento para el stream.	65
Figura 30. Ventana donde se muestra la opción de escoger el número de routers por los que pasará el stream de datos.	66
Figura 31. Localizador de Fuente de Medios (MRL).	67
Figura 32. Localizador de Fuente de Medios (MRL).	67
Figura 33. Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO-UCV sin efectuar ninguna prueba.	69
Figura 34. Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO-UCV sin efectuar ninguna prueba.	69
Figura 35. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 43 Kbps, 15 fps y a una imagen de 160x120.	71
Figura 36. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 109 Kbps, 15 fps y a una imagen de 240x180.	71
Figura 37. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 282 Kbps, 29,97 fps y a una imagen de 320x240.	72
Figura 38. Porcentaje de utilización de la red datos utilizando el codificador y servidor de VideoLAN.	73
Figura 39. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 150 Kbps, 30 fps y a una imagen de 320x240.	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Estándares de compresión de video actuales y emergentes	17
Tabla 2.	Principales características de los estándares MPEG-2, MPEG-4 ASP y MPEG-4 H.264	19
Tabla 3.	Direcciones permanentes multicast.....	41
Tabla 4.	Características de hardware y software del computador codificador y servidor.....	56
Tabla 5.	Características de hardware y software del computador cliente.	59

INTRODUCCIÓN

La Incorporación de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (nTIC), ha promovido un gran cambio en el mundo de la educación y más aún, en la educación superior y la creación de conocimiento científico, humanístico y tecnológico. Entre tanto la informática, las telecomunicaciones e Internet, contribuyen a universalizar, sin duda alguna, la educación, permitiendo que el conocimiento básico llegue a muchos más lugares que antes, y que el conocimiento superior no sólo circule abiertamente entre toda la comunidad académica universitaria nacional e internacional, sino que se divulgue entre la sociedad de manera mucho más ágil y asequible.

Es por ello, que con la presentación de éste trabajo se pretende dar continuidad con los lineamientos trazados por la UCV para el desarrollo de la Educación a Distancia (programa que fue aprobado por el Consejo Universitario el 14 de Noviembre de 2001), conjuntamente con la propuesta por parte de la UNESCO (1998) de un Plan de Acción para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe.

Para tal fin, se presenta en este trabajo de grado, la implementación de un piloto de Webcasting en las instalaciones de SADPRO-UCV el cual podrá ser revisado y evaluado para su mejoramiento, y así proporcionar una base sólida para su implementación en la Red de Datos de la Universidad Central de Venezuela.

A través de cuatro (04) capítulos será posible el desarrollo de este proyecto, considerando que los mismos estarán dispuestos en forma conveniente para desglosar los fundamentos teóricos y sus respectivas aplicaciones prácticas de cada tópico a tratar. A continuación se presenta la estructura general por capítulos del proyecto y se comenta muy brevemente la principal finalidad de cada uno:

Capítulo I: en este capítulo se estudia todo lo relacionado con el planteamiento del problema, se definirá la problemática existente, así como también se justificará y se expondrá el objetivo general tanto como específicos que se desean lograr para el desarrollo del proyecto.

Capítulo II: corresponde fundamentalmente a todas aquellas bases teóricas que soportan los aspectos más relevantes de la investigación. En este capítulo se estudiará lo concerniente al video digital, haciendo hincapié en las técnicas de compresión así como de los estándares que involucra. De igual forma se presentará una descripción de la técnica de *streaming* aplicada al video, la arquitectura básica que presenta este tipo de aplicación así como los protocolos de comunicación que intervienen en ello; y por último se expondrá de manera concisa los dos principales tipos de distribución de información multimedia conocida como *Unicast* y *Multicast*, siendo este último el de especial interés para el desarrollo de la propuesta planteada en este trabajo especial de grado.

Capítulo III: este capítulo lleva por nombre “La Propuesta” e involucra el respectivo diagnóstico de la situación actual, tanto de la problemática como de los recursos, y se podrá plantear la propuesta junto con los detalles de las pruebas realizadas que mejor se adapte a los requerimientos y necesidades del piloto en estudio.

Capítulo IV: luego de realizar la propuesta junto con las pruebas, se procedió a recolectar toda la información que arrojo el piloto, para ofrecer en definitiva un resultado de los análisis que se muestran en este capítulo y que servirán para dar las conclusiones finales del trabajo.

Finalmente, con todo lo antes estudiado, se presentan las conclusiones junto con las recomendaciones a futuro, con el fin de resaltar los aspectos que más destacaron en la elaboración del proyecto y proponer posibles soluciones para ampliar y mejorar los alcances obtenidos en el mismo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La Universidad Central de Venezuela (UCV) tiene una producción de contenidos audiovisuales que data de hace muchos años los cuales, sin embargo, no se han difundido suficientemente por diversas razones. Por ejemplo, a pesar de haberse realizado varios proyectos para la creación de una estación de radiodifusión en la UCV, no se ha logrado la aprobación de la misma por parte del Estado venezolano. En consecuencia, la producción audiovisual de la radio ha tenido que limitarse a la utilización de la red de sonido interna. Algo similar ha ocurrido con la producción de video, a pesar de que UCV024 (estación de televisión por circuito cerrado) tiene una existencia de muchos años. Vale la pena notar que otras universidades si disponen de estaciones de radio y televisión, como el caso de la Universidad Rafael Belloso Chacín, en la ciudad de Maracaibo o la Universidad de Carabobo que cuenta con una estación de radio (Universitaria UC 104,5 FM). Adicionalmente a la producción propia de la UCV, la institución cuenta con archivos de documentales importantes consecuencia de los convenios y asociaciones que la misma mantiene con homólogas extranjeras. Por ejemplo, la UCV es miembro de la ATEI (Asociación de Televisión Educativa Iberoamericana) a través de SADPRO (Sistema de Actualización Docente del Profesorado) y muchos de los programas producidos por ATEI se encuentran grabados en SADPRO.

Sin embargo, la utilización de la red interna, tanto de sonido como de video, limita la difusión de estos materiales a aquellos de carácter recreativo o informativo, por cuanto los receptores se hallan en áreas públicas y los usuarios frecuentemente escuchan/visualizan los contenidos de pie o sentados en el piso. Lamentablemente, existen otros materiales audiovisuales que constituyen objetos de estudio o

complementos docentes, los cuales no son aptos para la difusión pública, sino que más bien se adaptan para la difusión individual en ambientes privados como una oficina o un cubículo en una biblioteca. En estos casos la utilización de la computadora como instrumento para la visualización de contenidos audiovisuales es más que apropiada. De hecho, en muchas partes del mundo los usuarios tienen a su disposición contenidos audiovisuales basados en técnicas de “streaming” como las populares radios sobre Internet o incluso WebTV.

Además, en la Universidad Central de Venezuela la utilización de estas fuentes de contenidos está bloqueada a nivel de los “firewalls”, por diferentes razones: en primer lugar se argumentan razones de seguridad por cuanto a través de los canales que transportan estos contenidos pudiesen ingresar virus u otras amenazas informáticas a la red de la UCV. La otra razón, a juicio de los administradores de la red, es que dichas fuentes son de carácter básicamente recreativo y no académico. Esto último es discutible por cuanto en la UCV existe una Escuela de Arte y otra de Comunicación Social, ambas pertenecientes a la Facultad de Humanidades de Educación en la cual estos materiales se abordan con un enfoque más académico que recreativo. Finalmente, se argumenta que la red de datos se halla sumamente congestionada como para poder soportar la carga adicional que representan estas nuevas aplicaciones. Esto es igualmente discutible por cuanto los nuevos algoritmos de compresión permiten un uso más racional de los recursos de la red, y adicionalmente, la UCV está llevando a cabo un proyecto de actualización tecnológica que permita, no sólo un mayor ancho de banda, sino adicionalmente la posibilidad de aplicar parámetros de calidad de servicio para las aplicaciones de tiempo real como la telefonía IP o la videoconferencia.

Por todas estas razones, es conveniente llevar a cabo un desarrollo experimental con carácter piloto que permita por una parte demostrar la factibilidad tecnológica de utilizar Webcasting a nivel de la Intranet, con un bajo impacto en el desempeño de la misma, a través del uso de algoritmos de compresión eficientes, y

por la otra, demostrar la potencialidad de esta aplicación para la distribución de los archivos documentales de la UCV a los miembros de la comunidad.

1.2 Objetivos del proyecto

1.2.1 Objetivo general

Implementar una aplicación de Webcasting en la red de datos de SADPRO-UCV que sirva de piloto antes de su implantación a nivel de la Intranet de la UCV.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Estudiar y determinar los protocolos de compresión de video y de transporte “streaming” apropiados para la aplicación Webcasting.
2. Implementar una red piloto que permita medir el impacto de esta aplicación en la red de la institución.
3. Analizar los resultados del piloto y formular las recomendaciones pertinentes para una implantación futura a nivel del campus de la UCV en Los Chaguaramos, así como de sus dependencias extramuros.

1.3 Metodología de trabajo

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que a partir de algunos basamentos teóricos se estima implementar un sistema que cumpla con ciertos requisitos de diseño y que se adapte de manera aceptable a recursos ya existentes. Además, el diseño de la investigación responde a la estrategia que debe planificar el investigador para encontrar una solución al problema en cuestión.

Según el problema planteado referente a la implementación de un piloto de Webcasting para la distribución de video, y acorde con los objetivos, se utilizará el tipo de investigación de “Proyecto Factible”, es decir: “... una proposición sustentada en un modelo operativo factible, orientada a resolver un problema planteado o a satisfacer necesidades en una institución o campo de interés nacional.” (Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, 1980, p. 79).

La metodología de trabajo, a fin de lograr tanto el objetivo general como los específicos, se plantea en una serie de fases a desarrollar como se muestra a continuación:

Fase I:

Tiene por objetivo familiarizarse con otros proyectos realizados en la UCV que involucran la implantación de nuevas aplicaciones en la red de datos de la UCV.

Se estudiarán los protocolos de compresión de video como MPEG-1, -2 y -4, así como de los programas comerciales que permiten realizar dicha compresión.

Se estudiarán los programas comerciales que provean este tipo de aplicación, tanto desde el punto de vista de los clientes como de los servidores.

Se estudiarán las técnicas de difusión de multimedia y en particular las técnicas de multicast.

Se propondrán los protocolos de compresión de video, así como los programas comerciales que los provean.

Fase II:

Se realizará un estudio de la red datos de SADPRO, en el piso 10 del Centro Comercial Los Chaguaramos, así como del resto del edificio para poder definir las fases de implantación del piloto.

Fase III:

Se realizará la instalación de la aplicación escogida para el piloto.

Se realizará una primera instalación en forma controlada en el laboratorio de computación de SADPRO antes de difundir la señal al resto de la red. Se realizarán mediciones de impacto en este ambiente controlado.

Fase IV:

En forma coordinada con la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación (DTIC), se procederá a la difusión de la señal al resto del edificio con medición simultánea del tráfico en la red y el impacto en la eficiencia de la misma.

Se analizarán las mediciones de tráfico e impacto, para poder elaborar el informe final.

Fase V:

Elaboración del informe final contentivo de las recomendaciones para la implantación de la aplicación de Webcasting a nivel de la Intranet de la UCV.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Video

El video no es nada más que la reproducción en forma secuencial de imágenes, que al verse con una determinada velocidad y continuidad, dan la sensación al ojo humano de apreciar el movimiento natural. Junto con la imagen, el otro componente es el sonido. Además el video se puede clasificar en dos tipos de sistemas según el tipo de señal a procesar: video analógico y video digital.

2.1.1 Video analógico

En un sistema analógico la información se transmite mediante alguna variación infinita de un parámetro continuo como puede ser la tensión en un conductor o la intensidad de flujo de una cinta magnética. No importa en que punto se examine una grabación a lo largo de toda su extensión, siempre se encontrará un valor para la señal grabada. Dicho valor puede variar con una resolución infinita dentro de los límites físicos del sistema. Dichas características suponen la debilidad principal de las señales analógicas, ya que no es posible detectar un error de base de tiempo.

Es característico de los sistemas análogos el hecho de que las degradaciones no puedan ser separadas de la señal original, por lo que nada puede hacerse al respecto. Al final de un determinado sistema analógico la señal estará formada por la suma de todas las degradaciones introducidas por cada etapa por las que haya pasado; esto limita el número de etapas por las que una señal puede pasar sin que quede inutilizable.

El video analógico es representado como una señal continua (variación en el tiempo). La señal analógica es obtenida por un proceso de muestreo periódico llamado scanning a lo largo de las líneas de exploración. Esto también contiene la información de sincronización y las señales de blanqueo necesarias para alinear las imágenes correctamente.

2.1.2 Video digital

El video digital esta representado como una secuencia de imágenes digitales. Viene en un formato de archivo y su señal está en un formato que es reconocido por la computadora.

La señal digital es obtenida por un proceso de digitalización. La señal de video original es análoga y la digitalización es usada para cambiar la información análoga a información digital.

La digitalización de una señal de video tiene lugar en tres pasos: muestreo, cuantificación y codificación.

2.1.2.1 Ventajas del video digital

La calidad de reproducción de un sistema digital de video bien diseñado es independiente del medio y depende únicamente de la calidad de los procesos de conversión.

Cuando se copia una grabación digital, aparecen los mismos datos en la copia: no se trata de un duplicado, sino de una clonación. Si no es posible distinguir la copia del original, no se habrá producido ninguna pérdida en la generación. Las grabaciones digitales pueden copiarse indefinidamente sin que haya pérdida en la calidad.

Una de las mayores ventajas que presenta la tecnología digital es su bajo costo. Si la realización de copias no ocasiona pérdidas de calidad, los equipos de grabación no tienen por qué ser mejor de lo necesario. No hay necesidad del consumo de cintas tan grandes y excesivas que tienen los equipos de grabación análogos. Cuando la información que se ha de grabar adopta la forma de números discretos, estos pueden empaquetarse densamente en un soporte sin pérdida de calidad. De darse el caso que algunos bits estén defectuosos por causas del ruido o pérdidas de señal, el sistema de corrección de errores puede restituir el valor original.

Las redes de comunicaciones desarrolladas para manejar datos pueden llevar perfectamente video digital acompañado también de audio a distancias indefinidas sin pérdidas de calidad. La difusión de televisión digital emplea estas técnicas para eliminar las interferencias, así como los problemas de atenuación de señales y de recepción de camino múltiple propio de las emisiones análogas. Al mismo tiempo, se hace un uso más eficaz del ancho de banda disponible.

Los equipos digitales pueden llevar incorporados equipos de auto diagnóstico. El costo de mantenimiento se reduce.

El video digital posee algunas ventajas sobre el video analógico, entre las que se pueden destacar:

- A. Capacidades de interactividad como acceso aleatorio y capacidades de corrección, como cortar y pegar, hacer zoom, eliminación del ruido y ajuste del aspecto borroso.
- B. Conversión de software fácil de un estándar a otro.
- C. Permite cualquier número de copias sin degradación de la calidad del video.

D. Transmisión electrónica sobre la red de datos.

E. Robustez para el canal ruidoso y facilidad de encriptación.

2.2 Fundamentos de compresión de imágenes

El termino compresión de datos se refiere al proceso de reducción del volumen de datos necesario para representar una determinada cantidad de información. Los datos son los medios a través de los que se transporta la información. Se pueden utilizar distintas cantidades de datos para describir la misma cantidad de información. Por lo tanto, hay datos que proporcionan información sin relevancia. Esto es lo que se conoce como redundancia de los datos. La redundancia de los datos es un punto clave en la compresión de datos digitales. La compresión de datos se consigue cuando una o varias de estas redundancias se reducen o se eliminan.

En la compresión digital de imágenes, se pueden identificar y aprovechar tres tipos básicos de redundancias:

A. Redundancia de codificación. El código de una imagen representa el cuerpo de la información mediante un conjunto de símbolos. La eliminación del código redundante consiste en utilizar el menor número de símbolos para representar la información.

Las técnicas de compresión por codificación de Huffman y codificación aritmética utilizan cálculos estadísticos para lograr eliminar este tipo de redundancia y reducir la ocupación original de los datos.

B. Redundancia entre píxeles. La mayoría de las imágenes presentan semejanzas o correlaciones entre sus píxeles. Estas correlaciones se deben a la existencia de estructuras similares en las imágenes, puesto que no son

completamente aleatorias. De esta manera, el valor de un píxel puede emplearse para predecir el de sus vecinos. Las técnicas de compresión de Lempel-Ziv implementan algoritmos basados en sustituciones para lograr la eliminación de esta redundancia.

- C. Redundancia psicovisual. El ojo humano responde con diferente sensibilidad a la información visual que recibe. La información a la que es menos sensible se puede descartar sin afectar a la percepción de la imagen. Se suprime así lo que se conoce como redundancia visual.

La eliminación de la redundancia esta relacionada con la cuantificación de la información, lo que conlleva a una pérdida de información irreversible. Técnicas de compresión como JPEG, EZW o SPITH hacen uso de la cuantificación.

2.3 Fundamentos de la compresión de video

La compresión de video se consigue mediante la explotación de las semejanzas o redundancias que existen en una señal de video típica. A modo de ejemplo, los cuadros consecutivos de una secuencia de video exhiben redundancia temporal dado que generalmente contienen los mismos objetos con algún pequeño movimiento entre cuadros. En un cuadro en particular encontraremos redundancia espacial, dado que las amplitudes de los píxeles cercanos generalmente están correlacionadas. De la misma forma, los componentes de color rojo, verde y azul de un píxel dado generalmente están también correlacionados.

Otra meta de la compresión de video es reducir la información irrelevante en la señal de video. Esto significa que el sistema codificará características que tengan importancia perceptiva y no gastará valiosos bits en información que no pueda ser percibida o sea irrelevante.

La identificación y la reducción de la redundancia en una señal de video es relativamente directa, pero la identificación de la información sin importancia perceptiva es muy difícil, por lo que la irrelevancia es un factor de difícil aprovechamiento.

Considerese la compresión de imágenes como el estándar JPEG que está diseñado para explotar la redundancia espacial y de color que existe en una imagen sin movimiento individual. Los píxeles vecinos de esta imagen son generalmente similares y las imágenes naturales generalmente tienen su energía concentrada en las bajas frecuencias.

El estándar JPEG explota estas características particionando la imagen en bloques de 8x8 píxeles y computando la Transformada Discreta del Coseno de 2 dimensiones (2DDCT) para cada bloque. El motivo para dividir la imagen en bloques pequeños es que generalmente los píxeles en un bloque de esas características son mucho más similares que para bloques más grandes. La DCT compacta la mayoría de la energía de la señal en el bloque en una pequeña fracción de los coeficientes DCT, pero que aún permite reconstruir la imagen con precisión. Cada bloque 8x8 de coeficientes DCT es luego cuantizado y procesado utilizando técnicas como el escaneo en zig-zag, el RLE (Run Length Coding) y la codificación de Huffman, produciendo una versión comprimida de la información original. En el caso de una imagen a color, se realiza primero una conversión de la imagen RGB (Red, Green, Blue) al espacio luminancia/crominancia (YUV) en donde la diferente capacidad de percepción por parte del ojo humano de la crominancia (color) y la luminancia (intensidad) de la imagen puede ser mejor explotada.

Una secuencia de video consiste en una secuencia de cuadros o imágenes. Cada cuadro puede ser codificado como una imagen separada aplicando, por ejemplo, una codificación JPEG para cada uno. Sin embargo, si consideramos que los cuadros vecinos son muy similares, podemos alcanzar una mayor compresión explotando la

semejanza de cuadros sucesivos. La mejor forma de explotar esta característica en la actualidad, es codificando un cuadro dado de la siguiente forma:

- A. Predecir este cuadro basándonos en un cuadro previamente codificado.
- B. Codificar el error de la predicción.

Los cuadros de video consecutivos generalmente contienen los mismos elementos pero posiblemente ubicados en diferentes posiciones, por lo que, para mejorar las predicciones, es importante estimar el movimiento entre cuadros y luego formar una predicción adecuada que compense el movimiento. El proceso de estimar el movimiento entre cuadros es llamado *estimación de movimiento* ME (Motion Estimation), y el proceso de realizar una predicción mientras compensamos el movimiento relativo entre dos cuadros es llamado *predicción con compensación de movimiento* MC-P (Motion Compensated-Prediction). Las compensaciones ME y MC-P basadas en bloques son actualmente las más populares y se basan en que el cuadro actual a ser codificado es dividido en bloques de 16x16 píxeles. Luego se realiza una predicción para cada bloque buscando el bloque que mejor coincida del cuadro de referencia previamente codificado. El movimiento relativo para el bloque que mejor coincida es llamado *vector de movimiento*.

Hay tres tipos básicos comunes de cuadros codificados:

- A. Cuadros intra codificados o cuadros I: Estos cuadros están codificados independientemente de los otros.
- B. Cuadros codificados en forma predictiva o cuadros P: Estos cuadros se codifican basándose en un cuadro anterior.
- C. Cuadros codificados en forma predictiva bidireccional o cuadros B: Estos cuadros están codificados basándose en cuadros anteriores y posteriores.

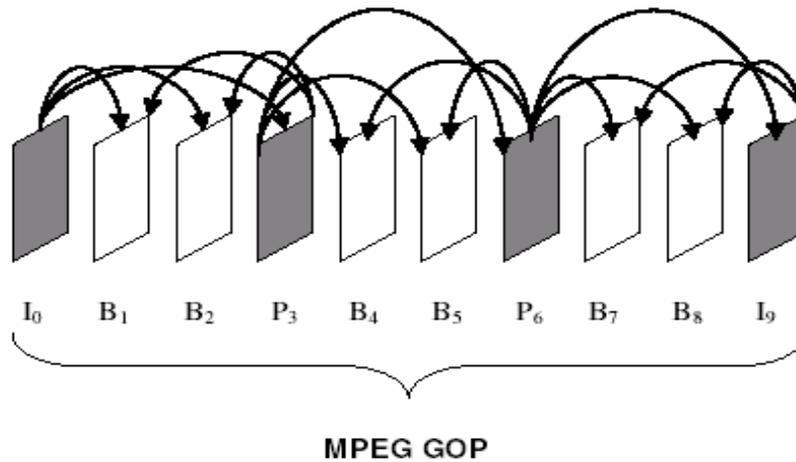


Figura 1. Ejemplo sobre las dependencias de predicción entre cuadros

La figura 1 muestra los diferentes cuadros codificados y las dependencias predictivas para un ejemplo de grupo de imágenes GOP (Group of Pictures) MPEG (Motion Picture Expert Group). La elección de las dependencias de predicción entre cuadros tiene un efecto importante en el rendimiento del video streaming en términos de eficiencia de compresión y rechazo al error.

Los estándares actuales de video logran la compresión aplicando los mismos principios básicos. La redundancia temporal es aprovechada al aplicar la predicción MC mientras que la espacial se explota aplicando la DCT. La redundancia en el espacio de color se explota mediante la transformación de espacio de colores. Los coeficientes DCT resultantes son cuantizados y aquellos que no sean cero se codifican mediante RLE y Huffman para producir el flujo de bits comprimidos.

2.4 Estándares de compresión de Video

Los estándares de compresión de video brindan un gran número de beneficios entre los que destacan el aseguramiento de la interoperabilidad y la comunicación entre codificadores y decodificadores realizados por personas o compañías diferentes.

De esta forma se disminuyen los riesgos para el usuario y el fabricante, permitiendo una popularización más rápida y más extensa. A esto se agrega el hecho de que los estándares son utilizados para una variedad extensa de aplicaciones, las que redundan en economías de escala que disminuyen los costos al usuario final.

En el momento hay dos grandes familias de estándares para la compresión de video desarrollados bajo el auspicio de la ITU-T (International Telecommunications Union), antes llamado International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT) y la ISO (International Organization for Standardization). El primer estándar de video en ganar popularidad fue el ITU H.261, diseñado para proveer videoconferencia sobre redes integradas de servicios digitales (ISDN) y se convirtió en un estándar en 1990. Fue diseñado para operar a $p=1,2,\dots,30$ múltiplos de la tasa de bits base de ISDN o sea $p \times 64 \text{ Kbps}$. En 1993 la ITU-T comenzó un esfuerzo de estandarización con el objetivo primario de lograr videoconferencia por la red de telefonía pública conmutada (PSTN) (líneas de teléfono analógicas convencionales), donde la tasa de bits total disponible para el momento era de solamente 33.6 Kbps. La parte de compresión de video del estándar es la H.263 y su primera etapa fue adoptada en 1996. Una versión mejorada fue finalizada en 1997 como H.263 Version2 (V2). Un algoritmo completamente nuevo que originalmente se llamó H.26L se está actualmente terminando de desarrollar con el nombre de H.264/AVC.

El grupo experto para imágenes en movimiento (MPEG) fue establecido por la ISO en 1988 con el objetivo de desarrollar un estándar para comprimir imágenes en movimiento (video) y su audio asociado en un medio digital de almacenamiento (CDROM). El estándar resultante conocido como MPEG-1 fue finalizado en 1991 y consigue una calidad de audio y video similar al VHS a 1.5 Mbps. Una segunda fase de su trabajo conocida como MPEG-2 fue una extensión del MPEG-1 desarrollada para aplicaciones de televisión digital y tasas de bits más altas. Un tercer estándar llamado MPEG-3 fue pensado para aplicaciones a aún mayores tasas de bits como

HDTV, pero dado que estas aplicaciones podían lograrse con MPEG-2 se desestimó su realización. Actualmente la porción de video de la televisión digital DTV y de la televisión digital de alta definición HDTV es realizada bajo MPEG-2 para Norte América, Europa y Asia.

Tabla 1. Estándares de compresión de video actuales y emergentes

Estándar de codificación de video	Aplicaciones principales	Tasa de bits
H.261	Video telefonía y tele conferencia sobre ISDN	p x 64 Kbps
MPEG-1	Video en medios digitales de almacenamiento (CD-ROM)	1.5 Mbps
MPEG-2	Televisión Digital	2 – 20 Mbps
H.263	Video telefonía sobre PSTN	33.6 Kbps y superiores
MPEG-4	Codificación basada en objetos, contenido sintético, interacción, streaming de video	Variable
H.264/MPEG-4 Parte 10 (AVC)	Compresión de video mejorada	De 10 a 100 Mbps

Luego fue diseñada una tercera parte del trabajo llamada MPEG-4 con los objetivos de lograr mejorar la compresión, la eficiencia y el rechazo al error. También se buscó un incremento de funcionalidades que incluyen el procesamiento basado en objetos, la integración del contenido natural y el sintético (generado en computadores) y la interactividad basada en el contenido. En el gráfico 1 se muestra una comparación de los distintos rendimientos que presentan los estándares MPEG-2, MPEG-4 ASP y MPEG-4 H.264 para una película con calidad DVD, de duración 90 min y a una tasa de descarga de 700 Kbps.

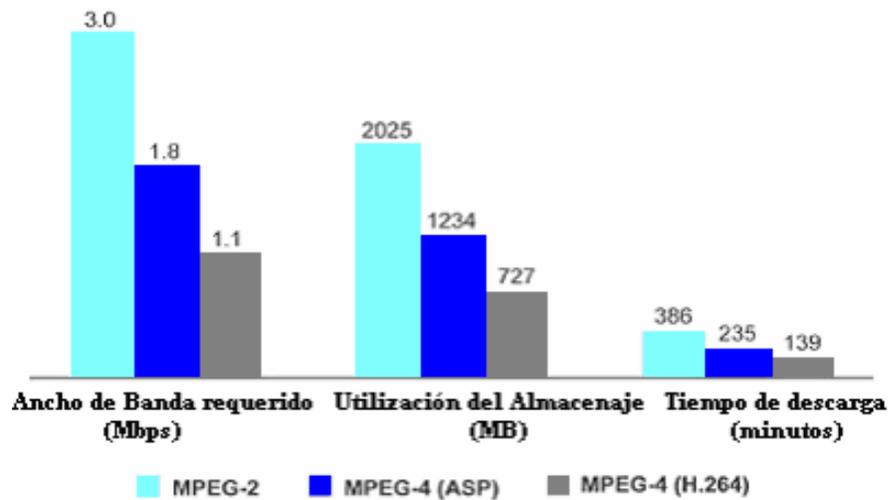


Figura 2. Comparación de rendimiento entre los estándares MPEG-2, MPEG-4 y MPEG-4 (H.264)

Fuente: <http://www.envivio.com>

El estándar H-26L está siendo finalizado por el Equipo Unido de Video (Joint Video Team) formado por el ITU y el ISO MPEG. Este estándar consigue una mejora significativa en la compresión sobre los estándares previos y será adoptado por el ITU y la ISO con el nombre de H.264 y MPEG-4 Parte 10, Advanced Video Coding (AVC). En la tabla 2 se muestra una comparación de las características más relevantes de los estándares MPEG-2, MPEG-4 ASP y MPEG-4 H.264. Los actuales estándares de compresión utilizados para comunicación de video son el H.263 V2 y MPEG-4, y se espera que los nuevos estándares vayan ganando mayor aceptación.

Tabla 2. Principales características de los estándares MPEG-2, MPEG-4 ASP y MPEG-4 H.264

Fuente: <http://www.envivio.com>

		Standards		
		MPEG-2	MPEG-4 ASP	MPEG-4 H.264
Features	I, P, B-frames	•	•	•
	Interlace	•	•	•
	Coding	Huffman	Huffman	Huffman or Arithmetic
	Block size	fixed 16x16	fixed 16x16	variable down to 4x4
	1/4 pixel		•	•
	GMC		•	•
	Loop Filter (aka deblocking fliter)			•
	Slice-based motion prediction			•
	Multiple reference frames			•
	MB AFF (improved interlaced management)			•
	RDO (Rate Distortion Optimisation)			•
	WP (Weighted Prediction)			•
	Switching pictures (for fast change channel)			•

2.4.1 Especificaciones de los estándares

Un sistema de compresión de video está compuesto de un codificador y un decodificador que interpretan de la misma forma las ráfagas de bits comprimidos. El codificador toma el video original y lo comprime en una secuencia de bits, la que es enviada al decodificador para que produzca el video reconstruido. Una posibilidad es que el estándar especifique tanto el codificador como el decodificador, pero esto hace que el estándar sea restrictivo. Lo que se hace en cambio es lograr que el estándar tenga un alcance limitado que permita asegurar la interoperabilidad permitiendo que existan diferencias.

Los estándares no especifican ni el codificador ni el decodificador. Lo que si describen es la sintaxis para la secuencia de bits y el proceso de decodificación. La sintaxis de la secuencia de bits es el formato para representar los datos comprimidos. A modo de ejemplo, el estándar especifica que el decodificador usará una IDCT

(Inverse Discrete Cosine Transform), pero no dice como implementarla. La IDCT se puede implementar en forma directa o utilizando un algoritmo rápido similar a la FFT (Fast Fourier Transform), o utilizando instrucciones MMX. La implementación específica no está estandarizada, lo que permite a los diferentes diseñadores y fabricantes proveer mejoras compatibles con el estándar y de esa forma diferenciar su trabajo.

El proceso de codificación es no estandarizado en forma deliberada. A modo de ejemplo, los codificadores más sofisticados pueden ser diseñados para proveer mejor rendimiento sobre los más simples. Además se pueden incorporar mejoras aún después de publicado el estándar (por ejemplo, mejores algoritmos para estimación de movimiento o ubicación de bits). La única restricción es que el codificador produzca una secuencia de bits con una sintaxis correcta y que pueda ser decodificado por un decodificador estándar compatible.

En resumen es importante tener en cuenta que no todos los codificadores son creados iguales, a pesar de corresponder al mismo estándar.

2.5 Video streaming

El streaming media es la tecnología que permite la transmisión y reproducción simultánea de audio y video en Internet. El video streaming es una nueva tecnología que toma ventajas de los avances en técnicas de escalabilidad y compresión así como también del uso de protocolos de red que han sido desarrollados para el streaming media en tiempo real. Un stream se define como cada una de las transmisiones de archivos de streaming entre un servidor y un usuario. Con el video streaming, los archivos pueden ser reproducidos mientras son descargados hasta el cliente, eliminando así la necesidad de realizar la descarga completa de los archivos antes de su reproducción.

Con Streaming Media los archivos no son copiados a la computadora receptora; no hay archivos involucrados en esto. Solo una cadena de paquetes de datos que es enviada, recibida y presentada.

Múltiples versiones de un mismo tipo de archivo pueden ser transmitidas simultáneamente, de tal manera que el reproductor o player del archivo audiovisual puede elegir automáticamente cual versión proporcionará la mejor calidad a su canal de conexión. Esto se llama “streaming inteligente”. Este flujo puede ser codificado en diferentes tasas de bits. La tasa de bits esta relacionado con la cantidad de datos de computadora que representan un segundo de audio o video. A mayor tasa de bits mejor calidad (definición) de archivos de imagen y sonido (archivos audiovisuales = media files). El “streaming inteligente” permite flujos codificados a diferentes tasas de bits para ser combinados en un único flujo. Cuando el reproductor (o player) recibe una transmisión que fue preparada para streaming inteligente, éste selecciona automáticamente cual flujo reproducirá, basado en su conexión a Internet, proporcionándole al usuario la mejor experiencia de audio y video posible.

El flujo o “stream” puede ser en vivo o grabado. Si es en vivo, normalmente el usuario podrá configurar el reproductor para que sintonice y comience a reproducir el “show” cuando éste se inicie. Si el stream es grabado, el usuario podrá conseguirlo cuando lo considere conveniente.

Existen dos formas de streaming: Stream en Directo y Stream Bajo Demanda:

- A. Directo: El “stream” se codifica en el acto, es retransmitido instantáneamente hacia Internet y se visualiza en tiempo real.
- B. Bajo Demanda: El “stream” una vez grabado, se aloja en un servidor multimedia y puede ser visualizado bajo demanda en cualquier instante.

Afortunadamente, las herramientas del streaming están creciendo rápidamente, cada vez son más poderosas. Las aplicaciones que generan un archivo de audio y video comprimido, optimizado para streaming, técnicamente se desprenden de datos que usted (como receptor de la presentación) puede no necesitar. Para ello estas aplicaciones realizan una serie de tareas con el propósito de comprimir un media file. La compresión busca reducir el peso (tamaño en bits) del archivo de media para obtener beneficios en la transmisión y en el almacenamiento.

En el video, es posible reducir la cantidad de colores representados en cada cuadro (fotograma) de la secuencia de imágenes. Sencillamente al ojo humano le bastan 256 colores para comprender las formas y asociar los matices de lo que está viendo. También se pueden eliminar frames (fotogramas) que podríamos calificar de prescindibles. En cada segundo de video existen normalmente 24 frames. Este número no es casual. Es la cantidad de imágenes que, presentadas secuencialmente sobre un mismo encuadre, durante 1 segundo, permite al ojo humano captar, con razonable definición, los detalles de una imagen en movimiento. Con eliminar una secuencia de cuadros (por ejemplo, en vez de 24 se reproduzcan 15 fotogramas por segundo), nuestra mente seguirá captando la trayectoria de un movimiento, y lo que se pierda, nuestras neuronas se encargarán de completarlo de manera instantánea y subjetivamente.

A la hora de comprimir audio, los compresores obtienen mayores ventajas con el sonido que con la imagen. Muchos sonidos no son percibidos por nuestro oído, es decir, son prescindibles, por lo tanto, hay abundante espacio por ganar; además, siempre será más fácil contentar nuestra audición que nuestra visión. Se puede reducir la cantidad de Kbits por segundo que reproducen el archivo, el muestreo de la onda (KHz), y la fidelidad de la presentación (8, 16 bits; mono, estéreo). Acerca de los formatos, uno de los factores que fuerza las mejoras en cualquier tecnología es la competencia. A raíz de eso, los productores Web se ven a menudo frustrados al no existir un estándar fijo para el streaming. Así, que mientras los estándares sean una

ventaja importante, la naturaleza humana (y el dinero) harán que algo siempre se encuentre sin establecer. El streaming media implica hacer elecciones. ¿Qué formato hace el mejor trabajo? ¿Con qué tecnología le gustará a usted trabajar?

2.5.1 Arquitectura de los sistemas de video streaming

Un sistema de video streaming consta de siete bloques que se muestran en la figura 3. Los datos de video y audio en bruto son pre-comprimidos por compresión de video y de audio y luego guardados en dispositivos de almacenamiento. A pedido del cliente, el servidor de streaming recupera datos de audio/video del almacenamiento y el módulo de control de QoS y capa de aplicación adapta los flujos de bits al estado de la red y los requerimientos de QoS. Luego los protocolos de transporte convierten los flujos de bits comprimidos en paquetes y envían estos sobre Internet o redes IP inalámbricas.

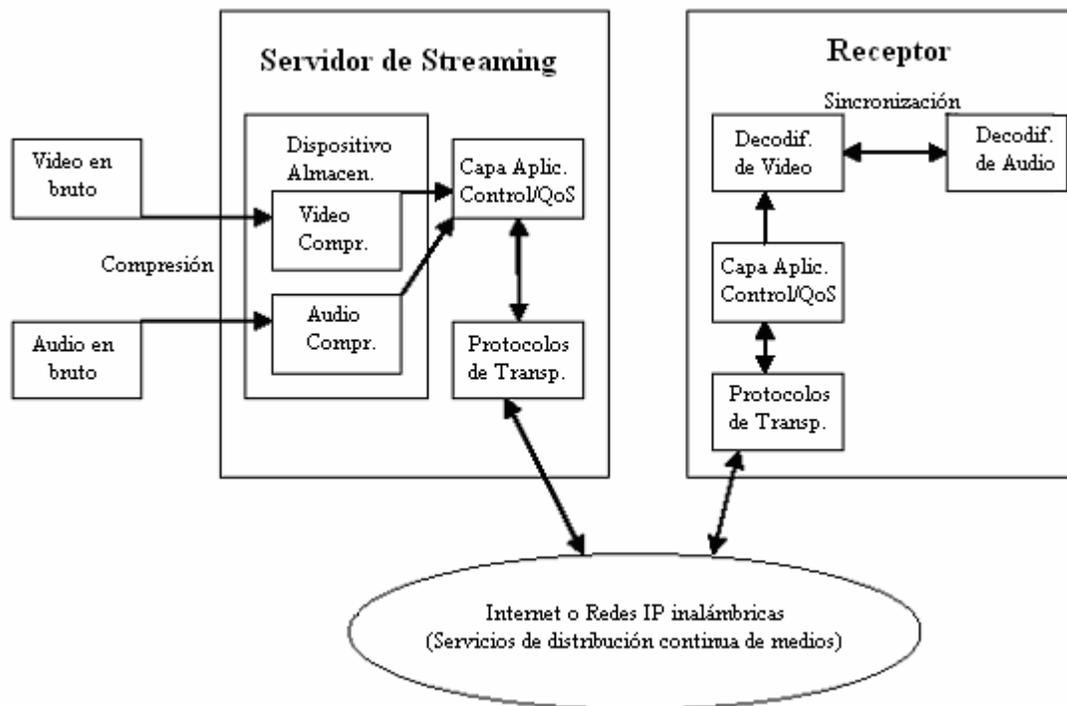


Figura 3. Arquitectura para un streaming de video

Puede ocurrir que haya paquetes descartados o que los mismos presenten demoras significativas debido a la congestión. En Internet se utilizan servicios continuos de distribución de medios (Continuous Media Distribution Services) para mejorar la calidad de la transmisión. Para conseguir una sincronización entre el audio y el video se requieren mecanismos de sincronización de medios.

Se puede ver en la figura 3 que existen siete áreas relacionadas que constituyen el streaming de video, a saber:

- A. Compresión de video.
- B. Control de QoS en capa de aplicación.
- C. Servicios de distribución de medios continuos.
- D. Servidores de Streaming.
- E. Mecanismos de sincronización de medios.
- F. Protocolos para streaming de medios.
- G. Streaming de video sobre Internet o redes IP inalámbricas.

2.5.2 Protocolos para video streaming

Los protocolos son diseñados y estandarizados para la comunicación entre los clientes y los servidores de streaming. Los clasificaremos en tres categorías: protocolos de capa de red, protocolos de transporte y protocolos de control de sesión.

2.5.2.1 Protocolos de transporte

Los protocolos de transporte para streaming de medios incluyen UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transport Control Protocol), RTP (Real-Time Transport protocol) y RTCP (Real-Time Control protocol). Los protocolos UDP y TCP proveen las funciones básicas de transporte mientras que RTP y RTCP corren encima de estos.

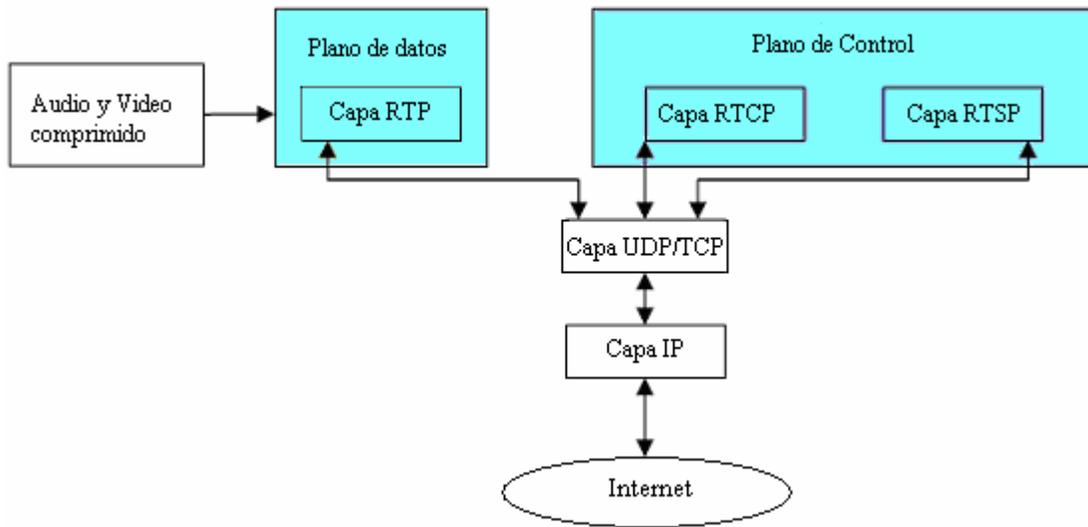


Figura 4. Pila de protocolos para streaming de video

Los protocolos UDP y TCP realizan las funciones de multiplexado, control de error o control de flujo. Primero UDP y TCP multiplexan los flujos de datos de las diferentes aplicaciones corriendo en la misma máquina con la misma dirección IP. Luego, con el objetivo de control de error, las implementaciones de TCP y UDP realizan un control de paridad para detectar errores de bit. Si se detecta un error TCP/UDP descarta el paquete para que la capa superior (por ej. RTP) no lo reciba. A diferencia de UDP, TCP utiliza retransmisiones para recuperar el paquete descartado, lo que hace a éste un protocolo de transmisión confiable. TCP también utiliza control de flujo para adaptar la tasa de transmisión según el nivel de congestionamiento de la red.

Dado que las retransmisiones de TCP provocan demoras, UDP es el protocolo más usado para streaming de video. Pero, UDP no asegura la entrega, el receptor deberá confiar en la capa superior (RTP) para detectar las pérdidas de paquetes.

RTP es un protocolo estándar para Internet que provee transporte de extremo a extremo soportando aplicaciones de tiempo real. RTCP es el protocolo compañia de RTP, diseñado para proveer realimentación sobre la QoS a los participantes de la sesión RTP. Decimos que RTP es un protocolo de transferencia de datos, mientras que RTCP es un protocolo de control.

Las funciones que provee RTP son:

- A. Marcado-temporal: Las marcas temporales permiten sincronizar diferentes flujos de medios.
- B. Numeración de secuencias: Dado que UDP no envía los paquetes en secuencia, RTP los numera para que puedan ser ordenados a su llegada.
- C. Identificación del tipo de carga: Se identifica el tipo de carga útil en el paquete con un campo de cabecera RTP.
- D. Identificación de fuente: Cada paquete RTP se identifica con una cabecera llamado SSRC (Synchronization SouRCe identifier) que actúa como identificador de la fuente.

RTCP es un protocolo de control diseñado para trabajar junto con RTP y provee los siguientes servicios:

- A. Realimentación de QoS: Es la función principal del RTCP. La información se envía a través de Reportes de remitente y Reportes de

Receptor. Estos reportes contienen la información de: 1.- Fracción de paquetes RTP perdidos desde el último reporte; 2.- Número de paquetes perdidos acumulados desde el comienzo de la recepción; 3.- Jitter de paquetes y; 4.- Demora desde la recepción del último reporte de remitente.

- B. Identificación del participante: La fuente puede ser identificada por el campo SSRC en la cabecera RTP, pero éste es identificador para los humanos. RTCP provee mecanismo amigable para este servicio. RTCP SDES (RTCP Source Description) son paquetes que contienen información de los participantes de la sesión, incluyendo nombre de usuario, teléfono, e-mail y otros.
- C. Escalado de control de paquetes: Para escalar según el número de participantes, se mantiene el número total de paquetes a un 5 % de ancho de banda total de la sesión. A su vez, dentro de los paquetes de control, un 25 % se utiliza para reportes de envío y un 75 % para reportes de recepción.
- D. Sincronización entre medios.
- E. Información de control de sesión mínima: Transporta información de la sesión.

2.5.2.2 Protocolo de control de sesión RTSP

El protocolo de streaming en tiempo real RTSP es un protocolo de control de sesión para la realización de streaming de medios sobre Internet. Una de las funciones principales de RTSP es el soporte de comando de tipo VCR como parada, pausa, resumir, avance rápido y retroceso rápido. También RTSP permite la elección de los canales de envío (por ejemplo UDP, y multidifusión UDP o TCP) y los mecanismos

de envío basados en RTP, RTSP funcionan tanto en difusión punto a punto como en multidifusión.

RTSP también provee:

- A. Recuperación de medios a solicitud del cliente.
- B. Invitación de un servidor de medios a una conferencia.
- C. Adición de medios a una sesión existente.

RTSP debe proveer los mismos servicios para audio y video como lo hace HTTP (HiperText Transfer Protocol) para texto y gráficos. En RTSP cada trama se identifica con un RTSP URL (Universal Resource Locator). Las propiedades de la presentación están incluidas en un archivo de descripción que puede obtenerse vía HTTP, correo electrónico u otros medios.

2.5.3 Protocolo Microsoft Media Server

Además de los protocolos mencionados con anterioridad, existen otros de carácter propietario propicios para la transmisión de multimedia. Uno de estos es el Protocolo Microsoft Media Server (MMS). Es un protocolo de nivel de aplicación utilizado por las tecnologías de Windows Media. El protocolo MMS busca automáticamente el transporte óptimo para transmitir multimedia.

Los servidores de streaming de Microsoft utilizan el protocolo MMS para transferir datos en unicast. Los servicios de Media de Microsoft pueden ser transportados vía UDP o TCP. Si el Windows Media Player (el cliente) no puede negociar una buena conexión usando el MMS bajo UDP, éste recurrirá a MMS bajo

TCP. Si esto falla, la conexión podrá ser realizada usando HTTP bajo TCP, lo cual no es ideal como MMS bajo UDP, sin embargo se asegurará la conectividad.

2.6 Consideraciones de redes

Existen ciertas consideraciones de gran importancia para los sistemas de video streaming. No todas las redes poseen buenas condiciones para la transmisión de video. El tiempo crítico de los altos anchos de banda debido a la naturaleza del video, impone exigencias únicas en la infraestructura de las redes y protocolos. Tres de las características más importantes de las redes de transmisión de video son:

- A. Alto ancho de banda.
 - B. Calidad de Servicio (QoS).
 - C. Soporte de Multicasting.
1. Alto ancho de banda: El video digital puede ser en diferentes tasas de bits. Generalmente, para altas tasas de bits (High-Bit-Rate HBR) es de 1,5 Mbps (tasa de bits de MPEG-1 o por encima), y el video a bajas tasas de bit (Low-Bit-Rate LBR) es a 64 Kbps (un canal único de ISDN o menor). El video HBR necesita de una red de altos anchos de banda tal como una intranet corporativa, mientras que el video LBR puede ir sobre una red tal como la Internet pública.
 2. Calidad de servicio (QoS): El video streaming funciona mejor cuando hay una disponibilidad continua de un ancho de banda en el canal de comunicación. Esto es especialmente importante para aplicaciones en tiempo crítico como audio y video. El retardo variable en los paquetes de audio y video pueden causar fluctuación en las imágenes e interrupciones en el audio. Para evaluar

este en diferentes redes, ha surgido una nueva medida de la capacidad de la red conocido como Calidad de Servicio (QoS). Una buena QoS provee un ancho de banda garantizado con un retardo o latencia pequeño constante, hasta en condiciones de congestión. Las conexiones dedicadas ofrecen la mejor Calidad de Servicio. Tecnologías como Ethernet o Internet pública muestran un retardo en paquetes de datos variables que pueden generar estragos en la transmisión de datos multimedia como audio y video. Protocolos especializados y métodos han sido desarrollados para mejorar la Calidad de Servicio sobre estas redes.

3. Soporte de Multicasting: Otra característica importante para la transmisión de video sobre una red es la capacidad para soportar multicasting, broadcasting y unicasting de streams de video. El multicasting se ubica entre el broadcasting y el unicasting.

Unicasting: distribuye los streams 1 a 1 para cada uno de los clientes, y algunas veces es referido como Video Bajo Demanda (VoD - Video on Demand), ya que algunos usuarios requirieran un stream en cualquier momento.

Multicasting: en contraste al anterior, distribuye los streams simultáneamente 1 a muchos clientes donde los clientes son típicamente una subred de una red. El multicasting es referido como NVoD (Near Video on Demand) donde un conjunto de usuarios debe ver el mismo contenido al mismo tiempo.

Broadcasting: es un caso especial del multicasting que entrega un único stream simultáneamente a todos los clientes de una red. Todos los usuarios de una red pueden ver el broadcast en el tiempo que se establezca.

2.7 Como distribuir streaming en la Web

Para poder crear un stream a partir de una señal de audio o video, se requieren 4 pasos:

- A. Provisión del material: Tal y como se ha explicado anteriormente, existen dos posibilidades: a) Emisión de eventos en directo y b) Petición de archivos bajo demanda, en la que el material es procesado off-line antes de poder ser visualizado vía Internet.
- B. Codificación del archivo: En esta fase, el material se digitaliza y se comprime.
- C. Guardar los streams en el servidor: Los archivos codificados se guardan en los servidores de streaming, desde donde pueden ser accedidos por un cliente mediante el software de cliente adecuado, a través de Internet.

Existe la polémica en el uso de servidores de video o servidores de streaming, para la transmisión de archivos audiovisuales, por lo que se puede acotar que normalmente se conoce como servidor de video a un equipo que almacena exclusivamente video y es capaz de reproducirlo a través de unas salidas específicamente en formatos broadcast (PAL, SDI, DVB). Por otra parte se tiene que un servidor de streaming suministra los videos mediante protocolos de red informática basados en IP, pero no son excluyentes, ya están disponibles en el mercado equipos que son una combinación de servidores de video y streaming (incluso ya existen desde hace tiempo cámaras que suministran video y streaming).

- D. Reproductor para visualizar el stream: Para poder recibir y ejecutar los archivos de streaming a través de Internet, se requiere disponer tan solo de un software cliente. Este reproductor realiza la petición del archivo al servidor de

streams, y lo decodifica. Este programa es un software que se puede obtener de forma gratuita en Internet.

2.8 Recibiendo transmisiones en vivo

Para sintonizar una transmisión en vivo, el sitio Web que transmite el evento configurará todo lo necesario. Lo único que se necesitará es hacer click en el enlace que se dirija al archivo que iniciará la transmisión, conocido como “meta-archivo” (metafile).

Después de que ese archivo es leído y analizado por el reproductor, este último está listo para comenzar la reproducción. Si la transmisión ya ha comenzado, el reproductor la ejecutará de inmediato en el punto donde la encuentre; por ejemplo, en la mitad de la presentación. En caso contrario, esperará a que la transmisión se inicie, según la programación, y en el momento que la reproducción comience, el reproductor iniciará la reproducción.

2.8.1 Meta-archivos

Un meta-archivo es creado cuando un “mediafile” (archivo audiovisual) es codificado, ya sea mediante un proceso predefinido del programa codificador, o bien manualmente. Los meta-archivos son archivos de texto que utilizan XML (Extended Markup Language) para definir tipos de información específicos. Algunas de las extensiones más populares que se encuentran por ejemplo en la tecnología de Windows Media son: ASX, WAX o WVX, y en RealNetworks: RAM o RPM. Los meta-archivos proveen varias maneras de hacer más eficiente el funcionamiento de un reproductor. Algunas de las definiciones dentro de los “metafiles” están orientadas, por ejemplo, a agregar un video distinto al finalizar el primero, insertar botones

gráficos dentro del área de reproducción del video, subtítular el video, en fin, ejecutar una acción en determinado momento del archivo audiovisual.

2.9 Streaming media unicast

La mayoría de los archivos de audio y video que se aprecian en el computador, sea cual sea el reproductor que utilice (Real, Windows Media QuickTime) proviene de un servicio Unicast. Este servicio consiste en un servidor que envía paquetes de datos a cada computador que solicite un stream (ver figura 4).

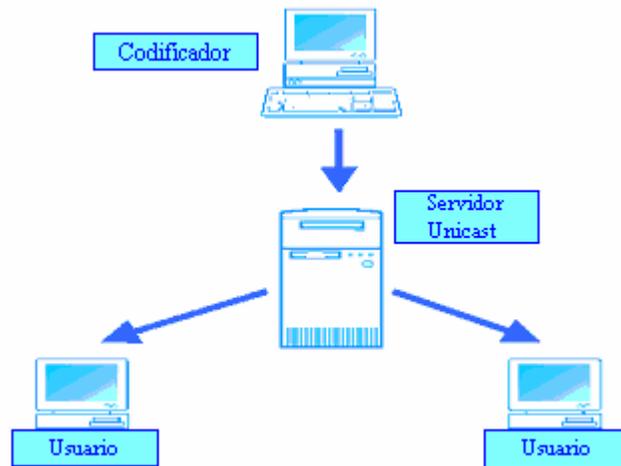


Figura 5. Proceso de distribución de Streaming Media Unicast

Unicast es una buena opción para recibir transmisiones en vivo, pero tiene sus desventajas. Como se menciona en el párrafo anterior, el servidor debe enviar el flujo de datos individualmente a todo aquel que quiere recibir la transmisión. Si se tiene un puñado de personas recibiendo el stream está bien, pero si se trata de difundir el material a miles de usuarios se deberán considerar 2 inconvenientes con el proceso unicast.

Demasiadas peticiones: con unicast el servidor tiene que procesar cada solicitud de stream y despacharla. Cada stream toma una porción de poder de

procesamiento del servidor. Si se obtienen muchas solicitudes el servicio no podrá sostener la sobrecarga y muchas personas no podrán recibir la transmisión. Este es el mismo problema que tienen los servidores de archivos. Si alguna vez cuando se trata de descargar un archivo, que todos quieren al mismo momento que se realiza la petición, se aprecia la situación. Algunas veces, si el servidor obtiene demasiadas peticiones, no solo no podrá completar el envío individual, es posible que hasta deje de trabajar por completo.

Demasiados paquetes: el segundo problema con unicast, y un gran número de solicitantes simultáneos de streams, es que una serie separada de paquetes de datos debe ser enviada a cada persona. Incluso si el servidor pudiera hacer esta tarea, el número de paquetes de datos en tránsito haría “flooding”, es decir, inundaría el sistema entero haciendo que la transmisión se torne muy lenta, o hasta se detenga. Se debe considerar que a mayor cantidad de transmisión (por ejemplo, un evento en vivo que dure una hora) los paquetes pueden desbordar la red de manera similar a cuando los automóviles se congestionan en una autopista a la hora pico. En Internet, a estos congestionamientos se les llama “traffic jams”.

2.10 Streaming media multicast

Multicast utiliza una nueva forma de funcionamiento de redes. En vez de enviar streams desde un solo servidor a un solo cliente, multicast envía una serie de paquetes que pueden ser recibidos por cualquiera, desde diversos puntos de publicación. Multicast permite un procesamiento estable del streaming en el servidor y alivia el tráfico en la red. En la figura 6 se muestra un cuadro comparativo de la forma en que envían los paquetes entre unicast y multicast.

Multicast esta basado sobre el concepto de un grupo. Un grupo arbitrario de receptores expresa un interés en recibir un particular stream de data. Este grupo no tiene alguna frontera física o geográfica. Este rango de direcciones es sólo para las

direcciones de grupo o direcciones destino del tráfico IP multicast. La dirección fuente para datagramas muticast es siempre la dirección fuente unicast. Los *hosts* pueden ser localizados en cualquier lugar en la Internet.

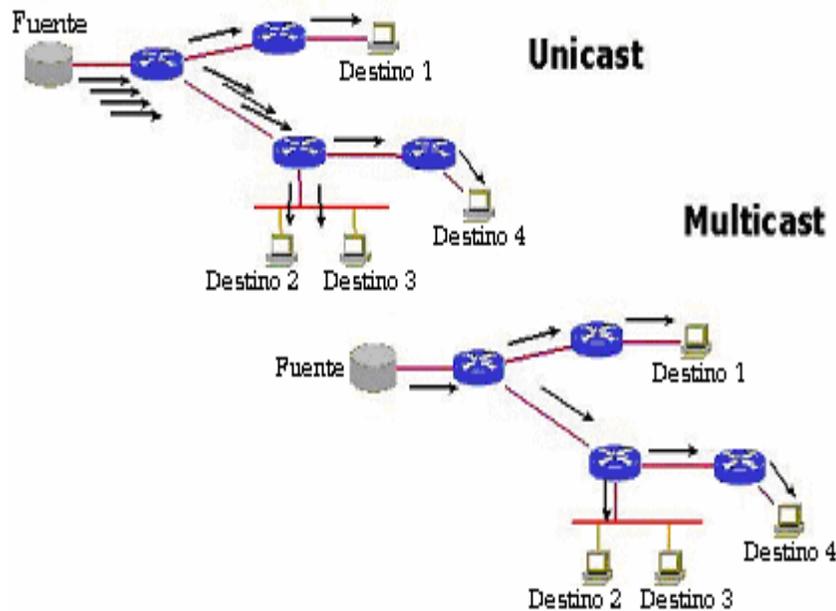


Figura 6. Unicast vs. Multicast

Los *hosts* que están interesados en recibir la data siguiendo a un grupo particular deben unirse al grupo usando IGMP (Internet Group Management Protocol). Los *hosts* deben ser un miembro del grupo para recibir el stream de datos. En la figura 7 se puede observar el proceso de transmisión multicast en el que se envía un único paquete direccionado a todos los destinatarios interesados.

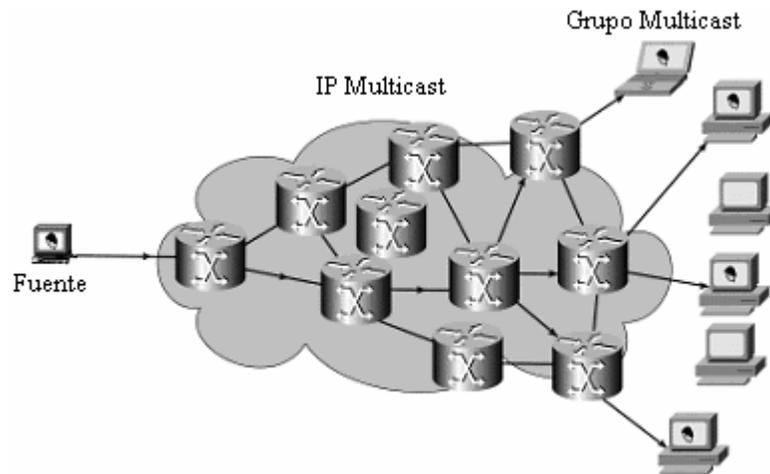


Figura 7. Proceso de transmisión multicast

Existen 4 factores importantes que deben ser considerados a la hora de implementar el multicast de forma exitosa:

1. Existe la definición de grupo de nodos multicast, los cuales son manejados sobre una red IP por direcciones específicas (direcciones multicast).
2. Se requiere un mecanismo para que un nodo pueda entrar y salir de un grupo multicast y esto no sólo incluye control sobre el emisor o receptor del grupo, sino que también requiere de los protocolos para transmitir y gestionar la información de los miembros del grupo a través de la red, si es necesario.
3. Las redes IP complejas no pueden enviar datos sin la asistencia de los routers, los cuales conforman el tercer componente de un sistema multicast. Una serie de protocolos de enrutamiento han sido específicamente formulados para soportar multicast, ambos para manejar la duplicación en el tráfico multicast cuando se necesite y manejar la gestión de grupos cuando sea necesario.

4. Por último existen los protocolos de aplicación para crear y gestionar aquellos datos distribuidos en la sesión multicast.

2.10.1 Clasificación del multicast

El multicast puede ser clasificado de acuerdo a la fuente en: emisor y receptor, según se muestra en la figura 7:

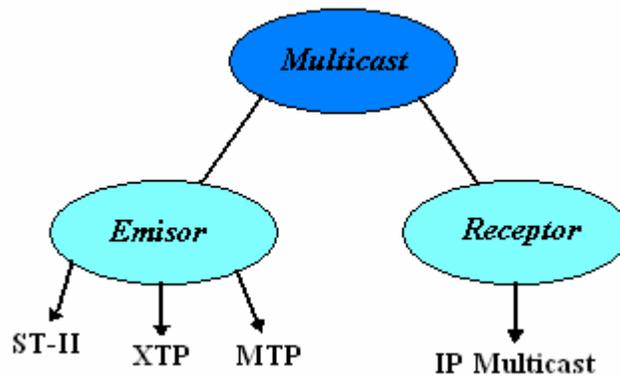


Figura 8. Clasificación del multicast según la fuente.

2.10.1.1 Multicast basado en el emisor

El multicast que se basa en el emisor trabaja muy bien formando grupos pequeños, pero presenta un mal escalamiento. El multicast basado en esta forma presenta los siguientes protocolos: Stream Protocol versión II (ST-II), Xpress Transport Protocol (XTP) y Multicast Transport Protocol (MTP).

Stream Protocol (ST-II)

Es un protocolo que provee soporte para cadenas continuas de multimedia sobre redes IP. Es un protocolo nuevo de capa de red que soporta tanto multicast como negociación basado en recursos sobre el emisor. Se apoya en algunas

características de IP como son las direcciones. ST-II define su propio protocolo de enrutamiento y esquema de recursos. ST-II está definido en la RFC 1190.

ST-II está orientado a conexión y define una llamada para facilitar la configuración en la cual los nodos establecen la conexión a la red antes de intercambiar los datos. Parte de este procedimiento consiste en reservar los recursos de la red tales como: memoria de los routers y ancho de banda (no usa RSVP) para todos los participantes.

El ST-II establece un enlace virtual como ruta fija, sin embargo, esta ruta no es utilizada para transmitir información de retorno del receptor, ya que para tal fin se establece un segundo enlace llamado canal de retorno, definido para transportar los mensajes de control. Si el enlace falla, el ST-II suspende la transmisión hasta que el enlace sea restablecido sobre una ruta alterna.

Al ser basado en el emisor, el control de los miembros está centralizado en la fuente. Para añadir un nuevo nodo se establece una interacción con la fuente. Los mensajes que se manejan son: CONNECT, REFUSE, ACCEPT Y DISCONNECT. La salida de un receptor no es controlada por la fuente y cualquier receptor puede dejar la sesión multicast en cualquier momento con sólo emitir un mensaje DISCONNECT.

El ST-II trata la cadena completa como si fuera un camino de distribución homogéneo, requiriendo que todos los miembros del grupo estén en capacidad de recibir el flujo de datos.

Xpress Transport Protocol (XTP)

Es un protocolo diseñado para soportar una variedad de aplicaciones tal como sistemas en tiempo real para distribuir multimedia sobre redes WAN. Define su

propio protocolo de red y transporte, a su vez soporta transporte multicast, gestión de grupos, prioridades de transporte y negociación de QoS.

Depende del protocolo IP el direccionamiento, ya que XTP no escala muy bien en grandes redes de receptores. El gestor de multicast tiene la responsabilidad de controlar a los miembros del grupo. La ventaja de este esquema es que se conocen los miembros del grupo en todo momento.

XTP tiene un sistema de prioridades para definir la importancia de los datos y en él se establece un esquema de prioridad estática codificada en un campo de 16 bits.

Multicast Transport Protocol (MTP)

Es un protocolo a nivel de transporte que ha sido diseñado para soportar transferencias multicast sobre protocolos ya existentes, tal como IP multicast. El MTP utiliza un master multicast para controlar todos los aspectos de la comunicación de los grupos.

El MTP también requiere de un mecanismo de direccionamiento. En el esquema del MTP existen los grupos multicast o web (no tiene que ver con World Wide Web), que consiste en tres grupos de usuarios: *master*, *producers* y *consumers*.

El master es el que establece un orden de entrega de los mensajes para los miembros. También maneja y controla la tasa de transmisión de los datos. Los *producers* envían los datos multicast actuales y los *consumers* reciben los datos. Antes de que los *producers* puedan enviar cualquier dato, deben recibir primero un *token* designado por el usuario master. Un problema potencial es la saturación o sobre trabajo del usuario master puesto que todo el tráfico pasa por él.

2.10.1.2 Multicast basado en el receptor

A diferencia de las direcciones unicast las cuales identifican un sólo nodo IP, las direcciones IP multicast especifican un grupo arbitrario de nodos IP que han entrado al grupo y desean recibir el tráfico que se envía a ese grupo.

Las direcciones IP multicast han sido asignadas al viejo espacio de direcciones *clase D* por la Autoridad de Números Asignados a Internet (IANA por sus siglas en inglés). Estas direcciones tienen el siguiente formato:

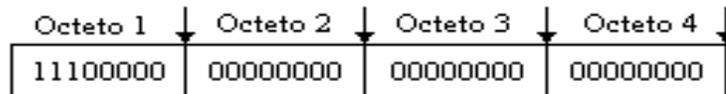


Figura 9. Formato de dirección Clase D binario

Esta gama de direcciones cuyo orden mayor es 1110, y abarca las direcciones desde 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255. Las direcciones clase D son divididas en 2 tipos, las direcciones del grupo permanente y las temporales. Una gama de direcciones desde 224.0.0.0 hasta 224.0.0.255 está reservada para los protocolos de enrutamiento y otros protocolos de bajo nivel que podrían ser utilizados para el descubrimiento y mantenimiento de la topología de redes.

La tabla 3 muestra algunas direcciones y sus descripciones. La lista oficial completa de direcciones multicast permanentes puede encontrarse en la RFC 1700 “Números Asignados”.

Tabla 3. Direcciones permanentes multicast

Grupo	Descripción
224.0.0.0	Reservada
224.0.0.1	Todos los sistemas en la subred
224.0.0.2	Todos los routers en la subred
224.0.0.3	No asignada
224.0.0.4	Routers DVMRP
224.0.0.5	Routers OSPF
224.0.1.1	Protocolo de tiempo de red (NTP)
224.0.13.0-224.0.13.255	Reservada para redes de noticias
224.0.0.13	Todos los routers PIM

Además de las direcciones previamente descritas, la IANA ha reservado las direcciones 239.0.0.0 hasta 239.255.255.255 para su uso en dominios multicast privados. Esta reserva de direcciones es similar a 10.0.0.0/8 definida en la RFC 1918 para redes privadas en unicast y su objetivo es poder reutilizar estas direcciones en diferentes regiones de la red.

En el IPv6 se ha contemplado el multicast y el formato de la dirección es: los 8 primeros bits a uno, luego 4 bits banderas, posteriormente 4 bits para el alcance y los bits restantes para el ID del grupo, según se observa en la figura 10.

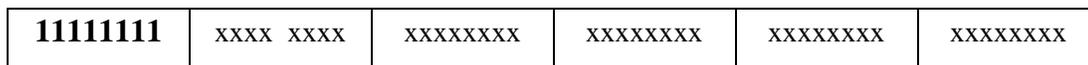


Figura 10. Formato de direcciones en IPv6

El IP multicast depende de 3 elementos, a saber: los protocolos para establecer y controlar los grupos multicast, una infraestructura de routers para distribuir el tráfico multicast y los protocolos de aplicación y APIs (Application Programming

Interfaces) que posibilitan a los PCs de escritorio y estaciones de trabajo utilizar el multicast.

La membresía de los usuarios en los grupos es manejada vía IGMP (Internet Group Management Protocol) especificado en la RFC 1112 para la versión 1y en la RFC 2236 para la versión 2.

2.10.1.2.1 IGMP

IGMP es usado para registrar dinámicamente e individualmente a *host* en un grupo multicast en una LAN particular. Los *host* identifican a los socios de un grupo por el envío de mensajes IGMP a sus routers locales multicast. Bajo IGMP, los routers escuchan los mensajes IGMP y periódicamente mandan preguntas para averiguar cuales grupos están activos o inactivos en una subred particular.

IGMP Versión 1 (RFC 1112)

En IGMP versión 1, existen dos tipos diferentes de mensajes IGMP: “Membership query” y “Membership report”. Un diagrama del formato del paquete se puede observar en la figura 11.

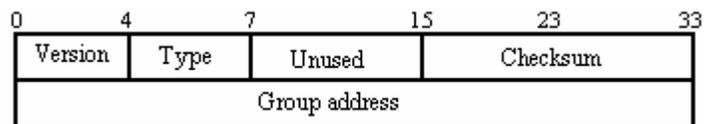


Figura 11. Formato del paquete de IGMP versión 1.

Los *host* envían “IGMP membership reports” correspondiente a un grupo muticast particular para indicar que hay interesados en ingresar a ese grupo. Los routers periódicamente mandan “IGMP membership query” para verificar que al

menos un *host* de la subred esta todavía interesado en recibir tráfico de ese grupo. Cuando no hay respuesta de tres consecutivos “IGMP membership query”, el router libera el grupo y detiene el tráfico direccionado hacia ese grupo.

IGMP versión 2 (RFC 2236)

En esta versión, hay 4 tipos de mensajes IGMP: “Membership query”, “Version 1 Membership report”, “Version 2 Membership report” y “leave group”.

La versión 2 de IGMP trabaja prácticamente igual a la versión 1. La principal diferencia es que hay un mensaje “leave group”. Los hosts ahora pueden comunicar activamente al router multicast local su intención de abandonar el grupo. Entonces el router envía una pregunta a un grupo específico y determina si hay algún *host* restante interesado en recibir el tráfico. Si no hay respuesta, el router libera el grupo y detiene el direccionamiento de tráfico. Esto puede reducir mucho la latencia de abandono comparado con IGMP versión 1. El tráfico desechado e innecesario puede ser detenido prontamente. En la figura 12, se observa el formato del paquete de IGMP versión 2.

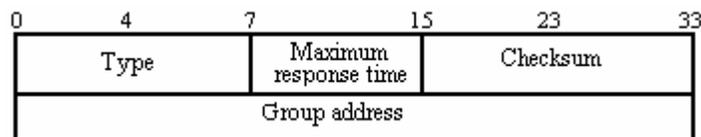


Figura 12. Diagrama del formato del paquete de IGMP versión 2.

2.10.1.2.2 Multicast en la capa 2

El principal problema para un *switch* de capa 2 es direccionar todo el tráfico multicast a cada puerto que pertenece a la LAN de destino en el *switch*. Esto anularía el propósito general del *switch*, el cual es limitar el tráfico a los puertos que necesitan recibir los datos.

Existe un método por el cual tratar con multicast eficientemente en un ambiente de *switching* en capa 2 como lo es IGMP Snooping También existen protocolos de índole propietario que ayudan a solventar el problema como el Cisco Group Management Protocol.

2.10.1.2.2.1 IGMP Snooping

IGMP Snooping requiere de los *switch* LAN examinar o indagar (snoop) alguna información de Capa 3 en los paquetes IGMP enviados entre los *hosts* y el router. Cuando el *switch* escucha el reporte IGMP desde un *host* en un grupo multicast particular, el *switch* agrega el número de puerto del *host* al registro de tabla asociado con multicast. Cuando el *switch* escucha el mensaje “IGMP leave group” desde un *host*, este extrae el puerto del *host* del registro de tabla.

Debido a que los mensajes de control IGMP son transmitidos como paquetes multicast, ellos son indescifrables como datos multicast en la Capa 2. Un *switch* ejecutando IGMP Snooping examina cada paquete de datos multicast para comprobar si este contiene alguna información de control pertinente a IGMP. Si IGMP ha sido implementado sobre un *switch low-end* con un CPU lento, este podría tener un severo impacto en el rendimiento cuando los datos son transmitidos a altas tasas. La solución sería implementar IGMP Snooping sobre un *switch high-end* con ASICs que pueden verificar el IGMP por hardware.

2.10.1.2.2 Protocolos de distribución del tráfico multicast

Las redes deben ser capaces de construir árboles de distribución de paquetes, que permiten a las fuentes enviar paquetes a todos los receptores. Un objetivo primario de estos árboles de distribución de paquetes, es garantizar que cada paquete existe una vez en cualquier red dada (esto es, si hay múltiples receptores en un ramal dado, estos deberían ser sólo una copia de los paquetes en ese ramal).

Es por ello, que hay varios estándares disponibles cuya función es la distribución del tráfico multicast desarrollados en su mayoría por la IETF (Internet Engineering Task Force) y entre ellos tenemos:

Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP)

Definida en la RFC 1075, usa una técnica conocida como Reverse Path Forwarding. Cuando un router recibe un paquete, este inunda de paquetes todos los trayectos excepto el trayecto que lleva de regreso a la fuente del paquete. Haciendo esto se permite que un stream de datos alcance toda la LAN (posiblemente múltiples veces). Si un router está fijado a una parte de la LAN que no quiere recibir un grupo multicast particular, el router puede enviar un mensaje “prune” retrocediendo el árbol de distribución y detener los paquetes posteriores viajando donde no hay miembros.

DVMRP reinundará periódicamente para alcanzar algún nuevo *host* que quiere recibir un grupo particular. Hay una relación directa entre el tiempo que le toma a un nuevo receptor recibir el stream de data y la frecuencia de inundación.

DVMRP implementa sus propios protocolos de routing unicast para determinar cual interfaz conduce de regreso a la fuente del stream de datos. Este protocolo de routing unicast es muy similar a RIP y esta basado netamente en cuentas de saltos. En definitiva, el camino que el tráfico multicast sigue puede no ser el mismo que el camino que sigue el tráfico unicast.

DVMRP tiene serios problemas de escalamiento debido a la necesidad de inundar frecuentemente. Dicha limitación esta exacerbada por el hecho de que las implementaciones tempranas de DVMRP no utilizan “pruning”.

Multicast Open Shortest Path First (MOSPF)

Multicast OSPF (MOSPF) fue definido como una extensión del protocolo de routing unicast OSPF en la RFC 1584. OSPF conoce a cada router en una red y a todos los enlaces disponibles en dicha red. Cada router OSPF calcula las rutas desde si mismo hasta todos los destinos posibles.

MOSPF trabaja incluyendo información multicast en los anuncios de estado de enlace OSPF. Un router MOSPF aprende cual grupo multicast esta activo en determinada LAN.

MOSPF construye un árbol para cada par fuente/grupo y calcula un árbol para activar fuentes dirigidas a un grupo. El estado del árbol está memorizado, y los árboles deben ser recalculados cuando ocurra un cambio en el estado del enlace o cuando la memoria se deshabilite.

MOSPF está mejor adaptado para ambientes que tienen activos relativamente pocos pares de fuente/grupo en un momento dado. Este trabajará peor en ambientes que tienen muchas fuentes activas o en ambientes que tienen enlaces inestables.

Protocol Independent Multicast (PIM)

El Protocol Independent Multicast trabaja con todos los protocolos de routing unicast existentes. PIM soporta dos tipos diferentes de normas de distribución de tráfico multipunto: denso y esparcido (proveniente del inglés “dense” y “sparse”).

PIM Dense Mode es más útil cuando:

- Transmisores y receptores están más cerca uno del otro.

- Hay pocos transmisores y muchos receptores.
- El volumen del tráfico multicast es alto.
- El stream de tráfico multicast es constante.

PIM en modo denso usa *Reverse Path Forwarding* pareciendo utilizar mucho DVMRP. La mayor diferencia entre DVMRP y PIM en modo denso es que PIM trabaja con cualquier protocolo unicast que esta siendo usado; PIM no requiere ningún protocolo unicast en particular.

PIM Sparse Mode (RFC 2117) es más usado cuando:

- Hay pocos receptores en un grupo.
- Transmisores y receptores están separados por enlaces WAN.
- El tipo de tráfico es intermitente.

PIM en modo esparcido esta optimizado para ambientes donde hay muchos multipuntos de stream de datos. Cada stream de datos va a un número relativamente pequeño de las LAN en la internetwork. Para estos tipos de grupos, la técnica de Reverse Path Forwarding derrocha ancho de banda. PIM en modo esparcido trabaja definiendo un “Rendezvous Point”. Cuando un transmisor quiere enviar los datos, este primero lo envía al “Rendezvous Point”. Cuando un receptor quiere recibir los datos, este se registra con el “Rendezvous Point”. Una vez que el stream de datos comienza a fluir desde el transmisor al “Rendezvous Point” y al receptor, los routers sobre el camino optimizarán automáticamente el camino para remover algún salto innecesario. PIM en modo esparcido asume que ningún *host* quiere el tráfico multicast a menos que ellos lo requieran. PIM es capaz de soportar simultáneamente el modo denso para los mismos grupos multipuntos y modo esparcido para otros.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1 Descripción general de la situación actual

Actualmente, la Universidad Central de Venezuela se encuentra en una transformación de su infraestructura tecnológica para adecuarla a los nuevos requerimientos de comunicación e información. Es por ello, que se están invirtiendo recursos en la adecuación de la red de datos para implementar una serie de servicios que serían casi imposible de llevar a cabo sin una revisión minuciosa del equipamiento actual y a futuro.

En nuestro caso se intenta dar sugerencias a la hora de implementar un servicio de video stream por multicast, para aprovechar por ejemplo, una gran cantidad de información de video (en formato VHS y Betacam) que nunca ha sido mostrada a la comunidad universitaria, y de ser posible una vez digitalizada transmitirla por la Intranet de la UCV. Actualmente las producciones de video realizadas en la UCV se están digitalizando, ya sea en el estándar AVI, MOV ó MPEG-4 y en formato DVD.

A continuación, se presentan una serie de fotos que evidencian el estado de la sala de audiovisuales de SADPRO-UCV, en donde se muestra la gran cantidad de archivos en formato Betacam y VHS, al igual que el cubículo donde llega la señal del satélite que provee la información de ATEI para luego ser grabada en uno de los formatos de video analógico nombrados anteriormente.

3.1.1 Infraestructura de comunicación de la red de datos de la UCV y SADPRO

Actualmente la Universidad Central de Venezuela (UCV) cuenta con una infraestructura de comunicación basada en un backbone de fibra óptica de unos 27 kms. aproximadamente, el cual involucra a 56 edificios dentro del campo universitario, considerando de esta manera a las 9 facultades y todas las dependencias centrales.

El backbone tiene una topología en estrella que interconecta 4 nodos LANswitches de la familia LSS de Alcatel. Los mismos están conectados a través de fibra óptica monomodo y Transceiver 10BASE-T para una velocidad de conexión de 10 Mbps. Los 4 nodos principales de la universidad son: Facultad de Ciencias, Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina y el Rectorado, de los cuales el centro de la estrella corresponde al nodo del Rectorado y posee un switch modelo LSS 590, el resto de los switch son modelo LSS 110. Cada uno de estos nodos son a su vez centro de estrellas que conectan las redes de datos de otras facultades y dependencias, utilizando enlaces de fibra óptica, cable coaxial y cable UTP. En la figura 15, se muestra un diagrama de la topología básica de la red de datos de la UCV.

dependencia o instituto adscrito a la UCV. En el caso de SADPRO, este presenta como centro de la red 3 HUB marca “Bay Networks”, modelo “BayStack 150” de 24 puertos, 10BASE-T. Para acceder a algunas unidades de esta institución lo que se hace es utilizar concentradores, y en algunos casos estos se conectan en cascada para abarcar todos los *hosts*.

3.1.1.2 Nivel de deterioro de la red de datos de SADPRO-UCV

Otro aspecto importante de resaltar es la delicada situación en la que se encuentra el cableado estructurado de dicha institución y del edificio entero, que influye sin duda alguna en el resultado de las pruebas a realizar para la implementación de la aplicación, arrojando en algunos casos errores de medición que pudieran no ser intrínsecos al piloto. En las siguientes figuras se muestran algunas de estas fallas relacionadas con el mal estado del cableado estructurado de la institución.

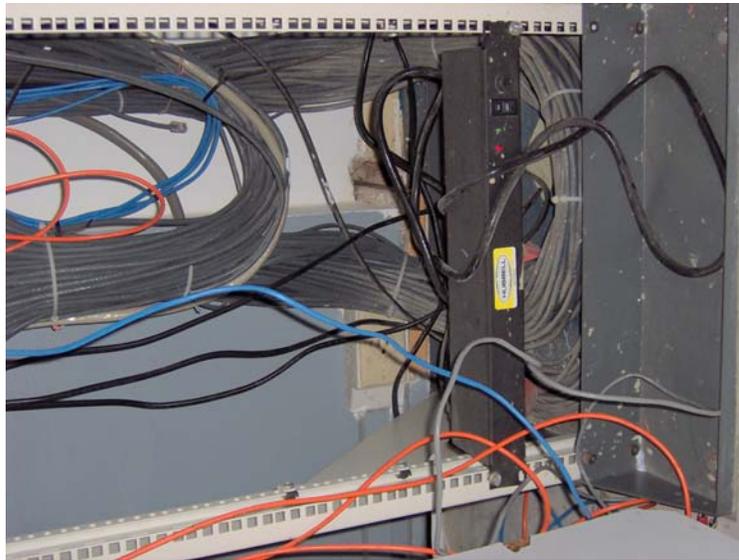


Figura 16. Parte inferior del rack principal de SADPRO-UCV.

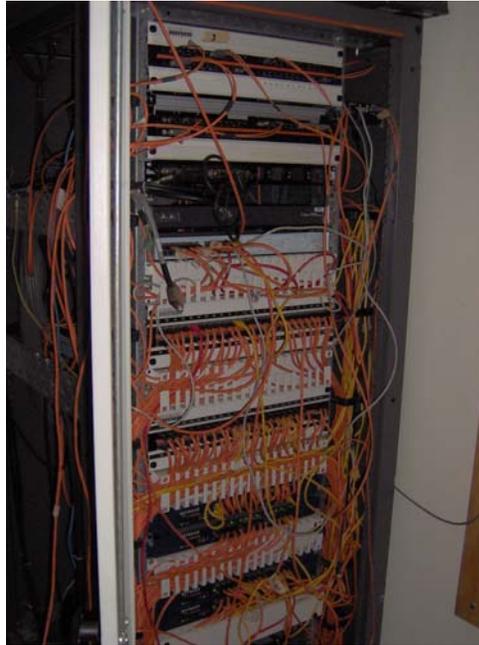


Figura 17. MDF ubicado en el piso 5 del CCLCH. Centro de la estrella de toda la red.

3.2 Descripción de la propuesta

Para la implementación del piloto de Webcasting se deben tomar en cuenta una serie de medidas, como los estándares de compresión de video, los programas comerciales que proveen este tipo de aplicación, incluida la técnica de multicast, tanto desde el punto de vista de los clientes como de los servidores, además de la topología que presenta la red de datos donde se va a implementar el piloto, y por último determinar el tipo de prueba a realizar para que arroje resultados con la menor distorsión posible, debido a factores externos como de elementos intrínsecos a la misma.

3.2.1 Estándar de compresión

Basado en los antecedentes teórico-práctico sobre los protocolos de compresión de video existentes, además de los programas comerciales que los

ofrecen, se decidió implementar el piloto bajo el estándar MPEG-4. Este estándar está altamente difundido y probado; se pudiera decir que hoy en día casi todas las aplicaciones que involucren compresión de video para transmisión sobre Internet utilizan MPEG-4. Otro punto a su favor es el hecho que existe una gran variedad de software gratuito o de fuente abierta “open source” que trabajan con este estándar (VideoLAN bajo plataforma Windows o VideoLAN para Linux “Red Hat”, LiveCaster, entre otros, por citar algunos ejemplo), abaratando de alguna forma los costos de operación, además de ser tan robustos como los comerciales.

3.2.2 Programas que proveen el estándar MPEG-4

Una vez escogido el estándar MPEG-4 como el estándar más adecuado para la implementación del piloto, se procedió a determinar cual era el programa comercial que ofrecía las mejores prestaciones. En tal sentido se decidió trabajar con el paquete *RealProducer Basic versión 10.0.1* (software de codificación), *Helix DNA Server versión 10.1.1.66* (software servidor) y el *Real Player versión 10.5* (software cliente), todos estos paquetes informáticos fueron descargados del sitio Web oficial de RealNetworks totalmente gratuitos, con la salvedad de estar restringidas algunas funciones por no poseer las licencias respectivas.

De igual manera se realizaron pruebas con otras tecnologías, entre ellas, destaca Windows Media que realiza funciones similares a los software nombrados con anterioridad; y por último se decidió trabajar con un software de carácter “open source” (VLC VideoLAN Client).

3.2.3 Descripción general del piloto experimental

El piloto se desarrolló en 3 etapas y a su vez cada etapa se subdividió en tres etapas más conformadas por las pruebas realizadas con las distintas tecnologías escogidas para el piloto (*Windows Media*, *ReaNetworks* y *VideoLAN*). En la primera etapa se realizó una prueba controlada en la unidad de informática de SADPRO, contando para ello con un grupo de computadoras con distintas configuraciones de hardware y software (esta última característica muy similar entre ellas), y se procedió a instalar los respectivos programas de codificación (Encoder) y servidor (Server) en una misma computadora (escogida de forma aleatoria entre las mejores prestaciones del grupo).

La segunda etapa consistió en llevar a cabo la prueba a nivel de todo SADPRO (no con todos los *hosts* existentes); el fin que se buscaba en esta prueba era comprobar como corría la aplicación en una red excesivamente concentrada (sólo posee elementos de capa 1). Por último se efectuó un piloto a nivel de las dependencias de la UCV que se encuentran en todo el edificio del CCLCH, y al igual que en el caso anterior lo que se pretendía era medir el impacto sobre una red más amplia y conmutada; por supuesto sin dejar a un lado como se comportaban las demás aplicaciones que corren sobre esta red de datos, y por ello se finalizaron las pruebas realizando mediciones del comportamiento de la red (mediante un analizador de protocolo o *sniffer*).

3.2.4 Descripción detallada de las etapas del piloto

Tecnología Windows Media: En primer lugar se seleccionó el computador (igual para todas las etapas) para realizar la codificación cuyas características se presentan en la tabla 4. Luego para realizar dicha codificación se utilizó como software el *Windows Media Encoder 9 Series* descargado gratuitamente de la página

Web oficial de Microsoft, además de utilizar el reproductor *Windows Media* incluido como accesorio del sistema operativo Windows 2000 Profesional.

Tabla 4. Características de hardware y software del computador codificador y servidor.

Sistema Operativo	Windows Microsoft 2000 Profesional-Versión 5.0.2195 Service Pack 4
Fabricante del Sistema	Hewlett - Packard / Modelo HP-Vectra
Procesador	Pentium III- 863 MHz
Memoria	260,592 KB RAM
Disco Fijo Local	9,77 GB / 2,16 GB libre // Maxtor 32049H2
Adaptador de Red	3Com 3C920 Controlador Fast Ethernet Integrado
Controlador Gráfico	Intel 82815 Video Accelerator // 4 MB de Memoria interna

Por otro lado se procedió a configurar el Encoder con las siguientes características:

1. Se agregó como fuente de video un archivo previamente codificado con formato MPEG-4 como se muestra en la siguiente figura.

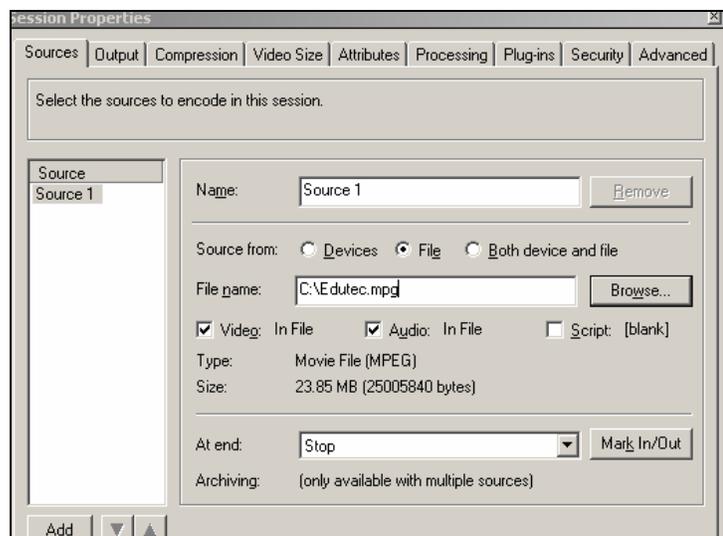


Figura 18. Ventana donde se escoge la fuente a ser codificada.

2. Luego se seleccionó como se quería distribuir el contenido desde el codificador, habilitando en esta prueba la opción de *pull* (donde la conexión es iniciada por el servidor o reproductor) a través del puerto 8080.

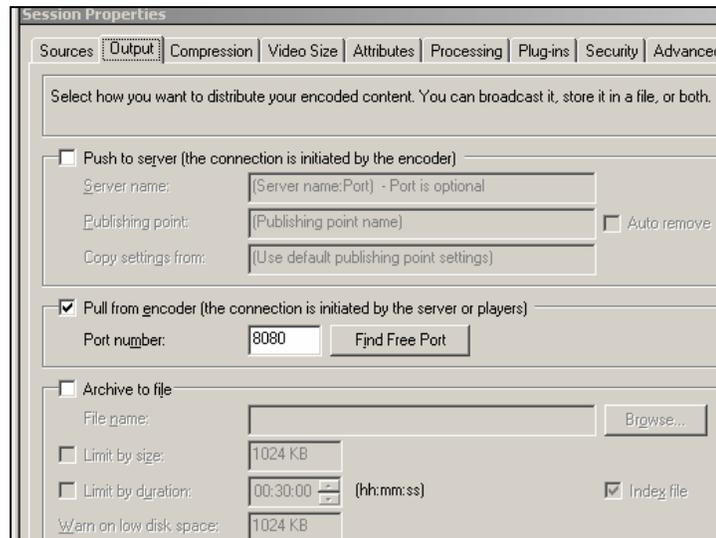


Figura 19. Ventana donde se selecciona la forma de distribución del contenido codificado.

3. Por último se procedió a seleccionar el método de distribución y el perfil de codificación del contenido. El método de distribución escogido fue “Windows Media Server (streaming)”, cuyos perfiles de audio y video fueron “Multiple bit rates video (CBR)” y “Multiple bit rates audio (CBR)”. La tasa de bits total fue de 282 Kbps, a una tasa de cuadros de 29.97 fps y con un tamaño de salida de 320x240. En realidad se hicieron tres pruebas a tasas de 43 Kbps, 109 Kbps y 282 Kbps.

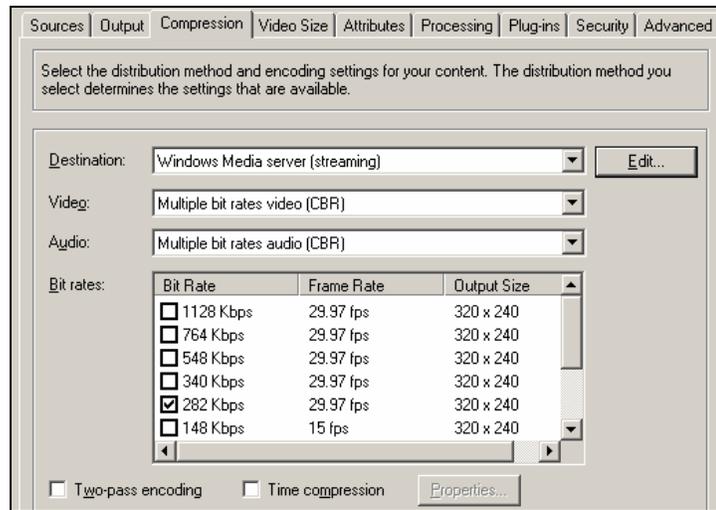


Figura 20. Ventana principal donde se escoge el método de distribución y el perfil de codificación.

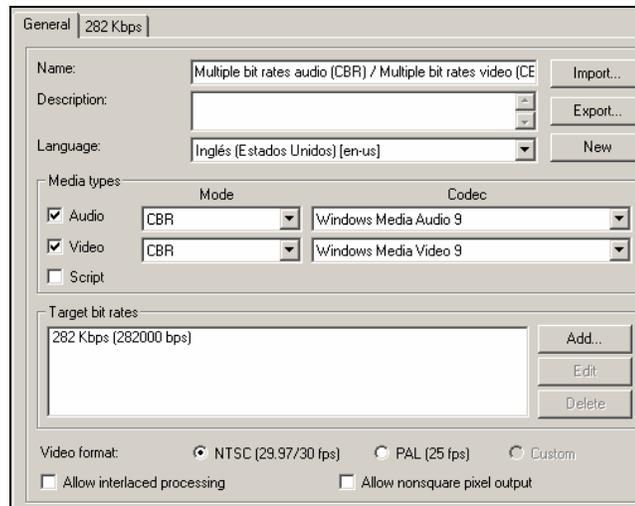


Figura 21. Ventana secundaria donde se determina el perfil de codificación que será recibido por el cliente.

Una vez terminada la configuración del Encoder, se procedió a correr el programa. En paralelo a la prueba se utilizó un analizador de protocolo de red. El analizador de protocolo utilizado fue el software *Agilent Advisor LAN* que nos proveía de una interfaz gráfica muy poderosa en donde se muestra detalladamente el porcentaje de ocupación de la red de datos con una excelente precisión y con el

alcance suficiente al que se persigue con el piloto. En la siguiente figura se muestra una ventana sobre la interfaz gráfica referente al porcentaje de utilización de la red junto con una lista de protocolos vitales, como *Ethernet*, *TCP/IP*, *Novell*, entre otros.

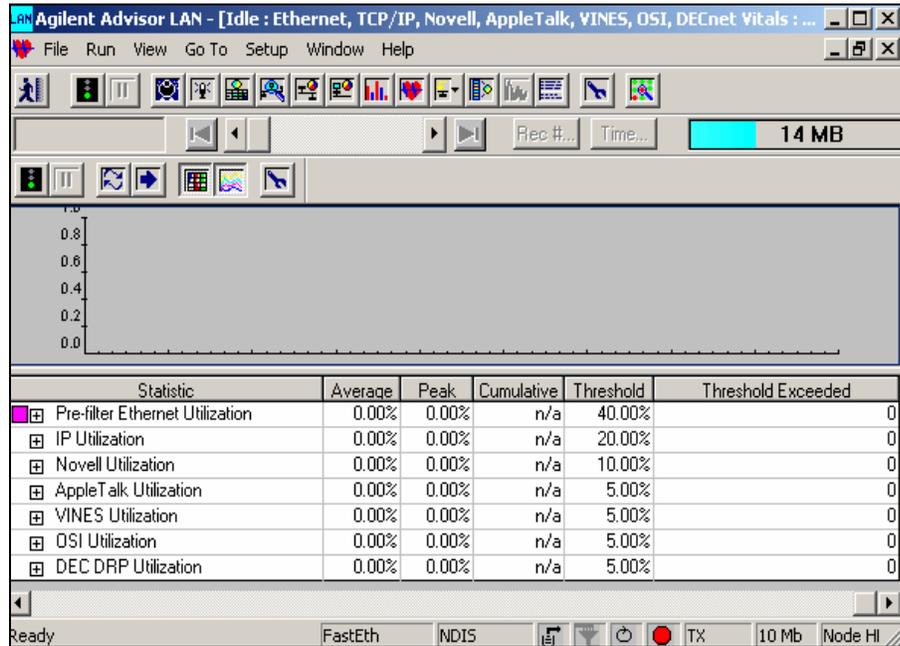


Figura 22. Interfaz gráfica del *Agilent Advisor LAN* que muestra el porcentaje de utilización de una red de datos.

Por otro lado las configuraciones de hardware y software de las computadoras (igual para todas las etapas) que hacían la función de cliente se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Características de hardware y software del computador cliente.

Sistema Operativo	Windows Microsoft 2000 Profesional-Versión 5.0.2195 Service Pack 4
Fabricante del Sistema	Compuesta por diferentes marcas fabricantes
Procesador	Pentium II ~ 300 MHz
Memoria	130,612 KB RAM
Disco Fijo Local	6,04 GB / 81,12 MB libre //Samsung VG36483A
Adaptador de Red	Ethernet PCI Realtek RTL8029(AS) // Ethernet 802.3
Controlador Gráfico	Trident 3D Image975 // 4 MB de Memoria interna

Una vez configurado tanto el *Windows Media Encoder* como el *Agilent Advisor* se procedió a realizar las pruebas pertinentes al caso, con la salvedad que sólo para este caso se pudo generar una distribución del stream a simplemente 5 clientes o *players* debido a las limitaciones del software codificador por ser este de índole propietario. Los resultados de dichas pruebas se muestran en el próximo capítulo.

Tecnología RealNetworks: En este caso se decidió trabajar con los software RealProducer Basic versión 10.0.1 (software de codificación), Helix DNA Server versión 10.1.1.66 (software servidor) y el Real Player versión 10.5 (software cliente).

Las configuraciones del RealProducer se muestran a continuación:

1. Al igual que en el caso anterior lo primero que se hizo fue agregar como entrada un archivo con extensión .mpg. La ventana principal del codificador RealProducer se muestra en la siguiente figura.

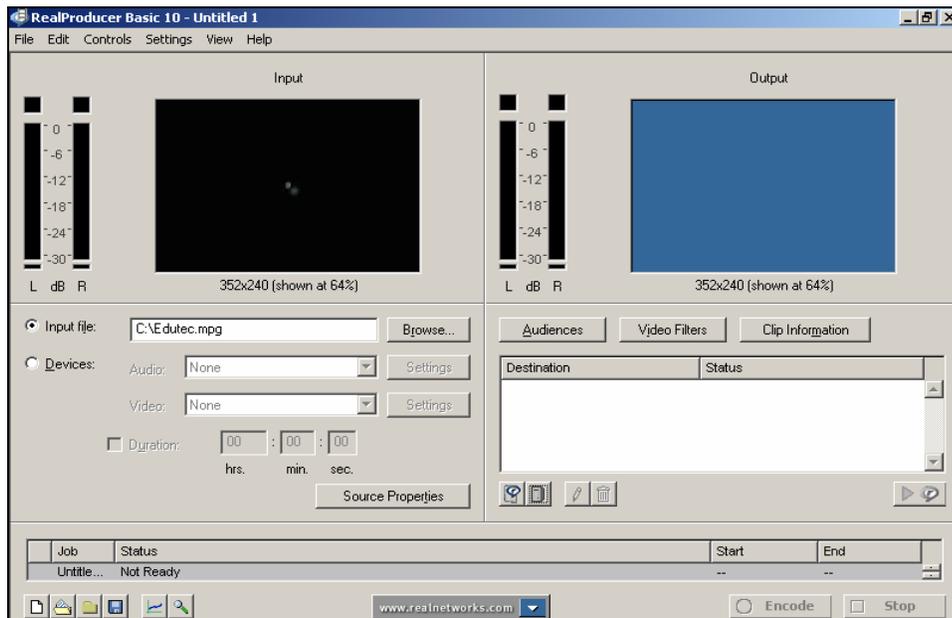


Figura 23. Ventana principal del codificador de RealNetworks.

2. Luego se seleccionó el destino para el archivo codificado, que en este caso era el servidor Helix DNA Server (a través de un *pull* desde el servidor) que se encuentra en la misma computadora, como se puede observar en la siguiente figura.

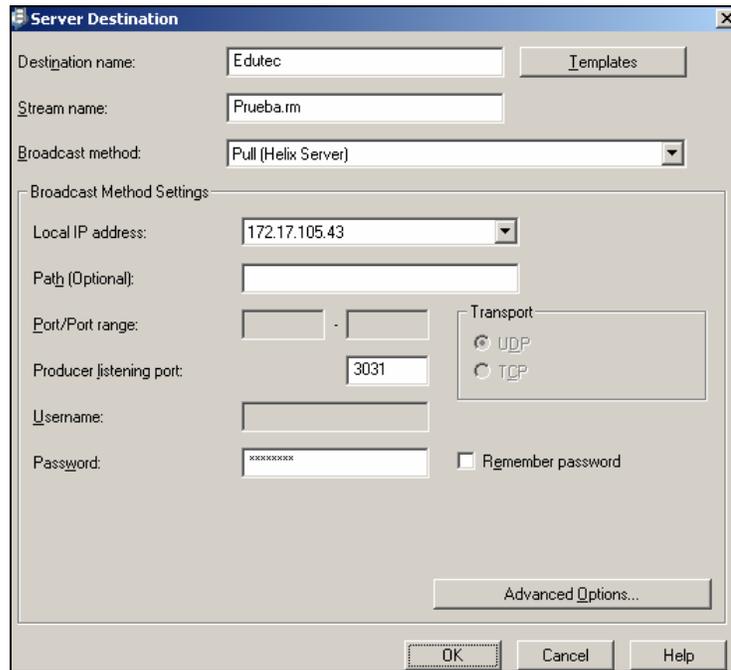


Figura 24. Ventana donde se escoge el servidor destino.

Otros aspectos a resaltar en la configuración es la escogencia del puerto de escucha del codificador predeterminado en 3031 y el password del administrador del servidor que se escoge al descargar el software Helix DNA Server.

3. Por otro lado, se procedió a configurar las opciones de audiencias o “Audiences”, escogiendo entre las principales características para la prueba una codificación a una tasa de 150 Kbps para LAN, el codec de video fue RealVideo 10 y el respectivo codec para voz y codec para música como se muestra en las siguientes dos figuras.

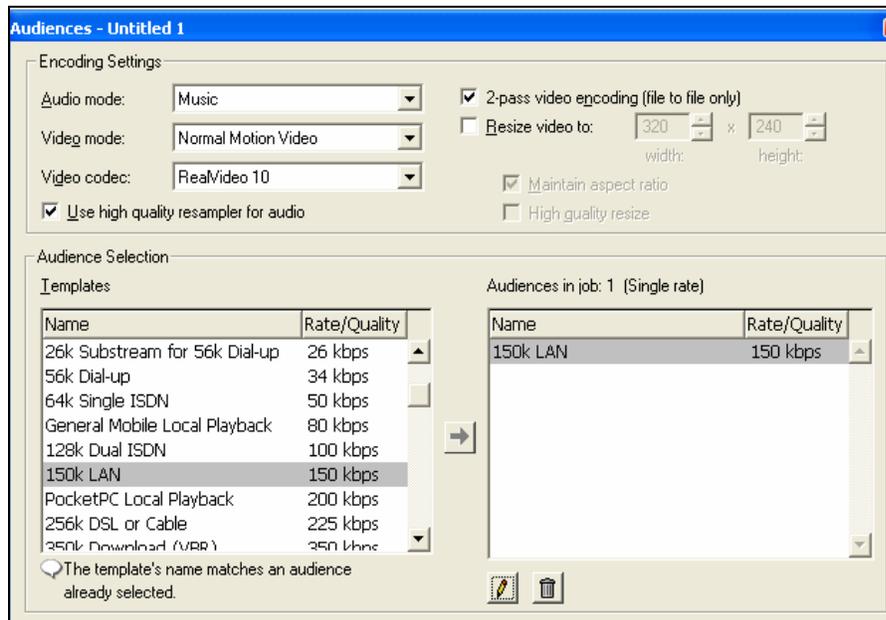


Figura 25. Ventana principal para la escogencia de las opciones de codificación.

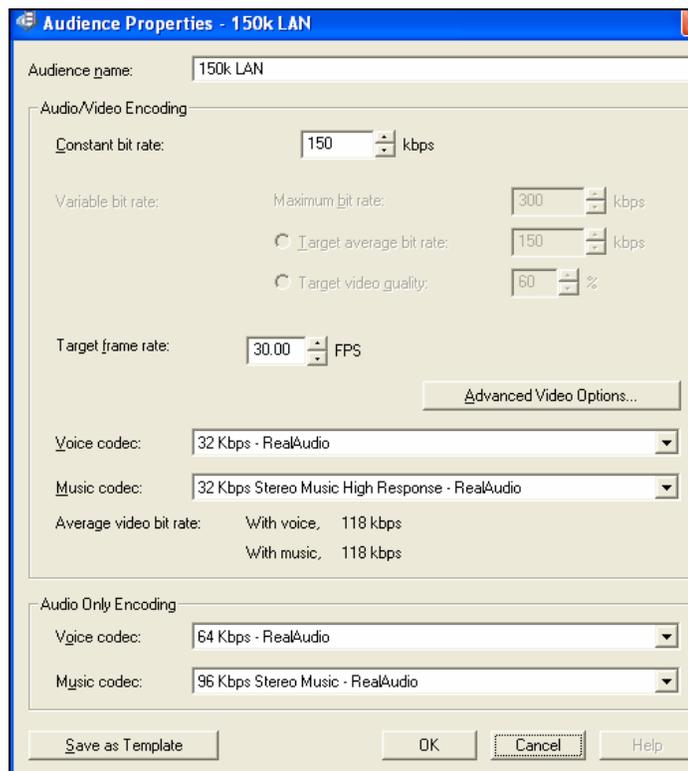


Figura 26. Venta donde se escogen otros parámetros de codificación.

4. Por último una vez realizada las configuraciones pertinentes, se comenzó a codificar el archivo y luego con el administrador del servidor se realizaron los cambios pertinentes para que los clientes reciban el stream de datos.

Configuración del Helix DNA Server: Una de las principales características del servidor *Helix DNA* es la consola de administración, la cual presenta una serie de opciones para la configuración, como las del setup del servidor, en la que se puede determinar los puertos de transmisión o por donde escucha las peticiones el servidor, también es posible configurar los parámetros de seguridad, direccionamiento del contenido, al igual que la forma de distribución del broadcast.

Por otro lado, en la prueba con *RealNetworks* simplemente se realizó un *pull* desde el Encodec de *RealProducer* significando que la conexión la inicia el servidor por lo tanto sólo se configuraron unos pocos parámetros en la consola del servidor (ver anexos B) como los puertos por donde escucha, esto en el *Server Setup*, por ejemplo, puerto 554 para RTSP, puerto 80 para HTTP, 9090 para el monitor (integrado al servidor) y el puerto 26874 para la administración; este último cambia constantemente al iniciar el servidor debido sólo por medidas de seguridad. Además, se seleccionó el número máximo de clientes que podrían recibir el stream de datos (10 clientes), así como el máximo ancho de banda en 1024 Kbps.

Tecnología VideoLAN: Para realizar algunas pruebas con esta tecnología se decidió trabajar con el software *VLC media player 0.8.1*, que realiza las funciones de reproductor multimedia y a su vez es un servidor de stream de prestaciones regulares. Es importante señalar que esta tecnología presenta un software exclusivo para servidor de stream aunque aún está en desarrollo.

Las configuraciones realizadas para la reproducción de stream se muestran a continuación:

1. En primer lugar se procedió a abrir el asistente de volcado *Asistente...: W* que se encuentra en el botón *Archivo: F* de la barra de menú, cuya ventana principal se muestra a continuación. Una vez allí se escogió la opción *Volcado a red*.

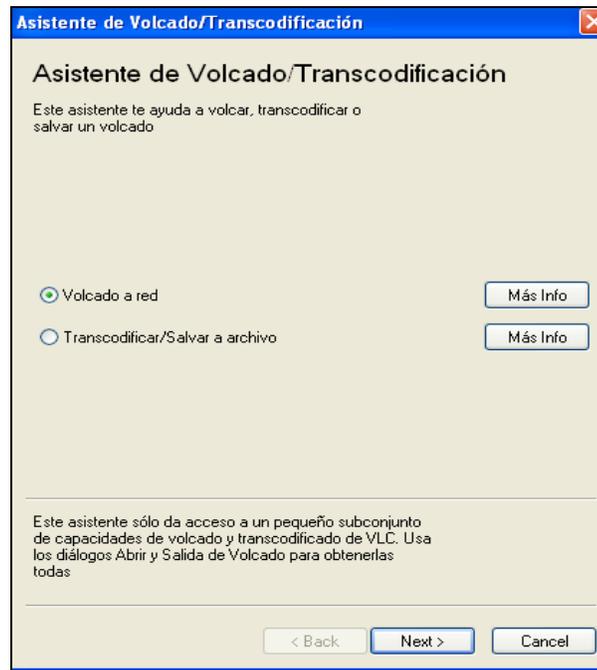


Figura 27. Asistente de Volcado a Red.

2. Al igual que en los casos anteriores se seleccionó el archivo con extensión .mpg a ser codificado y transmitido por la red.
3. Luego se eligió el método de envío del stream hacia la red. En nuestro caso se escogió la opción “UDP Multicast” como se muestra en la siguiente figura, cuya dirección multiemisión seleccionada fue la 239.255.25.25 (el programa recomienda una dirección para uso privado a partir de la 239.255).

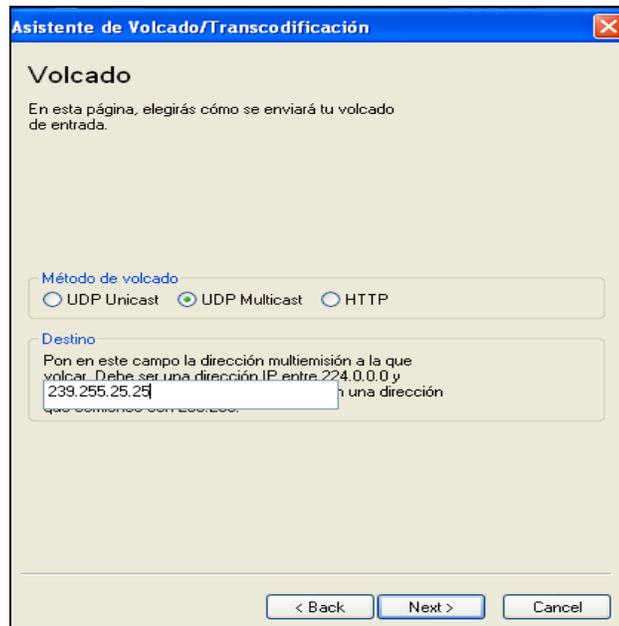


Figura 28. Ventana donde se escoge el método de envío del stream.

4. Luego se procedió a elegir el formato de encapsulamiento (ver anexo A, características multimedia de VLC y VLS), aunque sólo estaba disponible un único formato el “MPEG-TS”, sin embargo es el más apropiado para el envío de stream por una red de datos.

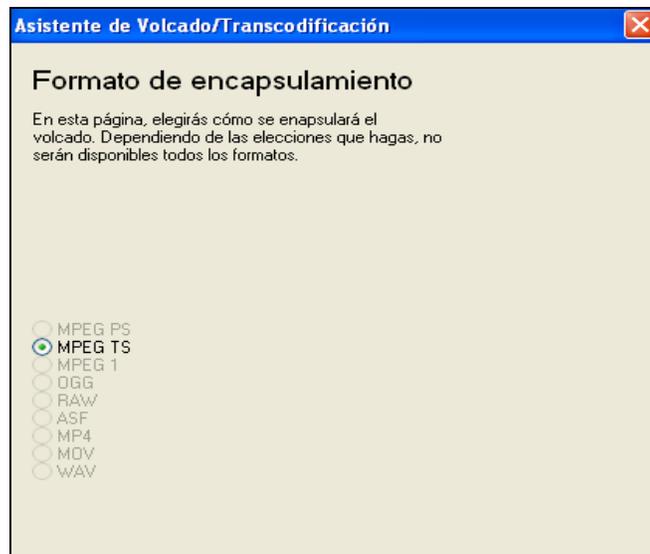


Figura 29. Ventana donde escoge el formato de encapsulamiento para el stream.

5. Por último se procedió a escoger la “Time to Live (TTL)” que indica el número de routers por los que pasará el stream de datos, y en nuestro caso se seleccionó por defecto 1 (uno), ya que la señal no atravesará ningún router.

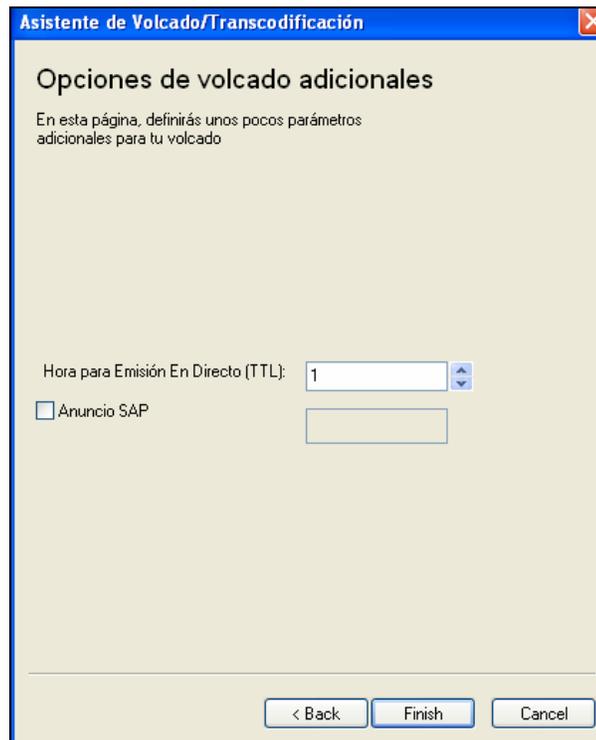


Figura 30. Ventana donde se muestra la opción de escoger el número de routers por los que pasará el stream de datos.

Luego de realizar todos los pasos anteriores se está listo para enviar el video por la red de datos. Ahora, en los siguientes pasos se muestra como recibir el flujo de datos que fue enviado desde el VideoLAN cliente:

1. El mismo software que sirvió como servidor es utilizado ahora como cliente; para ello se escoge la opción *Abrir Volcado de Red...:N* que se encuentra en el botón *Archivo: F* de la barra de menú en la ventana principal, desplegándose la ventana de *Localizador de Fuente de Medios (MRL)* como se muestra en la siguiente figura.

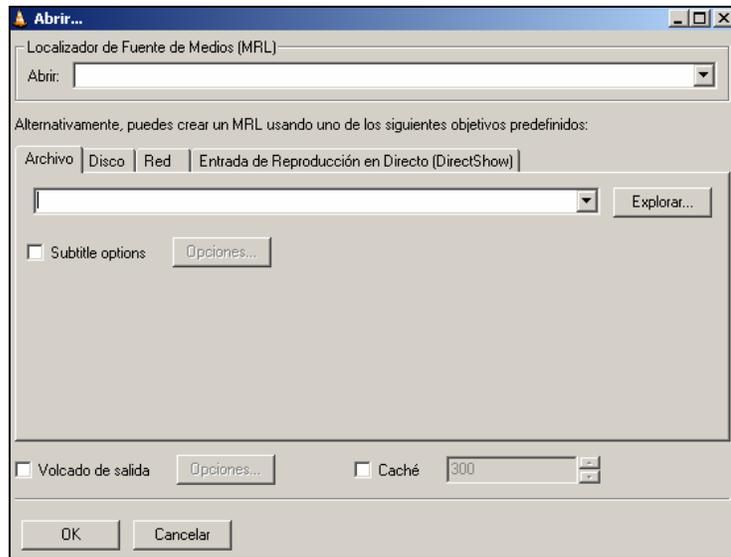


Figura 31. Localizador de Fuente de Medios (MRL).

2. Ahora, se procede a escoger la ficha de nombre *Red* y se selecciona la opción *UDP/RTP Multiemisión*, debido a que fue el método de distribución escogido previamente para generar el stream. Luego, se coloca la dirección multiemisión 239.255.25.25 junto con el puerto 1234 (seleccionado por defecto) como se muestra a continuación, y así comenzar a recibir el stream de datos.

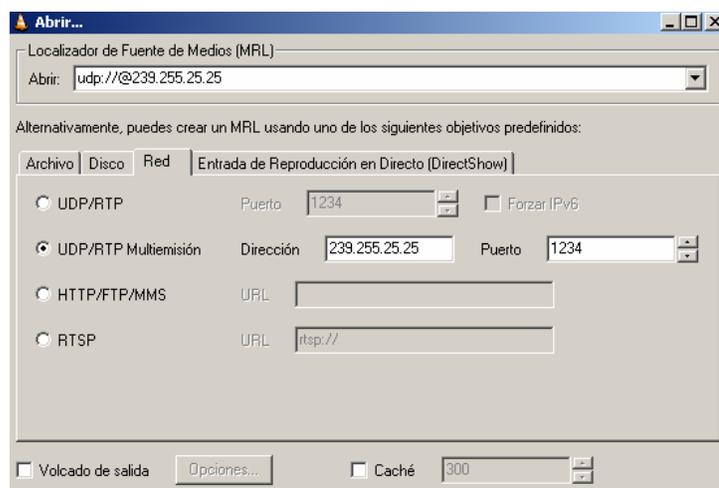


Figura 32. Localizador de Fuente de Medios (MRL).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO

Por medio de la herramienta de análisis de protocolo de red *Agilent Advisor LAN* se pudo determinar durante el desarrollo de las pruebas el impacto que causa la aplicación de Webcasting sobre la red de datos de SADPRO.

Como se mencionó en el capítulo anterior, las pruebas se realizaron en tres etapas definidas por los tres tipos de tecnologías utilizadas, y al igual que ello las pruebas de análisis del porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO se basaron en ese orden, resaltando el hecho que sólo se realizó una medición del porcentaje de utilización de la red sin correr la aplicación de video stream, para tener así una base sólida e igual para todas las tecnologías sobre el estado de la red de datos.

4.1.1 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO antes de realizar las pruebas

A continuación se muestran unas gráficas sobre el porcentaje de utilización de la red de datos antes de realizadas las pruebas para poder tener una referencia sobre el comportamiento de la misma a la hora de implementar el piloto. Por ejemplo, en la figura 33, se observa como el porcentaje de utilización de la red presenta un promedio de 2,36 % sobre un total de 100 %. Además se puede observar que la mayor ráfaga de datos alcanzó los 54,07 %, aunque en un período de tiempo muy breve.

Por otro lado, se puede ver como en la figura 34, el promedio estuvo en 0,48%, presentando un pico de 3,01 % de corta duración. Es importante señalar que

las muestras se tomaron entre lunes y viernes, a distintas horas del día comprendidas entre las 9:00 a.m. y las 4:00 p.m.

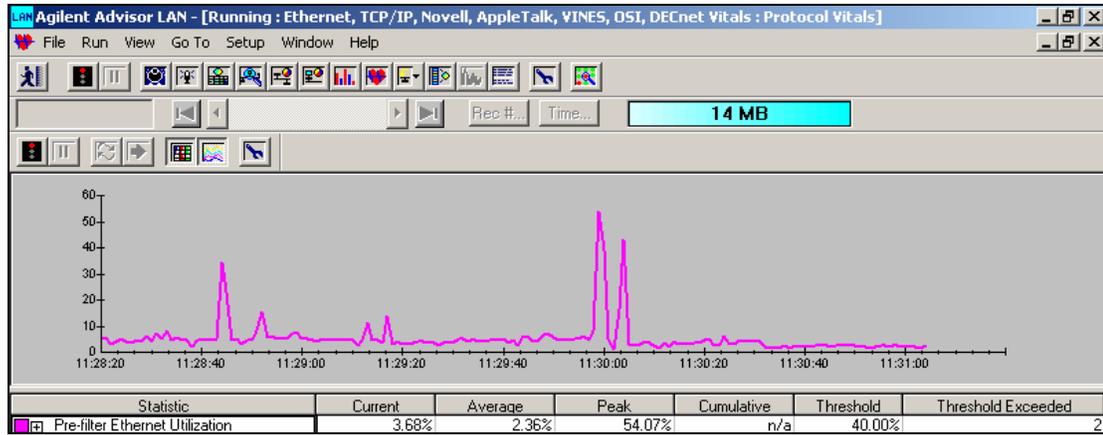


Figura 33. Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO-UCV sin efectuar ninguna prueba.

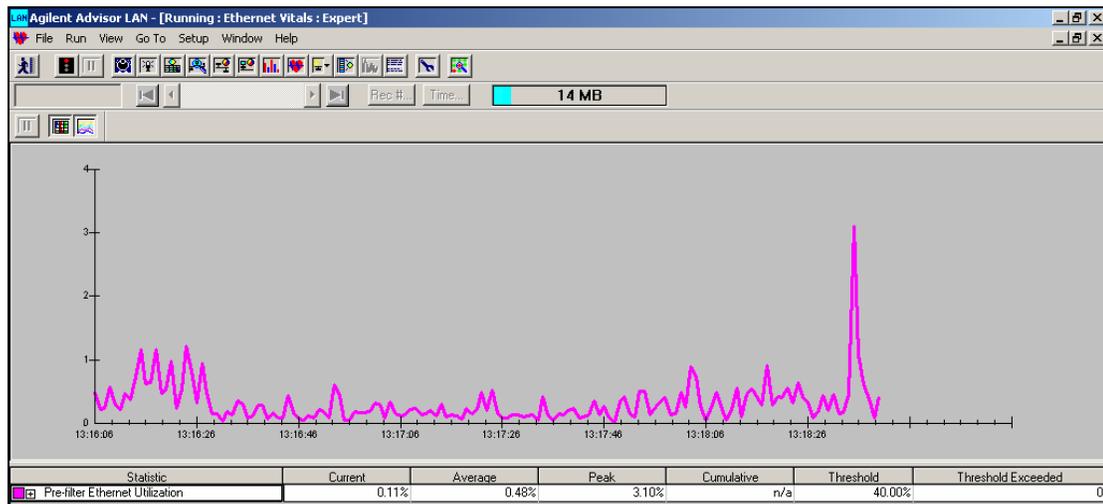


Figura 34. Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO-UCV sin efectuar ninguna prueba.

De estas dos gráficas se evidencia que el grado de utilización de la red de datos de SADPRO es muy inferior a lo esperado, tomando en cuenta que sólo posee elementos de capa 1, y considerando el hecho que el promedio aceptable para que una

red datos este optimizada esta entre 40 % y 50 %, demuestra sin duda alguna que esta red está siendo subutilizada. También hay que hacer referencia a que estas gráficas presentan una serie de ráfagas, unas de menor o mayor duración al igual que la amplitud, pero que no necesariamente sea esta la tónica; se pudiera dar el caso de ráfagas de mayor repercusión sobre la red de datos, debido a transferencia de archivos entre los usuarios, sólo por mencionar un ejemplo; esto si que provocaría un estudio más detallado de las futuras aplicaciones sobre esta red, sin embargo la situación actual no lo amerita, en lo concerniente a esta subred.

4.1.2 Porcentaje de utilización de la red datos de SADPRO al implementar la tecnología de Windows Media

Una vez codificado o encapsulado el archivo original MPEG-4 en un formato .wmv apto para la transmisión sobre una red de datos y con ciertas características de codificación propias de la tecnología como la generación de “Multiple bit rates (CBR)”, se procedió a registrar el impacto que se causaba sobre la red datos mediante el analizador de protocolos, obteniendo de esta manera las siguientes gráficas:

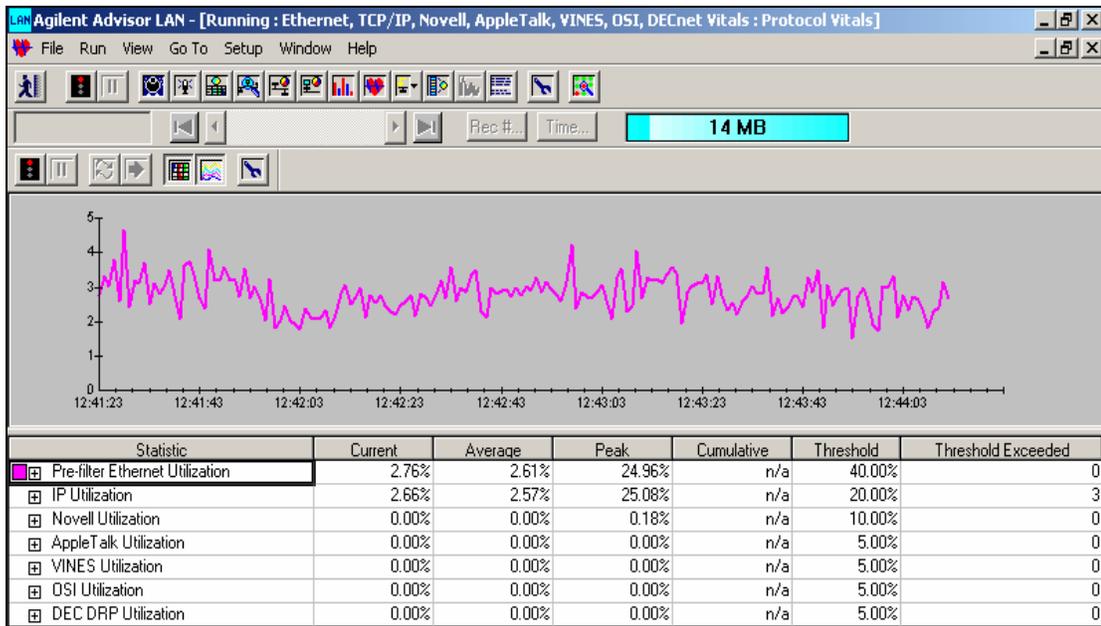


Figura 35. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 43 Kbps, 15 fps y a una imagen de 160x120.

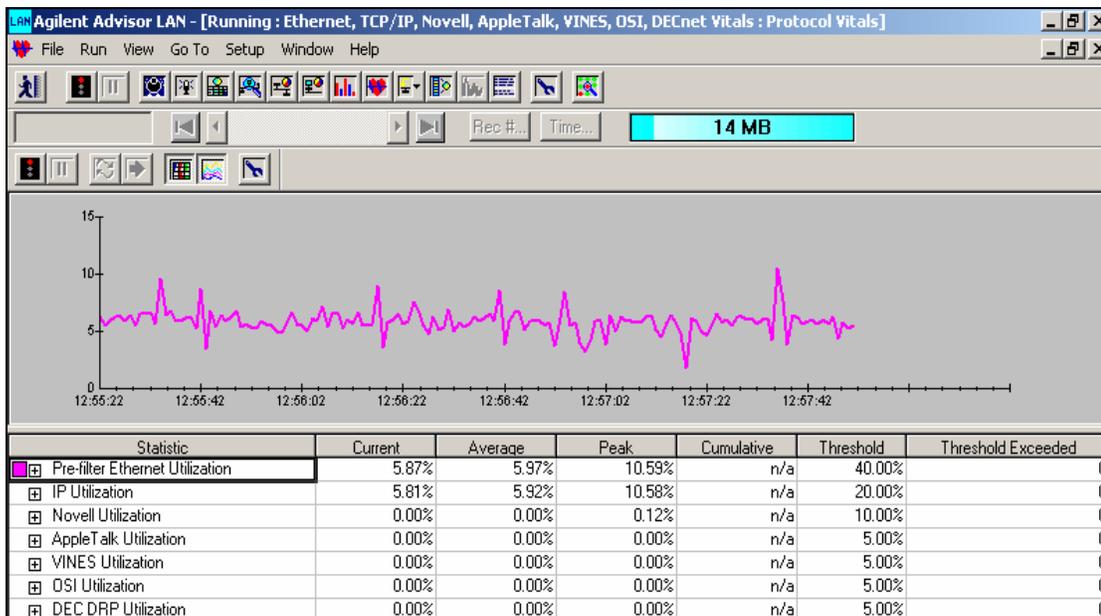


Figura 36. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 109 Kbps, 15 fps y a una imagen de 240x180.

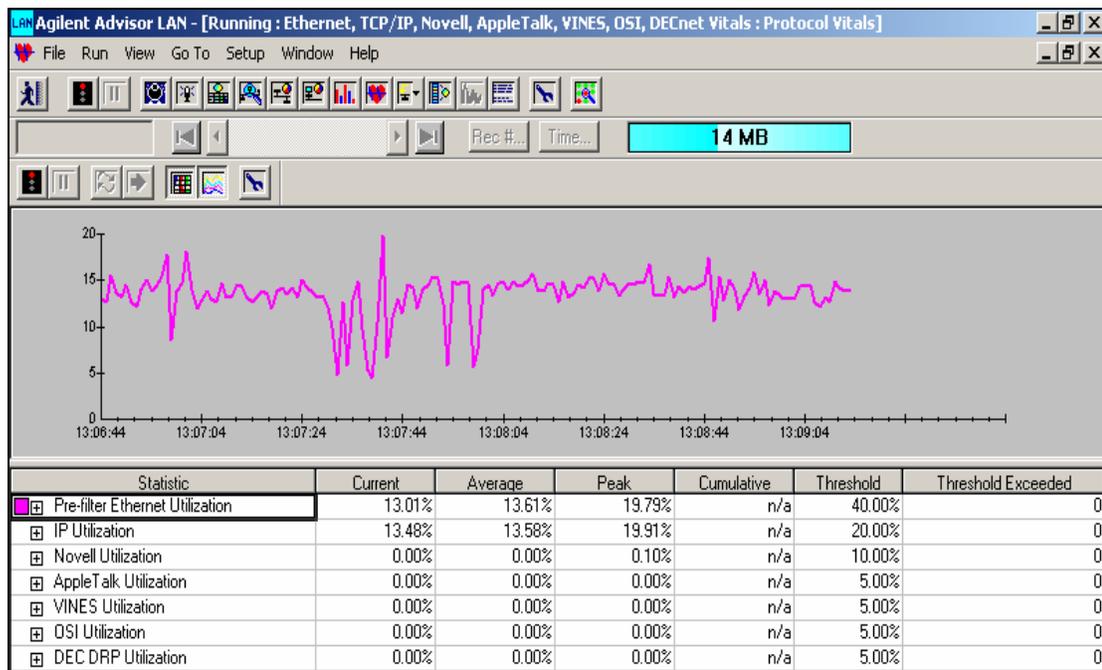


Figura 37. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 282 Kbps, 29,97 fps y a una imagen de 320x240.

De las figuras anteriores, se puede observar como en esta prueba se produce sencillamente un proceso de unicast, en donde cada cliente solicita un stream de datos, pero el servidor sólo los entregas de manera individual a cada player, provocando de esta manera un consumo considerable del ancho de banda. Además, en estas gráficas se muestra como al aumentar la tasa de bits en la codificación el ancho de banda crece considerablemente, se pudiera decir que aumenta a razón de 2 por cada 5 clientes (que es el máximo número de clientes permitido, debido a limitaciones por ser un software gratuito). Por otro lado, se pudo verificar que la calidad del video para una tasa de 282 Kbps produce una buena percepción (corroborada por los usuarios de SADPRO), aunque a una tasa de 340 Kbps, que es la tasa de codificación más próxima a 282 Kbps, sería suficiente para que el video transmitido sea perfectamente percibido por los usuarios.

4.1.3 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO al implementar la tecnología VideoLAN

Al implementar la tecnología VideoLAN, cambia la situación totalmente debido a que el método de entrega de los datos hacia la red es por UDP Multicast.

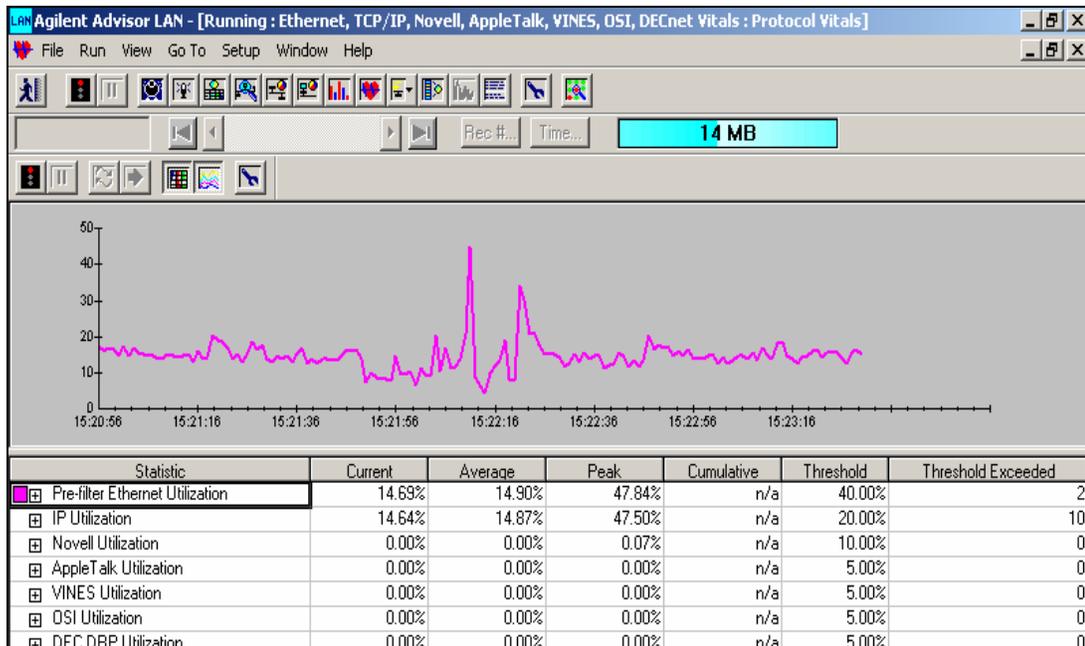


Figura 38. Porcentaje de utilización de la red datos utilizando el codificador y servidor de VideoLAN.

Aunque la red de SADPRO no es apta para distribución multicast, si lo es para transmisión de *broadcast*. Esto pareciera ser un impedimento en la realización del piloto, sin embargo se pudiesen extrapolar ciertas características referentes al multicast, como de hecho se hará, ya que la principal función del broadcast es la transmisión de stream de 1 a muchos clientes simultáneamente, con la salvedad, que es imposible escoger un grupo en específico al cual enviar los datos sin que otros lo reciban.

Por otro lado, una vez configurado el servidor de stream de *VideoLAN* (VLC), se procedió a capturar los paquetes enviados a la red, y como se puede ver en la

figura 38, el porcentaje de utilización de la red permaneció constante en aproximadamente 15 %, a pesar que la cantidad de clientes era 5 (cinco) veces mayor que en la prueba de Windows Media.

4.1.4 Porcentaje de utilización de la red de datos de SADPRO al implementar la tecnología RealNetworks

Como se había dicho en el capítulo anterior, la prueba realizada con la tecnología RealNetworks se basó simplemente en un *pull* desde el codificador de RealProducer hacia el servidor, para que luego los clientes lo soliciten a este (Helix DNA Server).

Por otro lado, la tasa de codificación fue de 150 Kbps con sus respectivos codecs, y a la hora de reproducir los videos, sólo se hizo efectivo desde 5 *players*, obteniendo como se puede ver en la figura 39, que el porcentaje de utilización de la red de datos para el momento en que los cinco clientes estaban conectados era de 7,61%. El valor promedio y pico que se observa en la gráfica no necesariamente concuerda con los resultados esperados en la prueba, ya que para el momento de ejecutar el analizador de red otras aplicaciones estaban corriendo y hacían uso de grandes recursos.

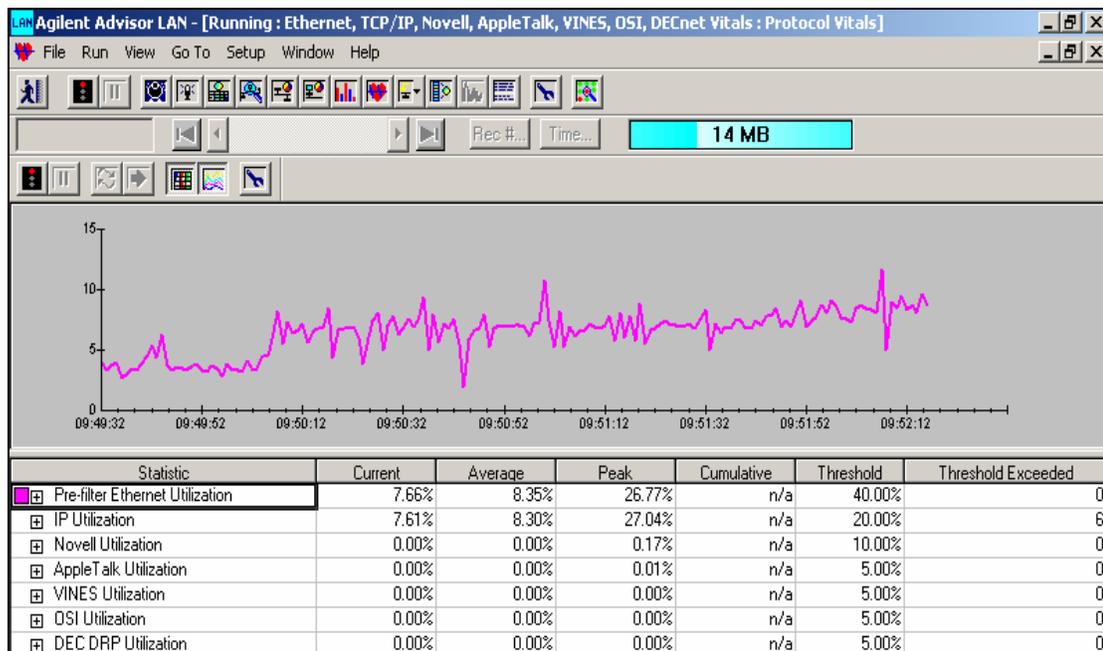


Figura 39. Porcentaje de utilización de la red datos debido a un bit rate de 150 Kbps, 30 fps y a una imagen de 320x240.

De todos modos se puede observar que, al igual que en el caso de Windows Media el método de entrega del stream es por *unicast*, ya que el porcentaje de utilización crecía con cada nueva conexión y permanecía estable entre cada una de ellas.

También, se pudo comprobar que la calidad de los videos era buena, comparado con los videos de Windows Media con la tasa de codificación más próxima a 150 Kbps que es de 148 Kbps. Otra diferencia importante de acotar, es el hecho que el *RealProducer* es más lento para codificar que *Windows Media Series 9* y este a su vez es más lento que la tecnología VideoLAN; por supuesto que estas diferencias en las velocidades de codificación pueden ser inversamente proporcional a la calidad de los videos (como es el caso de codificar a doble pasada); a mayor velocidad de codificación se desmejora la calidad de codificación.

CONCLUSIONES

Entre los avances de la tecnología orientada hacia la Internet, sin duda alguna, el desarrollo del video streaming es uno de los más interesantes que se presentó en estos últimos años, y con la inclusión del multicast, toma una visión más amplia la transmisión de videos por la red, debido a la creciente demanda de servicios que se ofrecen y que necesitan de una gran cantidad de ancho de banda para no desmejorar la QoS.

Aunque no se pudo realizar en este trabajo una experiencia relacionada con la técnica de multicast, debido principalmente a que no se contaba con una red de datos apta para multidifusión, motivado por las limitaciones del equipamiento activo. En cambio, sí se logró demostrar que con la escogencia de una tecnología adecuada o acorde con la red de datos de la UCV se pudiera implementar un broadcasting a gran escala, y por qué no, a nivel de todo el campus universitario. No se quiere decir con esto que se deseche la idea del multicast, al contrario, sería este el comienzo para que con cada cambio a la infraestructura de la red de datos se le fuese añadiendo el equipamiento que soporte multicast contando por supuesto con la experiencia que arrojó este trabajo.

Las pruebas realizadas en las instalaciones de SADPRO-UCV fueron determinantes a la hora de experimentar con la transmisión de videos por una red de datos no planificada y sumamente concentrada, y así demostrar como se hacía uso del ancho de banda junto con la calidad de los videos vistos en los respectivos players.

También, se dejó constancia del uso de diferentes tecnologías que proveen la generación de stream de audio y video, para que se emitiera un mejor juicio sobre cual tecnología era la más idónea a la hora de llevarla a la práctica. Aunque los resultados no fueron muy explícitos debido a las limitaciones presentes tanto en la red de datos como de los software utilizados, ya que eran versiones gratuitas o en

desarrollo, sin embargo se pudiera decir que los resultados de las pruebas realizadas con la tecnología VideoLAN dan ventaja sobre las otras, ya que se asemejan más a los resultados esperados a una prueba con multicast, además de contar con el hecho que es un software *open source* y gratuito, con la salvedad que esta tecnología no presenta desarrollos en el área de la codificación a diferentes tasa de bits que si lo presenta Windows Media (Variable Bit rate y Constant Bit rate) y RealNetworks (Sure Stream) por nombrar algunas características.

Otro aspecto importante, es el hecho que se trabajó con el estándar MPEG-4, con archivos cuya extensión eran mpeg4 y formatos contenedores de tipo MPEG-TS (este último sólo para el caso de la tecnología VideoLAN). Es importante resaltar que este estándar es hoy en día unos de los de mayor auge en la transmisión de video por Internet, cuenta con una ventaja principal, que es rápido codificando videos de alta calidad y que maneja la información multimedia de manera tal que puede ser transmitida y visualizada de forma eficiente en ambientes de red heterogéneos y posiblemente bajo condiciones severas de congestión y errores de transmisión.

Es así, como, con la elaboración de este trabajo, se da un paso importante para que esa gran cantidad de información audiovisual presente en SADPRO sea de alguna manera expuesta por otros medios de distribución como la Intranet, y quizás llegar a generar en un futuro un canal de televisión para la comunidad universitaria que presente una arquitectura basada en el video stream por multicast.

RECOMENDACIONES

- En primer lugar se recomienda establecer una red piloto adecuada para el soporte de multicast, que permita aprovechar las consideraciones hechas en este trabajo sobre broadcast y complementarlas con las de multidifusión para generar una verdadera red de video streaming en el campus universitario.
- Poner en aviso a las autoridades sobre la necesidad de incluir en los proyectos de mejoramiento de la red de datos de toda la Intranet de la UCV sobre el uso de equipos que soporten los protocolos multicast, como lo es el caso de IGMP en su versión 3 e IGMP Snooping.
- Se recomienda implementar la tecnología RealNetworks para la transmisión de video bajo la modalidad de broadcast, debido a que posee un software servidor con una consola con mayores opciones de administración (para la seguridad, monitoreo, etc.), además de ser quizás la tecnología de mayor preferencia a nivel mundial para tal fin.
- También se recomienda hacer un seguimiento a la tecnología VideoLAN Server (VLS), tomando en cuenta que en este trabajo se probó el software cliente que realiza de igual forma la función de servidor y de manera aceptable; cuenta además con el aval de ser un software gratuito y de fuente libre que abarataría los costos de una posible implementación.

BIBLIOGRAFÍA

Fajardo A., Jesús. Estudio comparativo de las diferentes propuestas a estándares en el procesamiento de video para la tecnología multimedia / (Tesis).—Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1997.

Martínez, Jorge. Implantación del servicio Infobolsa basado en IP Multicast en la red del Mercado Bursátil de Caracas / (Tesis).—Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2002.

Romero P., Alexander J. Diseño de un circuito cerrado a través de una red LAN / (Tesis).—Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004.

Romero M., Brunil. Estudio de la Aplicación del Estándar MPEG-4 en el Video Streaming sobre Internet para la Educación a Distancia / (Tesis).—Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2003.

Vivas M., Pedro L. Actualización de la red de datos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. / (Tesis).—Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004.

Moreno N. Carlos, Fernández L. Estudio comparativo entre Protocolos de Membresía de Grupos IP Multicast en Redes Ethernet Conmutadas. Caso de estudio: Utilización de la Videoconferencia.—Caracas: CISCI, 2003.

Moreno N. Carlos, Fernández Luis. Modelaje de Protocolos de Membresía de Grupos IP Multicast en Redes Ethernet Conmutadas. Caso de estudio: Utilización de la Videoconferencia.—Caracas: CISCI, 2003.

Internet Protocol Multicast Standards Initiative. <<http://www.ipmulticas.com>> [Consulta: 2005]

Cisco Systems. <<http://www.cisco.com>> [Consulta: 2005]

Asignación de Direcciones Multicast para el Protocolo Internet v4. <<http://www.iana.org/iana/assignments.html>> [Consulta: 2005]

Industria de tecnología basada en redes de datos. <<http://www.3Com.com>> [Consulta: 2005]

RealNetworks. <<http://www.realnetworks.com>> [Consulta: 2005]

Microsoft Corporation. <<http://www.microsoft.com>> [Consulta: 2005]

VideoLAN, VLC Media Player. <<http://www.videolan.org/streaming>> [Consulta: 2005]

Cálculo del Almacenaje y Transferencia del Streaming <<http://www.streamingmedia.com>> [Consulta: 2005]

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ancho de Banda:

Es la cantidad de datos por segundo que puede ser entregado a una computadora. El término ancho de banda también es utilizado en tasas de datos al hablar de video.

ASF:

(Advanced Streaming Format – Formato de Streaming Avanzado) es un formato de archivo del reproductor de medios de MS WINDOWS para audio y video en Internet y otras redes. Es un formato altamente flexible y comprimido que contiene stream de audio, video, presentaciones y eventos sincronizados.

AVI:

(Audio Video Interleave – Interpolación de Audio y Video) es un formato de video de MS WINDOWS para la sincronización y la compresión de señales de audio y video. Es un formato basado en BITMAP, y es el más común para los datos de audio/video para PC, pero es demasiado grande para utilizarse con eficiencia a través de Internet.

Broadcasting:

Es el proceso de enviar los datos simultáneamente a todas las estaciones en una red.

Buffering:

Los reproductores de medios asimilan los datos entrantes y los presentan al espectador, como audio y/o video. Durante la congestión de red, estos datos no son suficientes para que el reproductor de medios continúe y por lo tanto, el reproductor debe detenerse brevemente para recibir más datos antes de reasumir la reproducción. Este proceso se llama el “rebuffering”. Para ayudar a evitar el “rebuffering”, los reproductores de medios buffer almacenan cierta cantidad de datos de reserva al principio, antes de reproducir el clip.

Caudal (Throughput):

Representa la tasa efectivamente transmitida (en bit/s o bytes/s). En las redes de paquetes, el caudal es inferior a la tasa máxima posible, es decir, la velocidad del medio, debido a que la red es compartida con otros usuarios, lo que genera colas.

Codec:

Compresión – Descompresión. El codec codifica datos para la transmisión eficiente y luego decodifica los datos recibidos para su presentación.

Codificación:

Se refiere al proceso de convertir los archivos digitalizados a un formato de streaming.

Decodificador:

Herramienta que permite reconstruir un archivo codificado o stream de datos.

Internet:

Red global descentralizada. La WWW es sólo parte de esta red; entre otros componentes están: e-mail, news, servers, gopher y telnet.

Intranet:

Red privada basada en la misma tecnología de Internet.

Meta Archivo:

Archivo que provee información sobre los archivos Windows Media y su presentación.

MPEG:

Moving Picture Expert Group. Es considerado un tipo de compresión y formato de video.

MPEG-1:

Estándar de código de imágenes en movimiento y audio digital asociado a medios de almacenamiento digital a 1,5 Mbps.

MPEG-2:

Segunda fase de MPEG, protocolos para la recuperación y almacenamiento de los datos MPEG desde hacia un medio de almacenamiento digital.

MPEG-4:

Tecnología estándar multidisciplinaria para crear y difundir, de forma más eficiente y con mayores prestaciones, contenidos multimedia e interactivos en entornos múltiples (computadoras personales, dispositivos inalámbricos, navegadores de Internet y mucho más). Es eficiente y estable para conexiones de banda angosta.

Multicast:

Distribución simultánea de streams de 1 a muchos clientes, donde los clientes son típicamente una subred de una red.

QoS:

La calidad de servicio de una red es su capacidad de llevar la información desde la fuente al destino en forma rápida y confiable.

RealPlayer:

Software reproductor de streaming media sobre Internet creado por RealNetworks.

Stream:

Es cada una de las transmisiones de archivos de streaming entre un servidor y un usuario.

Streaming Media:

La tecnología de streaming media convierte archivos audiovisuales a los formatos digitales que se pueden reproducir inmediatamente por las computadoras. Es comparable al proceso que permite a uno seleccionar en un TV y recibir inmediatamente un programa, o al igual que una radio y recibir inmediatamente el sonido. El término general “streaming media” incorpora todos los formatos creados específicamente para el audio, video y los multimedia que se transmiten en Internet.

Tasa de bits (bit rate):

Es la cantidad de dato requerida para transmitir 1 segundo de información de audio. Por ejemplo, un bit rate de 24 Kbits/s indica que el audio requiere 24Kbits o 3 Kbytes de datos, para transmitir un segundo de información de audio. Para poner el bit rate en contexto: Un módem de 28,8K puede manejar un máximo de 28,8 Kbits/s de datos, mientras que un CD-player de audio puede leer datos de un CD a un bit rate de 1411 Kbits/s.

Tasa de frame (Frame rate):

Es el número de frames (cuadros) por segundo. Los formatos que se mencionan a continuación, que son los más comunes, trabaja con las tasas de frame que se indican: películas (24fps), NTSC (29,97fps), PAL (24fps), Web (30,15,12fps).

Unicast:

Distribución de los stream 1 a 1 para cada uno de los clientes.

Video Streaming:

Tecnología que toma ventaja de los avances en técnicas de escalabilidad y compresión, así como también del uso de protocolos de red que han sido desarrollados para el streaming media en tiempo real.

Webcasting:

Es una forma de broadcast en vivo a través de la World Wide Web (WWW).

ANEXO 1

FORMATOS MULTIMEDIA QUE SOPORTA VIDEOLAN CLIENTE EN DIFERENTES SISTEMAS OPERATIVOS

Características Multimedia de VLC y VLS							
Sistemas operativos que soporta VideoLAN			X				
Entradas	UDP Unicast / Multicast	Si	Si	Si	sólo unicast	Si	Si
	RTP Unicast / Multicast	Si	Si	Si	sólo unicast	Si	Si
	http	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	FTP	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MMS	Si	Si	Si	Si	Si	-
	File	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	DVD	Si	Si	Si	Si	Si	-
	VCD	Si	Si	Si	No	Si	-
	SVCD	Incompleto	Incompleto	Incompleto	No	No probado	Incompleto
	Audio CD	Si	Si	Si	No	No probado	-
	DTS Audio CD	No	No	No	No	No	-
	DVB-S/C/T	No	No	V4L2	No	No	-
	MPEG encoding card	Direct Show	No	Si	No	No	-
	Video acquisition	Direct Show	No	V4L	No	No	V4L No probado
Formatos de entrada	MPEG ES/PS/TS/PVA/mp3	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	AVI	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	ASF/wmv/wma	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Ogg/OGM/Annodex	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MP4/MOV/3gpp	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Matroska	Si	Si	Si	Si	No probado	No
	Real	No	No	No	No	No	No
	Wav	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	DTS Wav	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Raw DV	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Raw AAC	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Raw ac3/a52 audio	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Raw DTS audio	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	FLAC audio	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Codecs de video	MPEG-1	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MPEG-2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	DivX 1/2/3	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MPEG-4/DivX5/ XviD/3ivX D4	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	H264	Experimental	Experimental	Experimental	Experimental	Experimental	Experimental
	Sorenson (SVQ 1/3)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	DV	Si	Si	Si	Si	Si	FFmpeg
	Cinepak	Si	Si	Si	Si	Si	No
	Theora (alpha 3)	Si	Si	Si	Si	Si	No
	H263/H263i	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MJPEG A/B	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	WMV 1/2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	WMV 3	Si	No	No	No	No	No
	Indeo Video v3 (IV32)	Si	No	No soporta PPC	Si	No soporta PPC	Si
	Indeo Video v4-5 (IV41)(IV51)	No	No	No	No	No	No
Real Video	No	No	No	No	No	No	
Subtítulos	DVD	Incompleto	Incompleto	Incompleto	Incompleto	lcomplete	-
	SVCD	Si	No probado	Si	No probado	No probado	Si
	CVD	Si	No probado	Si	No probado	No probado	Si
	DVB	Si	Si	Si	Si	Si	-
	Closed Captioning	No	No	No	No	No	-
	OGM	Si	Si	Si	Si	Si	-
	Matroska	Si	Si	Si	Si	No probado	-
	MicroDVD	Si	Si	Si	Si	Si	-
	Vobsub	Si	Si	Si	Si	Si	-
	SubRIP	Si	Si	Si	Si	Si	-
	SubViewer (v1 & v2)	Si	Si	Si	Si	Si	-
	SSA1-4	Si	Si	Si	Si	Si	-
	SAMI	Si	Si	Si	Si	Si	-
	Vplayer	Si	Si	Si	Si	Si	-

Filtros de video	Deinterlace	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Crop	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Image Wall	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Brightness-Saturation-Contrast	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Rotate	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Upside down	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Logo overlay	Si	Si	Si	Si	Si	No
Salida de video	Native	DirectX GDI	QuickTime	Si	Si	Si	Qte/X11
	X11	-	Sólo Fuente	Si	-	Si	Si
	Xvideo	-	-	Si	-	Si	-
	SDL	Si	No	Si	No probado	Si	Si
	Framebuffer	-	-	Si	-	-	No
	ASCII art	No	No	Si	No	Si	No
	colored ASCII art	Si	Si	Si	No probado	No probado	No
	MGA	-	-	Si	-	-	-
GGI	-	-	Si	-	No probado	-	
Codecs de audio	MPEG Layer 1 and 2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MP3	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	AC3 (i.e. A52)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	DTS	No	No	Si	Si	Si	No
	LPCM	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	AAC	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Vorbis	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	WMA 1/2	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	ADPCM	Si	Si	Si	Si	Si	No
	DV Audio	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	FLAC	Si	Si	Si	Si	No probado	Si
	QDM2/QDMC (QuickTime)	Si	Si	No	No	No	No
	MACE	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	AMR (3GPP)	No	No	No	No	No	FFmpeg No probado
	Real Audio	No	No	No	No	No	No
Speex	Si	Si	Si	No probado	No probado	No probado	

Salidas de audio	Native	DirectX WaveOut	Si	OSS ALSA	Si	OSS	Si
	S/PDIF	DirectX WaveOut	Si	OSS ALSA	No	No probado	-
	multi-channel	DirectX WaveOut	Si	OSS ALSA	No	No probado	No
	SDL	Si	Sólo fuente	Si	No probado	Si	Sólo fuente
	ESD	-	-	Si	-	Si	ESDDSP
	aRts	-	-	Si	-	Si	-
	File	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaces	Native	Si	Cocoa	-	Si	-	GPE
	GTK+ (unmaintained)	Si	-	Si	-	Si	Si
	Gnome (unmaintained)	-	-	Si	-	Si	No
	QT (unmaintained)	-	-	Si	-	Si	No
	KDE (unmaintained)	-	-	Si	-	Si	-
	WxWidgets	Si	No	Si	-	Si	No
	Skins	Si	No	Si	No	No	No
	HTTP/Webpage	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Servicio de inform.	SAP / SDP	Si	Si	Si	No	Si	No
	SLP	Si	Si	Si	No	No probado	Si
Misc	Command line	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	RTSP client	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Remote Control	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Infrared	No	Sólo fuente	Si	No	No	No
	Mozilla plugin	Si	Sólo fuente	Si	No	No	No
	DVD Menus	Si	Si	Si	Si	Si	-
	SVCD Menus	Incompleto	No	Incompleto	No	No probado	Incompleto
	Audio Visualization Effects	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Localization	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	ID3 tags	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	CD-Text	Si	No	Si	no	No probado	Si
	CDDB CD info	No	No probado	Si	No	No probado	Si
	IPv6	Si	Si	Si	No	Si	Si
	IGMPv3	Win XP	No	Si	No	No probado	Si

Características de Streaming de VLC y VLS							
VLC							
Salida	UDP Unicast / Multicast	Si	Si	Si	Sólo unicast	Si	Si
	RTP Unicast / Multicast	Si	Si	Si	Sólo unicast	Si	Si
	File	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	HTTP	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	MMSH	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Misc	Transcoding	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Send DVD subtitles	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	No
	Send SAP announces	Si	Si	Si	No probado	Si	No probado

Método de salida

	UDP	RTP	HTTP	MMSH	File
PS	No	No	Si	No	Si
TS	Si	No	Si	No	Si
Ogg	No	No	Si	No	Si
ASF	No	No	Si	Si	Si
MP4	No	No	No	No	Si
QuickTime	No	No	No	No	Si
Raw	Si	Si	Si	No	Si
MPMJPEG	No	No	Sólo SVN	No	Sólo SVN

Matriz de formato de audio y video

		PS	TS	Ogg	ASF	MP4	MOV	MPMJPEG	Raw
Formatos de Video	MPEG-1 video	Si	Si	Si	No	No	No	No	Si
	MPEG-2 video	Si	Si	Si	No	No	No	No	Si
	MPEG-4 video	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
	DivX 1/2/3 video	No	Si	Si	Si	No	No	No	No
	WMV ½	No	Si	Si	Si	No	No	No	No
	H/I 263	No	Si	No	No	No	No	No	No
	MJPEG	No	Si	Si	Si	No	No	Sólo SVN	No
	Theora	No	No	Si	No	No	No	No	No

Formatos de Audio	MPEG Layer 1/2/3 audio	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si
	AC3 (i.e. A52)	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si
	MPEG-4 audio (i.e. AAC)	No	Si	No	No	Si	Si	No	No
	Vorbis/Speex	No	No	Si	No	No	No	No	No
	FLAC	No	No	Si	No	No	No	No	Si

Posibles formatos de salida para el módulo de transcodificación

Formatos de Video	MPEG-1 video	Si
	MPEG-2 video	Si
	MPEG-4 video	Si
	DivX 1/2/3 video	Si
	WMV ½	Si
	H/I 263	Si
	MJPEG	Si
	Theora	Si
Formatos de Audio	MPEG Layer 2 audio	Si
	MPEG Layer 3 audio	Si
	AC3 (i.e. A52)	Si
	MPEG-4 audio (i.e. AAC)	Si
	Vorbis/Speex	Si
	FLAC	Si

VLS				
Entradas	File	Si	Si	Si
	DVD	Si	No	No
	DVB-S (Hauppauge Nova-S / Nexus)	Si	No	No
	DVB-C (Hauppauge DVB-C)	Si	No	No
	DVB-T (Hauppauge Nova-t)	Si	No	No
	MPEG encoding card [4]	Si	No	No
	ASI card	Sólo SVN	No	No
	V4L device	Sólo SVN	No	No
Salidas	UDP Unicast / Multicast	Si	Si	Si
	File	Si	Si	Si
Formatos de entrada	TS	Si	Si	Si
	PS	Si	Si	Si
Formato de salida	TS	Si	Si	Si
Control	Command line	Si	Si	Si
	Telnet	Si	Si	Si
Misc	IPv6	Si	No	No
	Send DVD subtitles	Si	No	No
	Send SAP announces	No	No	No
	Transcoding	No	No	No

VLS soporta dos tipos de tarjetas codificadoras MPEG-2: Hauppauge WinTV-PVR-250/350 y Visiontech Kfir.

ANEXO 2

CONSOLA DEL ADMINISTRADOR DEL SERVIDOR DE HELIX DNA

Helix DNA Administrator: computadora14 | Ports - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Altrás Búsqueda Favoritos Multimedia

Dirección http://computadora14:26874/admin/index.html

Helix DNA Server Administrator [About](#)

Active Server: computadora14 [Reload Pages](#) [Restart Server](#)

Server Setup

Security

Logging & Monitoring

Broadcast Distribution

Content Management

SERVER SETUP

The port numbers shown below are where the server listens for PNA, HTTP, RTSP, Monitor, and Admin requests. Keeping the default values will result in the widest possible number of users able to access your content. If you do decide to change these values from their default, you will need to add the new port numbers to all links. The server also uses specific ports for encoders, splitting, and multicasting.

The Admin Port has been initialized to a random value for security. Please verify this pre-assigned port will not interfere with ports already in use by your system.

To use a port lower than 1024 on a UNIX system, you must be logged on as super-user.

Ports

RTSP Port: (default is 554)

HTTP Port: (default is 80)

Monitor Port: (default is 9090)

Admin Port:

Caution: If you change the Admin Port value, you must remember the new value to log back on to the Administrator. Also, you will need to update any URL references to these pages with the new port number.

[Create](#) user names and passwords for Administrators

Helix DNA Administrator: computadora14 | Connection Control - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Altrás Búsqueda Favoritos Multimedia

Dirección http://computadora14:26874/admin/index.html

Helix DNA Server Administrator [About](#)

Active Server: computadora14 [Reload Pages](#) [Restart Server](#)

Server Setup

Security

Logging & Monitoring

Broadcast Distribution

Content Management

SERVER SETUP

The server has several methods of restricting general access to content.

Maximum Client Connections is the number of RealPlayers that can simultaneously stream from the server. You must change the default setting of 0, which places no restriction, to enable this feature.

RealPlayer Plus Only, when set to On, ensures that only RealNetworks RealPlayer Plus software can play your content.

Maximum Bandwidth limits the amount of bandwidth used by this server. You must change the default setting of 0, which places no restriction, to enable this feature.

Connection Control

Maximum Client Connections:
Number cannot exceed value in maximum licensed client connections.

Maximum Licensed Client Connections: [View license summary](#)

RealPlayers Only:

RealPlayer Plus Only:

Maximum Bandwidth: kilobits per second