

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DPTO. DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA IPTV SOBRE LOS MODOS DE  
TRANSMISIÓN UNICAST, MULTICAST Y BROADCAST MEDIANTE  
UN SERVIDOR DE CONTENIDOS MULTIMEDIA EN LINUX COMO  
PROTOTIPO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**POR: CARLOS ALBERTO CEVALLOS LÓPEZ  
JUAN ANTONIO ZARRIA SANTILLÁN**

**SANGOLQUÍ, OCTUBRE DE 2011**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Juan Antonio Zarria Santillán y Carlos Alberto Cevallos López, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Prioridad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente

---

Juan Antonio Zarria Santillán

---

Carlos Alberto Cevallos López

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Señores Carlos Alberto Cevallos López y Juan Antonio Zarria Santillán como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO EN SISTEMAS.

---

Ing. Darwin Aguilar

**Sangolquí, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo quiero dedicárselo a cada uno de los integrantes de mi familia en especial a mis padres, Ana y Bayardo pilar fundamental en la consecución de éxitos en mi vida ya que gracias a mis padres he podido realizarme como persona y también como profesional aprendiendo de ellos cada día.

Dedico este triunfo también a mi hermano Adrián que desde lejos me ha estado apoyando constantemente aunque no lo pueda ver todos los días él siempre me está dando su aliento y respaldo, quiero realizar una mención especial a mi esposa Erika y a sus padres que gracias a sus consejos y apoyo durante este duro proceso de culminación de carrera he podido encontrar un gran pilar fundamental en la consecución de éxitos.

Al Ing. Darwin Aguilar y Diego Marcillo mis directores de tesis y a todos mis compañeros que durante 10 niveles supieron demostrar amistad y apoyo constante.

**Juan Antonio Zarria Santillán**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a toda mi familia y amigos que han sido siempre un apoyo incondicional tanto en mi vida personal como en mi vida de estudiante y que gracias a su apoyo y confianza he podido culminar mi carrera.

En especial se lo dedico a mi madre Silvia López, que desde siempre ha sido el principal eje de mi vida y ha sabido luchar frente a las adversidades que se han presentado a lo largo de los años, además a mi abuelita Raquel Villacrés que me ha apoyado y ayudado cuando más la he necesitado.

A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre.

A mis queridos tíos y primos que han estado conmigo siempre en las buenas y en las malas brindándome su apoyo y respaldo constantemente.

Además a mis compañeros universitarios, a mi director y codirector de tesis que nos han sabido orientar para lograr una buena investigación y un trabajo de calidad.

**Carlos Alberto Cevallos López**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer de todo corazón al todopoderoso Dios que gracias a su bendición constante me he podido sentir iluminado durante todo este tiempo desde que entre a la universidad hasta ahora que la estoy dejando, a mis Padres por su ayuda y sabios consejos cuando más los necesitaba y de esta manera ver culminado mi Carrera Universitaria.

No menos podría olvidarme de mi querida Universidad la ESPE ya que ella me vio pasar por aulas impartíendome el conocimiento necesario para ahora ser un profesional de bien para mi país, a todos mis maestros que me brindaron sabios conocimientos y compañeros que compartimos el día a día en la lucha por aprender algo nuevo cada día.

**Juan Antonio Zarria Santillán**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a mi familia por haberme dado el apoyo y por quererme sobre todas las cosas.

Además me gustaría agradecer a mis amigos que han sido un apoyo incondicional, especialmente a mi amigo Andrés Ayala que me ayudó a dar los primeros pasos en la investigación de este tema de tesis tan interesante.

No podría dejar a un lado mi agradecimiento a mis maestros que han sido muy importantes para encaminar mi tesis y finalizar con éxito mi carrera.

**Carlos Alberto Cevallos López**

## **BIOGRAFÍA CARLOS CEVALLOS**

Mi nombre es Carlos Alberto Cevallos López, portador del número de cédula 1716791098, nací el 8 de Septiembre de 1986 en la capital del Ecuador.

Mis primeros estudios primarios los realice en el Liceo de Ciencias y Artes, ubicado en Quito – Ecuador, desde el año 1992 hasta el año de 1998.

Mis estudios secundarios los realice en el colegio San Gabriel hasta segundo curso y en la Academia Almirante Nelson Quito–Ecuador hasta el año 2004, en el que finalice mis estudios secundarios, obteniendo el título de “BACHILLER EN LA ESPECIALIDAD DE FÍSICO MATEMÁTICO”, obtenido en Quito el 30 de Julio de 2004.

Ingrese a la carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática en la Escuela Politécnica del Ejército en septiembre del 2004 y egrese en febrero del 2010.

El 30 de Diciembre de 2010 en la ciudad de Quito obtuve mi título en la suficiencia en el idioma Francés, en la Alianza Francesa de Quito.



## **BIOGRAFÍA JUAN ZARRIA**

Mi nombre es Juan Antonio Zarria Santillán portador del número de cédula 1719255018, nací el 2 de Abril de 1986 en Guayaquil.

Mis primeros estudios primarios los realice en la “Unidad Educativa Ciencia y Fe” en Guayaquil – Ecuador, desde el año 1990 hasta el año 1996, luego continúe mis estudios en la “Escuela Militar Eugenio Espejo” en Salinas – Ecuador desde el año 1997 hasta el año 1998.

Mis estudios secundarios los realice en la misma escuela donde terminé la primaria en la “Escuela Militar Eugenio Espejo” en Salinas – Ecuador desde el año 1998 hasta 1999, el segundo curso estudio en la “Unidad Educativa Rubira” en Salinas – Ecuador en el año 1999 hasta inicios del año 2000, continuo mis estudios en la “Unidad Educativa Militar Liceo Naval” desde el año 2000 hasta el año 2004, que fue el año en que finalice mis estudios secundarios, obteniendo el título de “BACHILLER EN FÍSICO MATEMÁTICO”.

Ingrese a la carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática en la Escuela Politécnica del Ejército en marzo del 2005 y egrese en febrero del 2010.

En Octubre de 2009 en la ciudad de Quito obtuve mi título en la suficiencia en el idioma Inglés.

# Contenido

CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Causas .....	1
1.3. Delimitación temporal .....	2
1.4. Objetivos .....	2
1.5. Justificación.....	3
1.6. Alcance .....	4
CAPÍTULO II .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Historia de la tecnología IPTV .....	5
2.2. Definición de IPTV.....	6
2.3. Televisión Digital e IPTV .....	7
2.4. Televisión Interactiva.....	9
2.4.1. Guía Electrónica de Programación EPG .....	10
2.4.1.1 Metadata en IPTV.....	11
2.4.2 Personal Video Recorder .....	12
2.4.3 Time Shift TV .....	13
2.4.4 Video on Demand .....	14
2.4.6 Virtual Video on Demand.....	15
2.5 Tipos de Televisión.....	16
2.6 Streaming de video .....	22
2.7 Arquitectura de IPTV.....	22
2.8 Descripción de LINUX.....	24
2.9 Router .....	26
2.10 Set Top Box .....	26
2.10.1 Esquema de Funcionamiento de un Set-top Box.....	27
2.11 Códecs.....	28
2.12 Servidor multimedia.....	29

CAPÍTULO III .....	31
PROTOCOLOS .....	31
3.1 IP (Internet Protocol) .....	31
3.1.1 Formato de datagrama. ....	32
3.1.1 Direccionamiento IP .....	36
3.1.2 Direcciones públicas y privadas .....	37
3.2 ICMP (Internet Control Message Protocol).....	37
3.2.1 Campo de tipo de mensaje ICMP:.....	38
3.2.3 Traceroute:.....	39
3.3 RTSP (Real Time Stream Protocol) .....	40
3.3.1 Peticiones RTSP .....	40
3.4 RTP (Real Time Protocol) .....	42
3.5 UDP (User Datagram Protocol) .....	44
3.5.1 Puertos UDP .....	45
3.6 Sistemas de difusión Unicast, Broadcast y Multicast.....	46
3.6.1 Unicast .....	46
3.6.2 Broadcast .....	47
3.6.3 Multicast .....	48
3.6.3.1 IP Multicast (RFC-1112).....	49
3.6.3.2 Direcciones IP Multicast.....	50
3.6.4 IGMP (Internet Group Management Protocol).....	52
3.6.3.2 Formato de mensaje IGMP Versión 2 .....	56
3.7 Protocolos de Enrutamiento Multicast .....	60
3.7.1 DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) .....	60
3.7.2 Protocolo MOSPF (Multicast OSPF).....	61
3.7.3 Protocolo PIM (Protocol-Independent Multicast) .....	62
3.7.4 Protocolo PIM-DM (Protocol-Independent Multicast–Dense Mode).....	63
3.7.5. Protocolo PIM-SM (Protocol-Independent Multicast–Sparse Mode).....	64
CAPÍTULO IV .....	66
CODIFICACIÓN DE VIDEO .....	66
4.1 Mpeg (Moving Picture Expert Group).....	66
4.1.1 Descripción de Compresión de Video Mpeg.....	67

4.1.2 Capas y versiones de Mpeg.....	70
4.1.3 Mpeg-1.....	70
4.1.4 Mpeg-2.....	71
4.1.4.1 Generación de Mpeg-2 Stream (TS).....	72
4.1.4.1.1 Procesamiento de la señal de Video.....	74
4.1.4.1.2 Codificación Mpeg.....	75
4.1.4.1.3 Empaquetado P.E.S. ....	76
4.1.4.1.4 PES-Packet Header .....	76
4.1.4.1.5 Multiplexado .....	77
4.1.5 Mpeg-4.....	80
4.1.5.1 Codificación de MPEG-4.....	81
4.1.5.2 Perfiles MPEG-4.....	81
4.1.5.3 Mpeg-4 Short Header y Long Header.....	82
4.1.5.4 Mpeg-4 Parte 10 (AVC, Control de Video Avanzado).....	83
4.2 Codificación de Audio.....	83
4.2.1 Codificación de Audio en Mpeg-1 y Mpeg-2.....	84
CAPÍTULO V .....	86
SERVIDOR DE CONTENIDOS MULTIMEDIA.....	86
5.1 Descripción de servidor multimedia .....	86
5.1.1 Descripción del Hardware.....	87
5.1.2 Descripción del Software .....	88
5.2 Descripción del Set top box .....	89
5.3 Configuración de servidores multimedia.....	90
5.4 Streaming de video .....	91
5.4.1 UDP .....	92
5.4.2 RTSP sin VOD .....	94
5.4.3 RTSP con VOD.....	98
5.5 Configuración del Set top box.....	101
5.5.1 Configuración de canales UDP .....	102
5.5.2 Lista de programación RTSP sin VOD .....	103
5.5.3 Lista de programación RTSP con VOD.....	104
5.5.4 Canales de radio y televisión en vivo con MMS y HTTP.....	105

5.6 Transmisión Unicast .....	106
5.6.1 Transmisión hacia un host Linux o Windows por Unicast.....	108
5.6.3 Transmisión hacia un set top box por Unicast .....	111
5.6 Transmisión Broadcast .....	112
5.6.1 Transmisión hacia host Linux o Windows por Broadcast.....	113
5.7 Transmisión Multicast .....	113
5.7.1 Transmisión hacia host Linux o Windows por Multicast.....	115
5.7.2 Transmisión hacia set top box por Multicast .....	115
5.8 Pruebas.....	116
5.8.1 Rendimiento del servidor con UDP .....	116
5.8.2 Rendimiento del servidor con RTP .....	120
5.8.2 Rendimiento del servidor con RTSP .....	124
5.8.5 Análisis de tráfico de red.....	129
5.8.5.1 Captura de los Paquetes de Datos con el Sniffer Wireshark y Traffic Grapher.....	132
5.8.5.1.1 Pruebas de emisión con RTSP .....	133
5.8.5.1.2 Pruebas de emisión con UDP .....	138
CAPÍTULO VI .....	145
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
6.1. Conclusiones .....	145
6.2. Recomendaciones.....	148
BIBLIOGRAFÍA.....	149
WEBIOGRAFÍA .....	150

## Índice de Figuras

<b>Figura 2.1.</b>	Guía Electrónica de Programación .....	11
<b>Figura 2.2.</b>	Arquitectura básica IPTV .....	23
<b>Figura 2.3.</b>	Servidor multimedia en una estructura IPTV .....	30
<b>Figura 3.1.</b>	Datagrama IP básico compuesto por cabecera y datos .....	31
<b>Figura 3.2.</b>	Detalle Datagrama IP.....	33
<b>Figura 3.3.</b>	TOS .....	33
<b>Figura 3.4.</b>	Clases de direcciones IP .....	37
<b>Figura 3.5.</b>	Ping.....	39
<b>Figura 3.6.</b>	Cabecera RTP.....	43
<b>Figura 3.7.</b>	Cabecera UDP.....	44
<b>Figura 3.8.</b>	Unicast.....	47
<b>Figura 3.9.</b>	Broadcast.....	48
<b>Figura 3.10.</b>	Multicast.....	49
<b>Figura 3.11.</b>	Dirección Multicast.....	50
<b>Figura 3.12.</b>	Cabecera IGMP Versión 1.....	55
<b>Figura 3.13.</b>	Cabecera IGMP Versión 2.....	56
<b>Figura 3.14.</b>	Cabecera IGMP Versión 3.....	58
<b>Figura 4.1.</b>	Secuencia típica de frames I, B y P .....	69
<b>Figura 4.2.</b>	Generación mpeg ps y mpeg ts .....	73
<b>Figura 5.1.</b>	Elección de protocolo a utilizar .....	92
<b>Figura 5.2.</b>	Configuración IP y puerto.....	93
<b>Figura 5.3.</b>	Levantar servicio Darwin Streaming Server .....	94
<b>Figura 5.4.</b>	Comprobación que el servidor Darwin está levantado.....	95
<b>Figura 5.5.</b>	Ubicación correcta de videos y música. ....	96
<b>Figura 5.6.</b>	Selección de protocolo RTSP .....	97
<b>Figura 5.7.</b>	Configuración de puerto e IP.....	98
<b>Figura 5.8.</b>	Levantar servicio de LIVE555.....	99
<b>Figura 5.9.</b>	Ubicación correcta de videos. ....	100

<b>Figura 5.10.</b>	Creación del archivo tsx .....	101
<b>Figura 5.11.</b>	Módulo TV.....	102
<b>Figura 5.12.</b>	Código fuente a ser modificado. ....	103
<b>Figura 5.13.</b>	Módulo VoD. ....	103
<b>Figura 5.14.</b>	Código fuente a ser modificado. ....	104
<b>Figura 5.15.</b>	Código fuente a ser modificado. ....	105
<b>Figura 5.16.</b>	Código fuente a ser modificado. ....	105
<b>Figura 5.17.</b>	Configuración de VLC en el servidor para transmisión en Unicast .....	107
<b>Figura 5.18.</b>	Configuración VLC en host PC con Windows .....	108
<b>Figura 5.19.</b>	Configuración Quicktime en host PC con Windows.....	109
<b>Figura 5.20.</b>	Recepción a través de Quicktime de la emisión del servidor.....	110
<b>Figura 5.21.</b>	Recepción a través del set top box de la emisión del servidor .....	111
<b>Figura 5.22.</b>	Configuración de VLC en el servidor para transmisión en Broadcast .....	112
<b>Figura 5.23.</b>	Configuración de VLC en el servidor para transmisión en Multicast .....	114
<b>Figura 5.24.</b>	Recepción a través del set top box de la emisión del servidor en Multicast .....	115
<b>Figura 5.25.</b>	Paso de 0 a 1 transmisiones en UDP .....	116
<b>Figura 5.26.</b>	Paso de 1 a 2 transmisiones en UDP .....	117
<b>Figura 5.27.</b>	Paso de 2 a 3 transmisiones en UDP .....	118
<b>Figura 5.28.</b>	Paso de 3 a 0 transmisiones en UDP .....	119
<b>Figura 5.29.</b>	Paso de 0 a 1 transmisiones en RTP .....	120
<b>Figura 5.30.</b>	Paso de 1 a 2 transmisiones en RTP .....	121
<b>Figura 5.31.</b>	Paso de 2 a 3 transmisiones en RTP .....	122
<b>Figura 5.32.</b>	Paso de 3 a 0 transmisiones en RTP .....	123
<b>Figura 5.33.</b>	Cero videos transmitidos.....	124
<b>Figura 5.34.</b>	Dos host recibiendo transmisiones, picos representan cambios de 1 a 3 videos..	125
<b>Figura 5.35.</b>	Dos host recibiendo transmisiones, picos representan cambios de 3 a 4 videos..	126
<b>Figura 5.36.</b>	Dos host recibiendo transmisiones, picos representan cambios de 4 a 5 videos..	127
<b>Figura 5.37.</b>	Transmisión de un video, cada pico representa el adelantamiento del video .....	128

## Índice de Tablas

<b>Tabla 4.1.</b>	PES-Packet Header .....	76
<b>Tabla 4.2.</b>	Header de paquete TS.....	79



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Se requiere la investigación científica de la tecnología IPTV para poder implementarla al servicio de la comunidad.

En cuanto a la tecnología IPTV, se requiere la creación de servidores de contenidos multimedia basados en el Sistema Operativo LINUX, los mismos que realizarán un streaming de video mediante un software de código libre que a través de la red local LAN emitirá la señal de video a las habitaciones de cada hotel, mismas que ya cuentan con puntos de red.

Para esto se requieren dispositivos llamados Set Top Box que serán instalados en cada habitación para permitir la conexión entre el punto de red y el televisor de alta definición, el Set Top Box permite la decodificación de la señal digital transmitida a través de la red local LAN a una señal análoga que recibirá el televisor a través de puertos RCA.

### 1.2. Causas

El actual servicio de televisión pagada por cable genera altos costos mensuales dependiendo de la cantidad de usuarios que se disponga

Los contenidos de televisión a los que se tiene acceso a través de los actuales proveedores de televisión por cable es limitado, es decir que el usuario final solo tiene acceso a películas que se están transmitiendo en ese momento.

Si los usuarios desean acceder a internet desde el lugar donde estén disfrutando el servicio de TV requieren de un computador o dispositivo con Wi-Fi.

En caso de no dar solución al problema se tendrá que continuar cancelando valores elevados mensualmente por el servicio de televisión pagada por cable, por lo que se requiere realizar un estudio de la implementación de servidores y dispositivos de tecnología IPTV.

### **1.3. Delimitación temporal**

La investigación científica de esta tecnología será realizada durante el año 2010 y los primeros meses del año 2011.

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Realizar la implementación de un servidor de contenidos multimedia (video sobre demanda) basado en LINUX como prototipo basado en la investigación científica de la tecnología IPTV sobre los modos de transmisión Unicast, Multicast y Broadcast.

#### **Objetivos Específicos**

- Analizar comparativamente los modos de transmisión Unicast, Multicast y Broadcast, así como el tráfico de datos que genera cada uno de estos en la red local LAN.
- Establecer una arquitectura para un óptimo rendimiento de la tecnología IPTV

- Crear como prototipo un servidor de contenidos multimedia open source, que realice un streaming de video con calidad MPEG.
- Realizar un análisis comparativo de rendimiento entre transmisiones con cada calidad de video MPEG y determinar cuál es el óptimo.
- Investigar la información teórica, con base sustancial para definir condiciones y posibilidades que deberían considerarse al implementar IPTV con los distintos modos de transmisión.

### **1.5. Justificación**

A continuación se detallan las razones que justifican este proyecto:

Se tendrá un estudio detallado que permita en un futuro realizar una implementación óptima de la tecnología IPTV en una red local LAN.

Mediante la creación de un servidor de contenido multimedia basado en LINUX tendremos una aplicación open source que permita una futura evolución realizada por cualquier desarrollador en el mundo.

Mediante la comparación de los modos de transmisión podremos definir cuál de estos es la adecuada para cada necesidad.

Con la utilización de la compresión de video MPEG se tendrá la posibilidad de transmitir contenidos multimedia. Este es un sistema de video de última tecnología en transmisiones televisivas.

A través del estudio de esta tecnología se generará un aporte a la sociedad ya que la tecnología IPTV es algo que no ha sido implementada en el país.

Al utilizar IPTV como suministrador de televisión bajo demanda se reducen los costos de contratación de televisión digital pagada al tener un considerable número de usuarios finales que hacen uso de los contenidos multimedia.

## **1.6. Alcance**

El proyecto pretende llegar a generar a un estudio y documentación de la tecnología IPTV, así como de los modos de transmisión Unicast, Multicast y Broadcast.

- Se analizarán comparativamente estos modos de transmisión, así como el tráfico de datos que genera cada uno de estos en la red local LAN, mediante los cuales se establecerán las ventajas y desventajas que genera cada tipo de modo de transmisión.
- Dar a conocer el funcionamiento de la arquitectura de IPTV, sus características, protocolos y códecs.
- Se creará un prototipo de servidor de contenidos multimedia (video sobre demanda) open source, que permitirá emitir la señal de video deseada a los usuarios finales de la misma con calidad MPEG.
- Se realizarán pruebas con el prototipo desarrollado para verificar su correcto funcionamiento y medir su rendimiento en la transmisión del streaming de video.
- Realizar conclusiones y recomendaciones de cuál es el modo de transmisión más adecuado para ser en un futuro implementado.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Historia de la tecnología IPTV

La tecnología IPTV tuvo sus inicios en la década de los 80 como simples investigaciones con el objetivo de determinar si era posible la transmisión de una señal de televisión a través del protocolo IP.

A mediados de los años 90 se vio como factible la implementación de este servicio, sin embargo se tenían limitaciones como lo costoso de llegar con un gran ancho de banda a los abonados. Por lo que la única solución sería crear una red paralela para la transmisión de televisión, quedando en duda la factibilidad económica para la implementación de este servicio.

En este nuevo milenio la tecnología IPTV ha llegado a fortalecerse significativamente provocado por el surgimiento de nuevas tecnologías y el desarrollo de las ya existentes, tales como ADSL que han permitido incrementar notablemente el ancho de banda disponible para usuarios finales.

Otra evolución de tecnologías en equipamientos de transmisión de datos ha sido la aparición de DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer o Multiplexor de Acceso a la Línea de Abonado Digital) el cual está ubicado en la central del operador del servicio proporcionando a los usuarios finales acceso a los servicios ADSL.

Con toda esta evolución de velocidad de transmisión de datos y la gran masificación que ha tenido el Internet a nivel mundial, en la actualidad la

tecnología IPTV se encuentra en un entorno de madurez tecnológica y lo más importante viabilidad económica, la cual permite su evolución y expansión a nivel mundial.

## **2.2. Definición de IPTV**

Televisión sobre el Protocolo de Internet es el significado de IPTV, es un sistema de distribución de contenidos de televisión y video hacia los usuarios a través de conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. La tecnología IPTV se ha desarrollado en base al denominado video – streaming que consiste en la distribución de audio y video por internet.

El desarrollo de IPTV está ligado al ancho de banda, ya que para obtener una imagen de calidad y en tiempo real es necesario poseer un gran ancho de banda. Por este motivo generalmente la entrega de este servicio es realizado por los operadores de banda ancha. Es utilizada una arquitectura de red cerrada, en donde el operador añade IPTV como otro servicio para el usuario residencial, es así que a menudo IPTV es proporcionado en conjunción con video en demanda y puede ser unido con la telefonía y servicio de Internet, transmitiendo todo esto por la misma red, esto es llamado triple play, integración de voz, video y datos. El proveedor no emitirá sus contenidos esperando que el espectador se conecte, sino que los contenidos llegarán solo cuando el cliente los solicite. La clave está en la personalización del contenido para cada cliente de manera individual. Esto permite el desarrollo del pay per view o pago por evento o el video bajo demanda. El usuario dispondrá de un aparato receptor conectado a su ordenador o a su televisión y a través de una guía podrá seleccionar los contenidos que desea ver o

descargar para almacenar en el receptor y de esta manera poder visualizarlos tantas veces como desee. Quizás una definición más simple de IPTV sería la entrega de contenido de televisión que, en vez de ser entregada en forma tradicional, es recibida por el espectador por las tecnologías usadas para redes de computadores.

### **2.3. Televisión Digital e IPTV**

Se realizará un breve análisis sobre la diferenciación de la Televisión Digital (TVD) de la IPTV, la primera muy bien desarrollada por países de la Unión Europea, América del Norte y Asia, cada una con sus respectivos estándares, ATSC (Advanced Television System Committee), DVB (Digital Video Broadcasting), ISDB (Integrated Service Digital Broadcasting) respectivamente. Lentamente estas normas están siendo adoptadas en su totalidad o tomadas como referencia por países Latinoamericanos y así ir reemplazando las normas de video analógicos PAL (Phase Alternating Lin), NTSC (National Television System Committee, etc.

Con la TV sobre protocolo IP, la cual es de muy reciente desarrollo, aún no cuenta con un marco tecnológico basado en estándares.

La TVD al ser un sistema de difusión de contenidos de audio y video digital la información fluye desde servidores de contenidos hacia los terminales de los usuarios de forma que el contenido es reproducido a medida que va llegando, tratando siempre de disminuir al máximo el retardo respecto a la emisión del contenido por la fuente, en IPTV esto puede variar con la ayuda de un dispositivo que almacene el contenido y difiera la reproducción de la emisión.

Como resultado de la digitalización del video, posibilitará un mejor uso del espectro de radiofrecuencia lo que se traduce en eficiencia, sin embargo, esta nueva tecnología es totalmente incompatible con sus predecesoras, esto significa que el usuario deberá reemplazar su televisor tradicional por un TV Digital o instalar un dispositivo convertidor, el cual como ya veremos en detalle más adelante adaptará los nuevos formatos a los formatos ya preexistentes.

Al optimizar los recursos, las empresas pueden entregar más información por el mismo ancho de banda, 6 Mhz u 8 Mhz dependiendo de la zona, que es lo que un canal de TV analógico usa para la transmisión de una sola señal. Con la digitalización y compresión del video, es posible emitir varios canales de calidad igual o incluso superior utilizando la misma cantidad de recursos en el medio.

Por su lado, IPTV está pensado en transmitir señales de video ya sea a través de las redes de los operadores de cable o redes de par trenzado en el caso de las telefónicas.

IPTV es básicamente una tecnología bidireccional, por medio de conexiones de datos que permita la interactividad real del usuario con la productora de televisión, posibilitará la interactividad y será la que aporte a la televisión convencional de nuevos formatos, modos de hacer y ofrecer televisión.

El coste de brindar televisión digital y por lo tanto contratar el servicio por parte del usuario, implica que, en su primera etapa, sea pensado para clientes de mayor poder adquisitivo, donde los beneficios principales para el usuario final será la calidad de imagen mejorada.



## **2.4. Televisión Interactiva**

El primer nivel de esta interacción entre el usuario y el operador lo brindan ya las empresas de TV satelital y lo podemos considerar como Sistemas de Baja Interactividad, básicamente se trata de la implementación de una Guía de Programación Electrónica, también conocida como EPG.

Si aumentamos el grado de interacción podemos encontrar a los teléfonos móviles, los cuales podemos catalogarlos como Sistemas de Interactividad Media, sus limitaciones de ancho de banda están siendo superadas gracias a tecnologías como UMTS, no obstante, las limitaciones en tamaño siguen siendo un inconveniente al momento de incluir aplicaciones como TV Móvil, tema que no será tratado en este documento sin embargo vale la pena mencionarlo y navegación WEB, presentando dificultades ergonómicas para producir interactividad multimedia adecuada.

En Sistemas de Interactividad Media-Alta el usuario desde su TV puede acceder a los servicios ofertados por el proveedor, entre ellos podría elegir: ver televisión tradicional, algo gravado en un Personal Video Recorder (PVR), un programa de transmisión exclusiva generalmente eventos en vivo (Pay Per View), o algún programa almacenado en un servidor de video bajo demanda (VOD) que podría convertirse en el sustituto del video club sin salir de casa.

Por último en un Sistema de Interactividad Alta y como única diferencia del anterior, es el mayor número de vínculos que permiten acceder a todos los servicios previamente mencionados, esto es imposible lograr con un televisor debido a su baja resolución en comparación a la distancia entre el televisor y el usuario; las computadoras personales en cambio gracias a periféricos como el

teclado y el ratón en pantallas con muy alta resolución donde la distancia de relación es muy pequeña es fácil aumentar el nivel de vínculos para poder acceder a todos los servicios, sin embargo, no es tan factible ya que un computador está enfocado a ser una herramienta de trabajo.

#### **2.4.1. Guía Electrónica de Programación EPG**

La EPG forma parte del Portal de TV, es un elemento de un sistema de IPTV y sirve para facilitar el acceso a los servicios disponibles, generalmente es implementada en un servidor http de igual forma que una página Web.

Uno de estos servicios es la EPG la cual es una agenda donde se presenta la programación prevista de los canales en vivo y contratados, generalmente su alcance.

EPG es también la primera herramienta para el operador de vender sus contenidos, por lo que el diseño debe poder ser fácilmente ajustado y ser actualizado fácilmente con publicidad o promociones.

Otra de las funciones es brindar a los usuarios información o detalles acerca del programa en cuestión, entre estas puede estar: la duración, género, origen, director, actores, etc., a esta información adicional más conocida como metadata puede venir incluida o implementada por un programador de TV.

La imagen 2.1 muestra una guía electrónica de programación, en donde se muestran los canales recibidos, así como los títulos de los contenidos transmitidos en cada uno de los canales.



**Figura 2.1.** Guía Electrónica de Programación

Por lo general el acceso es mediante un botón exclusivo en el control remoto y para una mayor agilidad, la información de la misma incluyendo la metadata es almacenada en la memoria del equipo convertidor de señal digital a analógico, el cual será un Set Top Box.

#### 2.4.1.1 Metadata en IPTV

Se considerará metadata la información descriptiva y su estructura para un tipo de contenido dado que será adquirida, catalogada y servida a través del entorno de la solución de IPTV. La metadata describirá la información propia de los contenidos de cada servicio.

La metadata contendrá elementos básicos de los contenidos tales como el proveedor del mismo, título, ranura de tiempo para eventos en vivo, Pay Per View,

clasificación, duración, precio de venta sugerido para el suscriptor, información de licenciamiento, reparto y director, entre otros datos.

Para contenidos en vivo o para difusión el contenido de la metadata será el listado de programación.

La gestión de metadata debería comprender:

- Actualización/Modificación/Baja periódica de los listados de programación en vivo.
- Se deberá disponer de capacidad para almacenar un mes de programación.
- Posibilidad de introducir, modificar, eliminar información descriptiva de contenidos de VoD.
- Posibilidad de introducir, modificar, eliminar información descriptiva de eventos en la modalidad Pay Per View.

En todos los casos se deberá poder gestionar información alfanumérica conjuntamente con archivos gráficos y video clips.

#### **2.4.2 Personal Video Recorder**

Los PVR son dispositivos que almacenan y permiten que la emisión y la visión del contenido se den en diferentes tiempos, a más de esto debe permitir saltos rápidos a un punto en particular del video pudiendo eliminar fácilmente fragmentos de emisión no deseados como la publicidad por ejemplo, en sí, un PVR posee las mismas funcionalidades que un grabador de cinta, tales como: Play, Pause, Stop, REW y FF.

Los modos de operación pueden configurarse ya sea desde la EPG, marcando uno o más programas anunciados en la guía, en caso de existir un cambio en la EPG de modo automático el sistema se ajustaría al nuevo horario de la programación, otra forma es ajustando la fecha y hora de inicio y fin del programa a grabar, en caso de una serie es posible agendar la grabación de una serie completa sin necesidad de la selección de cada uno. El control remoto también dispondrá de un acceso rápido para una grabación instantánea.

El almacenamiento puede darse de dos maneras, la primera es que el Set Top Box cuente con discos rígidos o disponer de estos en la red llamados Network PVR (nPVR), una ventaja de este método es que el contenido queda menos expuesto a la piratería.

Cada vez que el suscriptor reproduce un programa almacenado en el nPVR, este es emitido como flujo unicast.

### **2.4.3 Time Shift TV**

TSTV o pausa de TV en vivo permite congelar una imagen de un programa en vivo o repetir, mientras dure la pausa o la reproducción del Replay se almacenan las escenas que se continúan emitiendo, luego se puede continuar viendo el programa pero desfasado en el tiempo de acuerdo a la duración de la pausa hecha o regresar a la reproducción en tiempo real.

Para poder implementar TSTV, al igual que el PVR puede ser de dos maneras: que el set top box cuente con esta opción o a su vez que uno de los elementos del sistema de IPTV realice esta acción, aunque de este modo puede generarse un

pico de tráfico en la red cuando varios usuarios soliciten al mismo tiempo este servicio como por ejemplo durante un evento deportivo.

#### **2.4.4 Video on Demand**

Mediante este servicio como se mencionó anteriormente cada usuario puede arrendar películas que están almacenadas por el operador y pueden ser reproducidas cuando las solicite.

Dentro de una serie de menús disponibles en el Middleware, detallado más adelante dentro de los elementos de un sistema IPTV, el cual incluye herramientas de búsqueda basadas en la información contenida en la metadata el usuario puede encontrar el programa que desee y este almacenado en los servidores VOD.

Una vez hecho esto se necesita la autenticación del usuario para la emisión de cobro por el sistema de facturación.

El alquiler del contenido puede ser limitado ya en tiempo pero ilimitado en reproducción o viceversa.

Para lograr todo esto, VOD necesita primeramente de un canal de banda ancha dedicado mientras dura la descarga y segundo, una línea de retorno siempre disponible.

#### **2.4.5 Near VOD**

Es una alternativa al VoD, el propósito de este es economizar el uso del ancho de banda en la red, es factible usar cuando un determinado programa es muy solicitado, en ese caso es posible emitir la misma como un canal más, así varios

clientes estarán sincronizados con una misma emisión, el defecto que presenta nVoD es que los clientes deben adaptarse a los horarios del operador, una mejora de esto es emitir el contenido cada media hora por ejemplo.

Actualmente es lo que nos ofrecen las plataformas de TV satelital las cuales dedican varios canales a este propósito, en ellos nos ofrecen películas que nos son disponibles en otros canales.

#### **2.4.6 Virtual Video on Demand**

Este servicio en comparación con el anterior brinda un servicio personalizado a cada usuario, en vez de ver el contenido conforme los datos de video se van descargando, VVOD requiere una demanda anticipada, posterior a esto el contenido se almacena en un PVR de forma temporal. El administrador de la red puede configurar que la descarga no sea por la totalidad del producto.

Al usar esta variante de VOD disminuimos el ancho de banda necesario para la distribución, como desventaja está el tiempo que el usuario debe esperar hasta que el contenido se descargue y almacene en el PVR.

#### **2.4.7 Pay Per View**

Con el servicio de PPV los suscriptores podrán contratar un programa en particular, generalmente es utilizada para eventos deportivos o conciertos que están siendo emitidos en vivo, esto implica que todos los usuarios recibirán el mismo flujo datos. Por último y al igual que VoD se debe contratar el contenido ayudándonos en la EPG.

## **2.5 Tipos de Televisión**

Todos los sistemas de televisión se basan en los mismos principios de producción, lo que hace la diferencia entre uno y otro es la forma en que se transmite hacia los usuarios finales; el primer sistema de transmisión de televisión fue el sistema analógico que es el más utilizado hoy en día en la mayoría de hogares el cual utiliza ondas de radio para llegar a los usuarios, luego se fue desarrollando la digitalización de las señales análogas, y con esto dio paso a la televisión satelital y la multiplexación de varios canales en una sola línea de transmisión; conocido como televisión por cable, y los avances tecnológicos han permitido la aparición de la televisión de alta definición (HDTV) y la televisión sobre IP (IPTV).

### **2.5.1 Televisión analógica**

En un sistema análogo, la información se transmite mediante alguna variación infinita de un parámetro continuo como puede ser la tensión en un hilo o la intensidad de flujo de una cinta. En un equipo de grabación, la distancia a lo largo del soporte físico es un elemento análogo continuo más del tiempo. No importa en qué punto se examine una grabación a lo largo de toda su extensión; 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 análogas. Dentro del ancho de banda permisible, cualquier forma de onda es válida. Si la velocidad del soporte no es constante, una forma de onda que sea válida pasará a ser otra forma de onda también válida; no es posible detectar un error de base de tiempos en un sistema análogo. Además, un error de tensión tan sólo hace variar



un valor de tensión válido en otro; el ruido no puede detectarse en un sistema análogo. Se puede tener la sospecha que existe ruido, pero no se sabe qué proporción de la señal recibida corresponde al ruido y cuál es la señal original. Si la función de transferencia de un sistema no es lineal, se producirán distorsiones, pero las formas de onda distorsionadas aún serán válidas; un sistema análogo es incapaz de detectar distorsiones.

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

La difusión analógica por vía terrestre; está constituida de la siguiente forma: del centro emisor se hacen llegar las señales de vídeo y audio hasta los transmisores principales situados en lugares estratégicos, normalmente en lo alto de alguna montaña dominante. Estos enlaces se realizan mediante enlaces de microondas punto a punto. Los transmisores principales cubren una amplia zona que se va rellenando, en aquellos casos que haya sombras, con reemisores. La transmisión se realiza en las bandas de UHF y VHF.

### **2.5.2 Televisión digital**

Estas formas de difusión se han mantenido con el nacimiento de la televisión digital con la ventaja de que el tipo de señal es muy robusta a las interferencias y la norma de emisión está concebida para una buena recepción. También hay que

decir que acompaña a la señal de televisión una serie de servicios extras que dan un valor añadido a la programación y que en la normativa se ha incluido todo un campo para la realización de la televisión de pago en sus diferentes modalidades.

La difusión de la televisión digital se basa en el sistema DVB digital video Broadcasting y es el sistema utilizado en Europa. Este sistema tiene una parte común para la difusión de satélite, cable y terrestre. Esta parte común corresponde a la ordenación del flujo de la señal y la parte no común es la que lo adapta a cada modo de transmisión. Los canales de transmisión son diferentes, mientras que el ancho de banda del satélite es grande el cable y la vía terrestre lo tienen moderado, los ecos son muy altos en la difusión vía terrestre mientras que en satélite prácticamente no existen y en el cable se pueden controlar, las potencias de recepción son muy bajas para el satélite (llega una señal muy débil) mientras que en el cable son altas y por vía terrestre son medias, la misma forma tiene la relación señal-ruido.

La difusión de la televisión digital vía terrestre, conocida como TDT se realiza en la misma banda de la difusión analógica. Los flujos de transmisión se han reducido hasta menos de 6Mb/s, lo que permite la incorporación de varios canales. Lo normal es realizar una agrupación de cuatro canales en un multiplexor el cual ocupa un canal de la banda (en analógico un canal es ocupado por un programa).

La característica principal es la forma de modulación. La televisión terrestre digital dentro del sistema DVB-T utiliza para su transmisión la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) que le confiere una alta inmunidad a los ecos, aún a costa de un complicado sistema técnico. La OFDM utiliza miles de portadoras para repartir la energía de radiación, las portadoras mantienen la

ortogonalidad en el dominio de la frecuencia. Se emite durante un tiempo útil al que sigue una interrupción llamada tiempo de guarda. Para ello todos los transmisores deben estar sincronizados y emitir en paralelo un bit del flujo de la señal. El receptor recibe la señal y espera el tiempo de guarda para procesarla, en esa espera se desprecian los ecos que se pudieran haber producido. La sincronía en los transmisores se realiza mediante un sistema de GPS.

### **2.5.3 Televisión por cable (CATV)**

La televisión por cable surge por la necesidad de llevar señales de televisión y radio, de índole diversa, hasta el domicilio de los abonados, sin necesidad de que éstos deban disponer de diferentes equipos receptores, reproductores y sobre todo de antenas.

Precisa de una red de cable que parte de una cabecera en donde se van combinando, en multiplicación de frecuencias, los diferentes canales que tienen orígenes diversos. La ventaja del cable es la de disponer de un canal de retorno, que lo forma el propio cable, que permite el poder realizar una serie de servicios sin tener que utilizar otra infraestructura.

La dificultad de tender la red de cable en lugares de poca población hace que solamente los núcleos urbanos tengan acceso a estos servicios.

La transmisión digital por cable está basada en la norma DVB-C, muy similar a la de satélite, y utiliza la modulación QAM.

#### **2.5.4 Televisión satelital**

La televisión vía satélite se inició con el desarrollo de la industria espacial que permitió poner en órbita geoestacionaria satélites con transductores que emiten señales de televisión que son recogidas por antenas parabólicas.

El alto costo de la construcción y puesta en órbita de los satélites, así como la vida limitada de los mismos, se ve aliviado por la posibilidad de la explotación de otra serie de servicios como son los enlaces punto a punto para cualquier tipo de comunicación de datos.

La ventaja de llegar a toda la superficie de un territorio concreto, facilita el acceso a zonas muy remotas y aisladas. Esto hace que los programas de televisión lleguen a todas partes.

La transmisión vía satélite digital se realiza bajo la norma DVB-S, la energía de las señales que llegan a las antenas es muy pequeña aunque el ancho de banda suele ser muy grande.

#### **2.5.5 HDTV**

Televisión de alta definición, o HDTV. Es uno de los formatos que, sumados a la televisión digital (DTV), se caracteriza por emitir las señales televisivas en una calidad digital superior a los sistemas ya existentes (PAL, NTSC y SECAM).

La pantalla HDTV utiliza una proporción del aspecto 16:9. La alta resolución de las imágenes (1920 pixeles × 1080 líneas o 1280 pixeles × 720 líneas) permite mostrar más detalle comparado con la televisión analógica o de definición estándar (720 pixeles x 576 líneas según el estándar PAL).

El códec utilizado para la compresión puede ser MPEG-2, H.264 o wmvhd (Windows Media Video High Definition), aunque el MPEG-2 se está quedando desfasado actualmente por su baja eficiencia de compresión comparado con los otros códecs. Las imágenes HDTV son hasta cinco veces más definidas que las de la televisión de definición normal, comparando el formato PAL con la resolución HDTV más alta.

La resolución 1920 x 1080 suele estar en modo entrelazado, para reducir las demandas del ancho de banda. Las líneas son rastreadas alternativamente 60 veces por segundo, de forma similar entrelazado a 60 Hz en NTSC.

En las áreas donde tradicionalmente se utiliza la norma PAL a 50 Hz, También son utilizados los formatos de rastreo progresivo con una velocidad de 60 cuadros por segundo. El formato 1280x720 en la práctica siempre es progresivo (refrescando el cuadro completo cada vez) y es así denominado

Desafortunadamente, la enorme capacidad de almacenamiento de datos necesaria para guardar datos sin comprimir hace que sea poco probable que una opción de almacenamiento sin compresión aparezca en el mercado en años próximos. La compresión en tiempo real MPEG-2 de una señal de HDTV no comprimida también es extremadamente cara, lo cual la hace prohibitiva para el mercado, aunque se predice que su costo bajará en algunos años.

Además, grabadoras de cinta analógicas con un ancho de banda suficiente para el almacenamiento de señales de HD análogas como las grabadoras W-VHS ya están descontinuadas en el mercado del consumidor y son caras y difíciles de conseguir en el mercado secundario.

## **2.6 Streaming de video**

Este es el flujo de video multimedia transmitido por la red desde el servidor hasta el usuario final de IPTV. Se caracteriza por permitir visualizar el contenido en la medida que el flujo de datos es recibido.

En cuanto al streaming de video en televisión IP se pueden diferenciar dos tipos de canales, uno de televisión estándar (SDTV: Standard Television) y otro de alta definición (HDTV: High Definition Television).

Para la transmisión del streaming de video en calidad estándar (SDTV) se requiere tener un ancho de banda de 1.5 Mbps, mientras que para la transmisión de IPTV en alta definición (HDTV) se requiere una conexión de 8 Mbps.

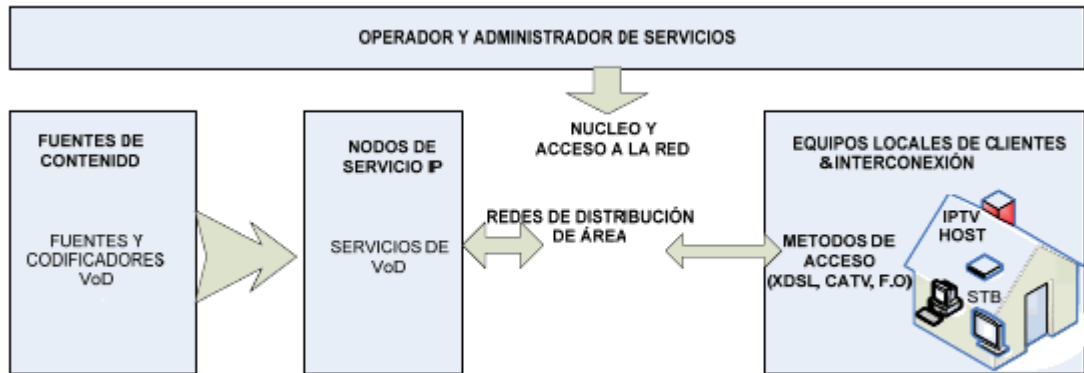
Esta cantidad de ancho de banda se requiere por cada terminal, es decir, que al tener varios receptores de televisión se necesita un ancho de banda igual a la multiplicación de la cantidad de usuarios finales por el valor de ancho de banda correspondiente a la calidad de video requerida.

A este ancho de banda se debe sumar el necesario para la conexión a Internet deseada.

Por lo tanto se necesitarían 6 Mbps para disponer de cuatro canales de SDTV o bien 12.5 Mbps para tres canales SDTV y un canal HDTV.

## **2.7 Arquitectura de IPTV**

En la Figura 2.2 se muestra un sistema de arquitectura básica de IPTV, soportando aplicaciones de difusión de televisión y video bajo demanda (VoD).



**Figura 2.2.** Arquitectura básica IPTV

### **Fuentes de contenido**

Su función es recibir el contenido del video, codificarlo y almacenarlo en una base de datos (VoD).

### **Nodos de Servicio:**

Su función es recibir video streaming en varios formatos, luego reformatearlos y encapsularlos para poder transmitirlos con una calidad de servicio (QoS) apropiada. Estos nodos de servicio se comunican con el equipo local de clientes para la distribución de servicio y con el servicio IPTV atienden al suscriptor, sesión y dirección de derechos digitales. Los nodos de servicio pueden ser centralizados o distribuidos.

### **Redes de distribución:**

Proporciona la capacidad de distribución, la calidad de servicio. Es necesaria para la distribución confiable y oportuna de flujo de datos IPTV desde los nodos de servicio a los clientes locales. El núcleo y acceso a la red incluye la distribución

óptica del backbone de la red y varios accesos de línea de suscripción digital multiplexadas (DSLAM) localizado en la central del operador de servicio.

### **Acceso de Clientes:**

La entrega de IPTV a los clientes se realiza sobre la plataforma de lazo existente y las líneas telefónicas a los hogares usando altas velocidades.

### **Equipos Locales de clientes:**

Son todos los equipos terminales localizados dentro del hogar del suscriptor los cuales generalmente pueden ser router, set-top box, modem ADSL. Los cuales se encargan del ancho de banda y las interconexiones del hogar.

### **Clientes IPTV:**

Los clientes de IPTV son la unidad funcional, es donde el tráfico de IPTV termina en los hogares de los clientes. Esto son unos dispositivo, generalmente un set-top box, que realizan el tratamiento funcional, incluye control de conexión y calidad de servicio con el nodo de servicio, la decodificación del video streaming, el cambio de canal, el control de uso por usuario, conexión a interfaces de usuario como TV o monitores HDTV.

## **2.8 Descripción de LINUX**

GNU/Linux es un sistema operativo en el cual es la combinación del núcleo o kernel/libre similar a Unix el mismo que es usado con herramientas del sistema GNU. El desarrollo del sistema Linux es de software libre esto quiere decir que



todo el código fuente se puede utilizar, modificarlo y redistribuirlo sin problemas ya que se tiene una licencia pública general de GNU con esto se puede librar de cualquier problema con la ley ordinaria. Este modelo de desarrollo de código abierto fomenta una comunidad que se retroalimenta con la colaboración, a través de internet, de todos los programadores alrededor del mundo. Este es el principal motivo que justifica el continuo crecimiento y expansión de GNU/Linux.

El objetivo de Linux consiste en ofrecer versiones que cumplan con las necesidades de un determinado grupo de usuarios. Algunas de ellas son especialmente conocidas por su uso en servidores y supercomputadores las cuales son las más importantes del mercado. Un informe de IDC, GNU/Linux es utilizado por el 78% de los principales 500 servidores del mundo otro informe le da una cuota de mercado de % 89 en los 500 mayores supercomputadores Con menor cuota de mercado el sistema GNU/Linux también es usado en el segmento de las computadoras de escritorio, portátiles, computadoras de bolsillo, teléfonos móviles, sistemas embebidos, videoconsolas y otros dispositivos.

En la actualidad existen diversos tipos de Linux los cuales han venido evolucionando con mejoras que cumplan las necesidades de los usuarios más exigentes; entre los Sistemas Operativos más populares tenemos los siguientes: Mandriva, Ubuntu Studio, Fedora , SUSE, Red Hat, Ubuntu, Damn Small Linux, Linux XP, Knoppix, CentOS, Debian, Slackware, MEPIS, PCLinuxOS, Gentoo, Linspire.

A medida que sigan pasando los años Linux seguirá ganando espacio en el mercado empresarial debido a que siempre ofrecen las mejores soluciones y

además de ser software libre los mejores desarrolladores podrán ir mejorando y construyendo mejores sistemas más sofisticados.

## **2.9 Router**

Es un dispositivo que sirve para interconectar redes de ordenadores, la misma que opera en la capa tres del modelo OSI, asegura el enrutamiento de paquetes y determina la ruta óptima que debe tomar el paquete de datos, es decir el router se encargará de analizar paquete por paquete el origen y el destino buscará el camino más corto de uno a otro.

## **2.10 Set Top Box**

Se lo define como un dispositivo cual tiene como misión el receptor y decodificar la señal de televisión esta puede ser análoga o digital y posteriormente mostrar en un dispositivo de televisión.

La función básica de un Set top Box es recibir una señal digital en cualquiera de las tecnologías existes estas: son cable, satélite, terrestre, IPTV, y comprobar que el receptor tenga permiso para ver la señal que se está emitiendo; después lo demodula la señal y lo envía a una televisión. Le permite al cliente disfrutar de las ventajas que tiene la nueva televisión digital como el acceso condicional y la televisión de alta definición que va ganando poco a poco espacio entre los clientes en el mundo.

### 2.10.1 Esquema de Funcionamiento de un Set-top Box

Los pasos que sigue un set top box son los siguientes:

- Lo primero es sintonizar una señal digital, la cual incluirá información de video MPEG2, o MPEG4 para señales en alta definición, información de audio e información de datos.
- El siguiente paso es separar los tres tipos de información que se recibe para tratarlos por separado.
- A continuación, el sistema de acceso condicional decidirá cuales son los permisos que tiene el suscriptor para poder ver los contenidos que está recibiendo. Si tiene permiso descifrára esa información.
- Una vez descifrados, los paquetes de video y audio son enviados al televisor.
- Los paquetes de datos que se ha recibido junto con los de video y audio, se ejecutarán en caso de ser necesarios o solicitados por el consumidor.

Para poder ejecutar los datos o programas descargados de la señal de datos, se necesitan una serie de elementos. Estos se pueden describir por el siguiente esquema de capas muy parecido al de un ordenador:

- **Capa de Hardware:** Son todos los componentes físicos que forman un set top box como el CPU, Memoria, acceso condicional, decodificador MPEG.
- **Sistema operativo:** Un set top box también necesita de un sistema operativo para su funcionamiento. La diferencia sería en que se necesita de un sistema operativo en tiempo real, ya que, operaciones como la decodificación MPEG necesitan que se realicen al instante. Los sistemas

operativos que más se ajustan a estas necesidades serían: Linux, Windows CE.

- **La plataforma o Middleware:** Es una capa intermedia entre la capa hardware y la de software. Se trata de un conjunto de módulos que permiten un desarrollo más eficiente de las aplicaciones. El middleware proporciona un API (Interfaz de programación de aplicaciones) para cada uno de los tipos de programación que soporta. El lenguaje de programación que soporta el set top box es el DVB-J (DVB-Java), que es utilizado para las aplicaciones interactivas.
- **Capa de aplicaciones:** Capa en la cual se encuentran las aplicaciones, que una vez descargadas se podrán ejecutar algunas aplicaciones podrían ser: la guía electrónica de programas, anuncios interactivos. A diferencia de las demás capas, este no debe de estar operativa en todo momento, simplemente se ejecutará cuando el consumidor lo solicite.

## 2.11 Códecs

Las imágenes, secuencias de audio o video, se pueden comprimir para ser transmitidas, al algoritmo de compresión usado se lo denomina códec.

Un formato contenedor es una tecnología que puede contener uno o varios flujos de datos ya codificados por distintos códecs.

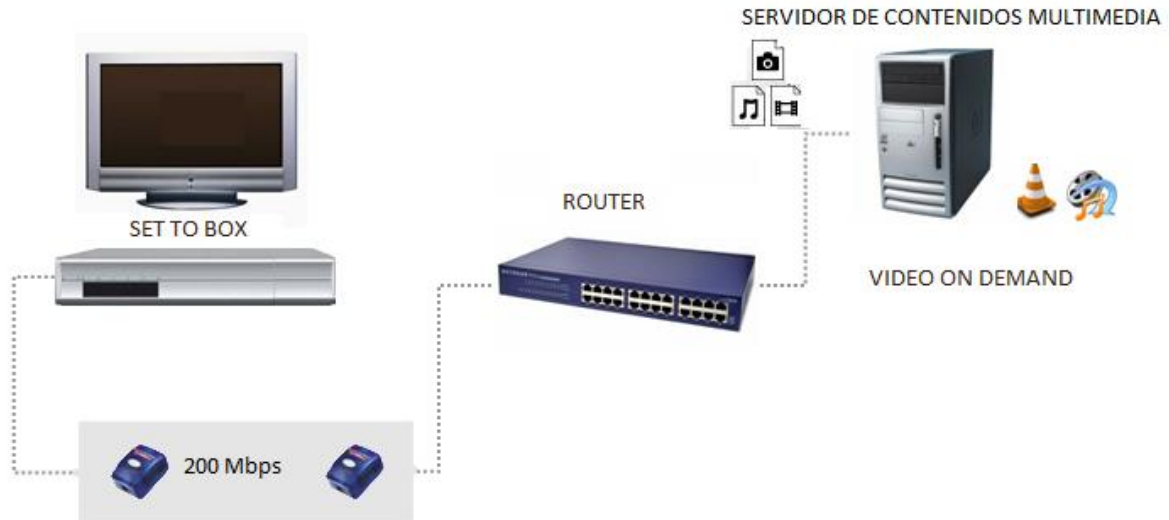
Existen 2 tipos dominantes en el desarrollo de estándares de codificación de video digital, los de la rama ITU y MPEG, y una minoría que no corresponde a ninguna de estas ramas.

En la actualidad estas dos ramas se han juntado para desarrollar un nuevo códec llamado H.264/MPEG-4 AVC, el cual proporciona una excelente calidad de imagen con tasas de transmisión notablemente inferiores a los estándares previos (MPEG-2, H.263 o MPEG-4 parte 2), además de no incrementar la complejidad de su diseño.

## **2.12 Servidor multimedia**

Un servidor multimedia consiste en el ordenador donde se depositan ficheros multimedia que serán emitidos en formato streaming a la red de datos, los ficheros generalmente son de audio y video. Para esto debe existir una herramienta o aplicación la cual permita el acceso a la opción de streaming, el cual permite gestionar los ficheros multimedia con la posibilidad de convertirlos a los diferentes formatos de origen al que sea necesario para ser emitido por el servidor. Hoy en día los ficheros actualmente soportados en la conversión son: mov, avi, wmv y mpg que son los ficheros de video y wma, wav para los ficheros de audio.

En la Figura 2.3 se muestra al servidor de contenidos multimedia emitiendo video, audio y fotos hacia el router que se encarga de enviar a la red interna y llegan al televisor a través del set top box que es el encargado de decodificar la señal permitiendo que el cliente que tenga este servicio pueda disfrutar del contenido.



**Figura 2.3.** Servidor multimedia en una estructura IPTV

El servidor de contenidos es donde se generan las transmisiones ya que del servidor se pone a disposición todos los contenidos para que los usuarios puedan aprovechar cómodamente desde el lugar en que se encuentren.

## CAPÍTULO III

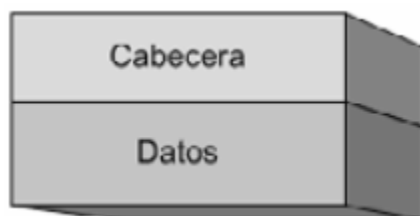
### PROTOCOLOS

#### 3.1 IP (Internet Protocol)

El protocolo de Internet es el protocolo de comunicaciones más usado en la actualidad, tanto es así que el espacio de direccionamiento disponible es cada día más escaso, es por esto que se ha creado una nueva versión de la actual IPv4, la versión número seis cuenta con 128 bits disponibles para asignar direccionamiento a un sin fin de hosts. A pesar de esto existen técnicas que pueden hacer que la falta de direcciones no sea un gran problema, como es la creación de subredes, NAT, etc.

El protocolo Internet implementa dos funciones básicas, direccionamiento y fragmentación. El direccionamiento se refiere a la información que contiene la cabecera del datagrama y que facilita el encaminamiento y reconocimiento del destino. La fragmentación es la manera en que los datagramas se dividen en fragmentos más pequeños, y reensamblan a su tamaño original, esta información también va impresa en la cabecera.

La figura 3.1 muestra la composición de un datagrama IP básico.



**Figura 3.1.** Datagrama IP básico compuesto por cabecera y datos

Para prestar su servicio IP utiliza cuatro mecanismos claves, estos son:

- **Tipo de servicio (ToS):** Se utiliza para establecer la calidad de servicio que se desea. Este parámetro es utilizado por las pasarelas de Internet para seleccionar el modo de transmisión efectivo entre saltos, a otras pasarelas o en alguna red en particular.
- **Tiempo de vida (TTL):** Lo fija el origen del datagrama y establece el tiempo en que el datagrama permanecerá en la red, se reduce cada vez que este haga un salto, y al llegar a cero se destruye.
- **Opciones:** Incluyen marcas de tiempo, encaminamiento especial y seguridad.
- **Suma de control de cabecera:** IP no ofrece ningún mecanismo de transmisión fiable, no existen mensajes de confirmación que indiquen que el paquete ha llegado en buen estado ni existe control de errores, sólo una suma de control que va incluida en la cabecera, esta suma se es leída en cada salto, al procesar el datagrama se hace nuevamente la suma y se compara con el valor entregado, si coincide el datagrama podrá seguir su camino en caso contrario solo se descarta.

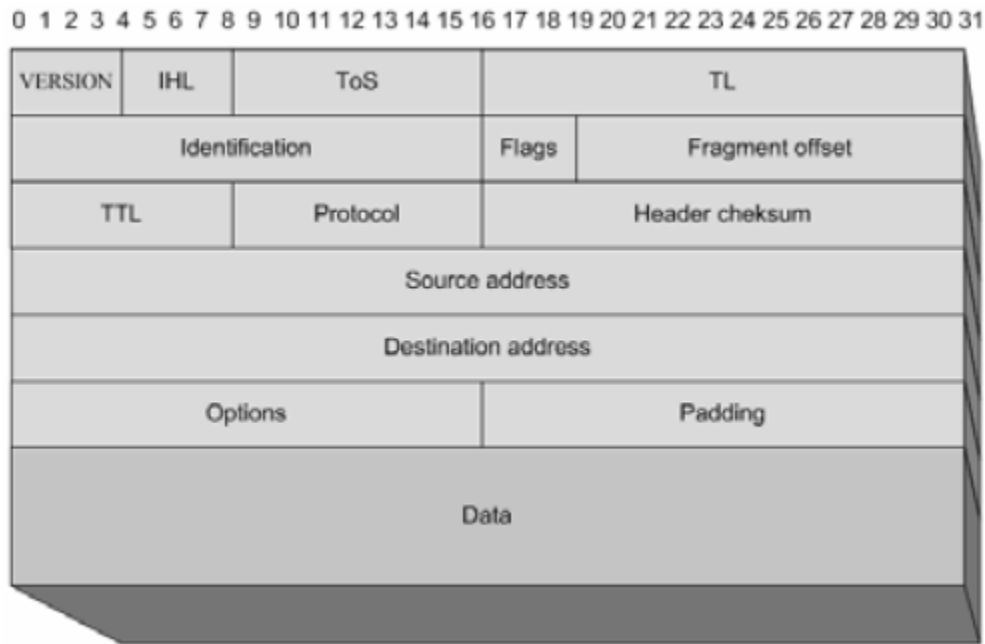
### 3.1.1 Formato de datagrama.

El datagrama IP está compuesto básicamente por una cabecera y el espacio destinado al contenido de información.

De manera más detallada, el datagrama está formado por palabras de 32 bits, con un máximo de 15 y un mínimo de 5, que es lo más común.



En la Figura 3.2 se puede ver el contenido detallado y a continuación una descripción de cada uno.



**Figura 3.2.** Detalle Datagrama IP

**Version:** Indica que versión del protocolo se está usando.

**Ihl (IP Header Length):** Indica el tamaño de la cabecera, en palabras de 32 bits.

**Tos (Type Of Service):** Proporciona un parámetro de la calidad de servicio deseada, se pueden asignar varios niveles de importancia aunque la gran mayoría de los routers y hosts lo ignoran.

La figura 3.3 muestra la estructura de este campo:



**Figura 3.3.** TOS

## **Detalle del TOS**

**Precedencia:** Puede tomar los siguientes valores:

111 - Control de Red

110 - Control Entre Redes

101 - CRITICO/ECP

100 - Muy urgente (Flash Override)

011 - Urgente (Flash)

010 - Inmediato

001 - Prioridad

000 – Rutina

### **Los demás bits:**

Bits 0-2: Prioridad.

Bit 3: 0 = Demora Normal,      1 = Baja Demora.

Bit 4: 0 = Rendimiento Normal, 1 = Alto rendimiento.

Bit 5: 0 = Fiabilidad Normal,      1 = Alta fiabilidad.

Bits 6-7: Reservado para uso futuro.

**Total Length:** Muestra la longitud total en bytes del paquete IP, incluidos headers y la data.

**Identificación:** En 16 bits el remitente escribe un número con el propósito de facilitar el reensamblaje del paquete.

**Flags:** Es un campo de 3 bits, el primero está reservado y debe ser cero, el segundo y tercero entregan información sobre la fragmentación.

Bit 1: si esta en uno indica no fragmentar.

Bit 2: si esta en cero indica que es el último fragmento del paquete.

**Fragment Offset:** Indica a que parte del datagrama corresponde este fragmento.

En 23 bits se indica el corrimiento que tiene este fragmento con respecto al original.

**TTL (Time To Live):** En el origen se introduce un valor, el cual se decrementa en cada salto, paso por router, gateway, etc. Si al momento de llegar a cero aun no encuentra el destino, el paquete se destruye.

**Protocol:** En este campo se indica el protocolo de siguiente nivel que se usa en la data del datagrama. Por ejemplo: 1 = ICMP, 6 = TCP, 17 = UDP, 88 = IGRP.

**Header Cheksum:** Ayuda a mantener la integridad del paquete. Se calcula haciendo el complemento a uno de cada palabra de 16 bits del encabezado, sumándolas y haciendo su complemento a uno. Este cálculo se hace en cada nodo donde es revisado el paquete y se recalcula para comprobarlo, si el dato leído y el obtenido son iguales, el paquete continua su trayecto al siguiente nodo o a la siguiente capa si se encontró con el destino, en caso contrario se destruye.

**Source Address:** Dirección IP de la fuente.

**Destination Address:** Dirección IP de destino.

**Options:** En la cabecera se pueden agregar hasta 40 bytes con información extra acerca de distintos parámetros, como seguridad camino a seguir, registros de la ruta, etc.

**Data:** Contiene los datos con el protocolo indicado en el campo Protocol.

### 3.1.1 Direccionamiento IP

Una dirección IP es un número de 32 caracteres binarios incluido en la cabecera del datagrama IP. Este número identifica de manera lógica y jerárquica una interfaz, esto significa que un host con más de una interfaz podría tener más de un número IP asignado a él. Para simplificar la notación, los 32 bits de la dirección son transformados regularmente a 4 octetos de número decimales separados por un punto, en donde se incluye un número de red y el número de hosts. Existen 5 formatos de direcciones IP, en la actualidad solo se utilizan 3 para asignar a redes y dispositivos, estos formatos son conocidos como clase

En la clase A, el bit más significativo es un 0, los 7 bits que le siguen corresponden a la red y los últimos 24 a hosts. La clase B tiene sus dos bits más significativos en 1 0, los siguientes 14 son la red y los últimos 16 los hosts. La clase C tiene sus tres bits más significativos en 1 1 0, los 21 siguientes son la red y los últimos 8 los hosts. Las clase D y E son direcciones especiales, La E corresponde a direcciones de Multicast y sus 4 bits más significativos están en 1 1 1 0, la clase D tiene sus 4 bits de mayor peso en 1 1 1, y su uso está destinado a aplicaciones futuras.

En la figura 3.4 estos datos se pueden apreciar de mejor forma en la siguiente tabla.

Clase	Dirección IP (Red - Host)	Rango	Nº de redes	Nº de hosts
A	0RRRRRRR.HHHHHHHH.HHHHHHHH.HHHHHHHH	1.0.0.0 – 127.255.255.255	126	16.777.214
B	10RRRRRR.RRRRRRRR.HHHHHHHH.HHHHHHHH	126.0.0.0 - 191.255.255.255	16.382	65.534
C	110RRRRR.RRRRRRRR.RRRRRRRR.HHHHHHHH	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2.097.150	254
D	1110 (DIRECCION DE MULTICAST)	224.0.0.0 - 239.255.255.255		
E	1111 (RESERVADO PARA USO FUTURO)	240.0.0.0 - 255.255.255.255		

**Figura 3.4.** Clases de direcciones IP

De estos datos se puede deducir que las clases A y B sólo permiten asignar un número inferior a 17000 redes, pero con un gran número de hosts, sin embargo en la actualidad las instituciones que cuentan con este tipo de redes corresponden al 75 por ciento del espacio total de direcciones IP.

### 3.1.2 Direcciones públicas y privadas

Corresponden a direcciones de Internet que no tienen validez en la red, es decir, son direcciones que pueden estar detrás de alguna pasarela, la que sí cuenta con una dirección válida en Internet. Estas direcciones son asignadas por el administrador de la red interna, las direcciones IP válidas son asignadas por NIC (Network Information Center).

### 3.2 ICMP (Internet Control Message Protocol)

Debido a que el protocolo IP no es fiable, los datagramas pueden perderse o llegar defectuosos a su destino. El protocolo ICMP (Internet Control Message Protocol, protocolo de mensajes de control y error) se encarga de informar al origen si se ha

producido algún error durante la entrega de su mensaje además de transportar distintos mensajes de control.

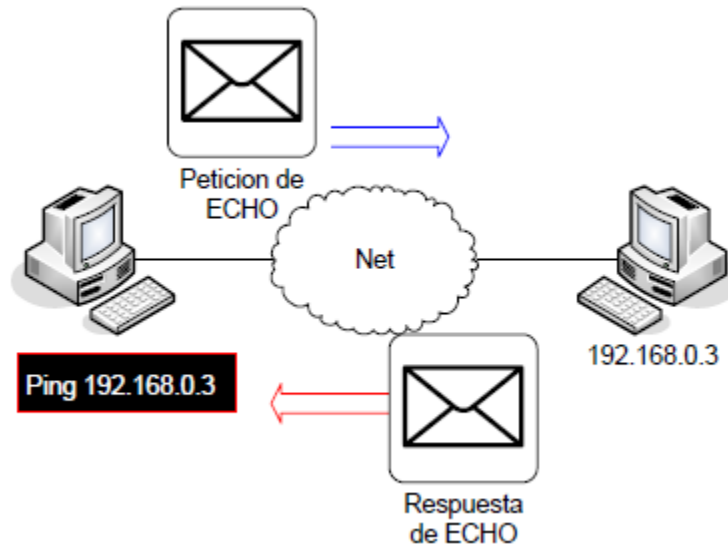
ICMP no se encarga de reparar los errores que informa, esta es tarea de protocolos de capas superiores. Los mensajes ICMP viajan en datagramas IP y comienzan con un campo de 8 bits que contiene el tipo de mensaje.

### **3.2.1 Campo de tipo de mensaje ICMP:**

- 0 Respuesta de eco (Echo Reply)
- 3 Destino inaccesible (Destination Unreachable)
- 4 Disminución del tráfico desde el origen (Source Quench)
- 5 Redireccionar (cambio de ruta) (Redirect)
- 8 Solicitud de eco (Echo)
- 11 Tiempo excedido para un datagrama (Time Exceeded)
- 12 Problema de Parámetros (Parameter Problem)
- 13 Solicitud de marca de tiempo (Timestamp)
- 14 Respuesta de marca de tiempo (Timestamp Reply)
- 15 Solicitud de información (obsoleto) (Information Request)
- 16 Respuesta de información (obsoleto) (Information Reply)
- 17 Solicitud de máscara (Addressmask)
- 18 Respuesta de máscara (Addressmask Reply)

Los mensajes ICMP son enviados automáticamente por la red, salvo en dos herramientas utilizadas por los usuarios, PING y Traceroute.

**3.2.2 Ping:** Los mensajes de solicitud y respuesta de eco, tipos 8 y 0 respectivamente, se utilizan para comprobar si existe comunicación entre 2 hosts a nivel de la capa de red y capas inferiores obviamente.



**Figura 3.5.** Ping

### 3.2.3 Traceroute:

Los mensajes ICMP de tipo 11 se pueden utilizar para hacer una traza del camino que siguen los datagramas hasta llegar a su destino enviando una secuencia de datagramas con TTL (Tiempo de vida, Time to live) ascendente. El primer datagrama caducará al atravesar el primer router y se devolverá un mensaje ICMP de tipo 11 informando al origen del router que descartó el datagrama. El segundo datagrama hará lo propio con el segundo router y así sucesivamente. Los mensajes ICMP recibidos permiten definir la traza.

### **3.3 RTSP (Real Time Stream Protocol)**

Este protocolo es usado principalmente en aplicaciones multimedia y se encarga de controlar la transmisión audio y video de tiempo real por parte de un cliente.

Existen otros protocolos que trabajan en conjunto con RTSP, este protocolo solo se preocupa del control y no lleva asociado un protocolo concreto de transporte. El transporte de los flujos de datos multimedia se realiza por ejemplo mediante el protocolo RTP.

Aplicaciones multimedia muy difundidas como VLC o Real Player utilizan RTSP para los diálogos entre los clientes y los servidores.

Este protocolo tiene varias similitudes con HTTP, esto de forma que los mecanismos de expansión añadidos a este pueden en muchos casos añadirse a RTSP, el cual difiere en un número significativo de aspectos del HTTP.

- RTSP introduce nuevos métodos y tiene un identificador de protocolo diferente.
- Un servidor RTSP necesita mantener el estado de la conexión al contrario de HTTP.
- Tanto el servidor como el cliente pueden lanzar peticiones.
- Los datos son transportados por un protocolo diferente.

#### **3.3.1 Peticiones RTSP**

Las peticiones RTSP están basadas en peticiones HTTP, por lo general son enviadas desde el cliente al servidor.



Las más comunes son:

**Describe:** Esta solicitud/respuesta constituye la fase de inicialización del RTSP. Describe obtiene una descripción de una presentación o del objeto multimedia apuntado por una URL RTSP situada en un servidor. El servidor responde a esta petición con una descripción del recurso solicitado, entre otros datos la descripción contiene una lista de los flujos multimedia que serán necesarios para la reproducción.

**Setup:** Especifica cómo será transportado el flujo de datos, la petición contiene la URL del flujo multimedia y una especificación de transporte, esta especificación típicamente incluye un puerto para recibir los datos, y otro para los datos RTCP. El servidor responde confirmando los parámetros escogidos y llena las partes restantes, como los puertos escogidos por el servidor. Cada flujo de datos debe ser configurado con SETUP antes de enviar una petición de PLAY.

**Play:** Una petición de PLAY hace que el servidor comience a enviar datos de los flujos especificados utilizando los puertos configurados previamente.

**Pause:** Detiene los datos temporalmente, pueden ser reanudados por una petición Play.

**Teardown:** Detiene la entrega de datos y libera los recursos asociados.

RTSP es un protocolo de nivel de aplicación que se encarga de soportar las siguientes aplicaciones:

- Solicita la recepción de información multimedia desde un servidor multimedia. Un cliente puede solicitar que el servidor le transmita información.
- Solicita la participación de un servidor multimedia en una conferencia.
- Añade un flujo multimedia a una presentación ya existente.
- Tiene la capacidad de establecer y controlar uno o varios flujos sincronizados de información multimedia continua.

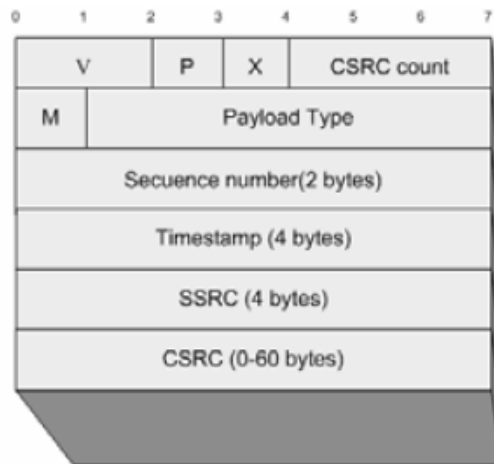
### **3.4 RTP (Real Time Protocol)**

Corresponde a la capa de aplicación del modelo OSI, sin embargo presenta características de control y transporte; este protocolo fue creado debido a la necesidad de características diferentes a TCP y a la mayor funcionalidad que UDP ya que estos protocolos no satisfacían las cualidades necesarios para la transmisión en tiempo real.

Las funciones que ofrece RTP son las siguientes:

- Se encarga de la sincronización de los medios.
- Comunica el esquema de codificación de los datos.
- Comunica si se produce pérdida de paquetes.
- Identifica al emisor.
- Permite la segmentación y el reensamblado del objeto multimedia.
- Tiene opciones de cifrado.

Los paquetes RTP se encapsulan en datagramas UDP, el encabezado tiene la siguiente forma:



**Figura 3.6.** Cabecera RTP

V: 2 bits. Identifica el número de versión.

P: 1 bit. Indica si hubo que efectuar un relleno de bits.

X: 1 bit. Señala la presencia de extensiones del encabezado.

CRSC: 4 bits. Entrega la cuenta de CSRC.

M: 1 bit. Se utiliza para indicar frames.

PT: 7 bits. Corresponden al tipo de payload (Payload Type); es decir, indica el tipo de datos multimedia que transporta el paquete.

SN: 2 bytes. El número de secuencia (sequence number) permite al receptor de un stream RTP detectar paquetes perdidos o en desorden.

TS: 4 bytes. Corresponde a las marcas de tiempo (timestamp), permite al receptor la reproducción de las muestras en los intervalos apropiados, y ayuda a la sincronización de diferentes streams.

SSRC: 32 bits. La fuente de sincronización (SSRC) es un número que identifica la fuente (única) de un stream RTP.

CSRC: 0-60 bytes. Es usado sólo cuando streams RTP pasan por un mezclador. Éste puede ser usado para reducir los requerimientos de ancho de banda de una conferencia. En el estándar RTP están definidos dos protocolos, RTP y RTCP. RTP está encargado del intercambio del contenido multimedia mientras que RTCP se encarga del envío de información de control para un determinado flujo de datos.

### 3.5 UDP (User Datagram Protocol)

Protocolo que en el Modelo OSI se encuentra en nivel de transporte se basa en intercambiar datagramas o paquetes de datos. UDP envía datagramas a través de la red de datos sin que se haya establecido una conexión esto es debido a que su datagrama tiene información necesaria de direccionamiento en su cabecera, no existe confirmación ni control de flujo, por este motivo los paquetes de datos pueden adelantarse unos a otros, además no se sabe si llega o no correctamente ya que no existe confirmación de entrega o recepción.

Se usa para protocolos como DNS y DHCP donde el intercambio de paquetes de datos de conexión y desconexión son altos y no son confiables con la información transmitida de la misma forma para transmisiones de audio y video en tiempo real donde no se puede realizar transmisiones por los requisitos de retardo que tiene.

Bits 0 - 15	16 - 31
Puerto origen	Puerto destino
Longitud del Mensaje	Suma de verificación
Datos	

**Figura 3.7.** Cabecera UDP

La cabecera UDP tiene 4 campos de los cuales 2 son opcionales el punto de origen y suma de verificación, los campos de los puertos fuente y destino son campos de 16 bits que identifican el proceso de origen y recepción. Ya que UDP carece de un servidor de estado y el origen UDP no solicita respuestas, el puerto origen es opcional. Si no es utilizado, el puerto origen debe ser puesto a cero. A los campos del puerto destino le sigue un campo obligatorio que indica el tamaño en bytes del datagrama UDP incluidos los datos. El valor mínimo es de 8 bytes. El campo de la cabecera restante es una suma de comprobación de 16 bits que abarca la cabecera, los datos y una pseudo-cabecera con las IP origen y destino, el protocolo, la longitud del datagrama y ceros hasta completar un múltiplo de 16 pero no los datos. La suma de verificación también es opcional, aunque generalmente se utiliza en la práctica.

El protocolo UDP se utiliza por ejemplo cuando se necesita transmitir voz o vídeo y resulta más importante transmitir con velocidad que garantizar el hecho de que lleguen absolutamente todos los bytes.

### **3.5.1 Puertos UDP**

UDP utiliza puertos que permiten la comunicación entre aplicaciones. El campo de puerto posee una longitud de 16 bits, entonces se tiene valores de 0 a 65.535. El puerto 0 está reservado, pero es un valor permitido como puerto origen si el proceso emisor no espera recibir mensajes como respuesta.

Los puertos 1 a 1023 se llaman puertos "bien conocidos" y en sistemas operativos tipo Unix enlazar con uno de estos puertos requiere acceso como root (superusuario).

Los puertos 1024 a 49.151 son puertos registrados.

Los puertos 49.152 a 65.535 son puertos de poca durabilidad y son utilizados como puertos temporales, sobre todo por los clientes al comunicarse con los servidores.

### **3.6 Sistemas de difusión Unicast, Broadcast y Multicast**

Existen varios modos de transmisión de datos, entre los principales están distribución por Unicast, Broadcast y Multicast.

#### **3.6.1 Unicast**

Es la transmisión punto a punto, es decir que en esta arquitectura se enviaría los paquetes de datos a un solo destinatario. Una desventaja de este modo de transmisión es que requiere un mayor ancho de banda.

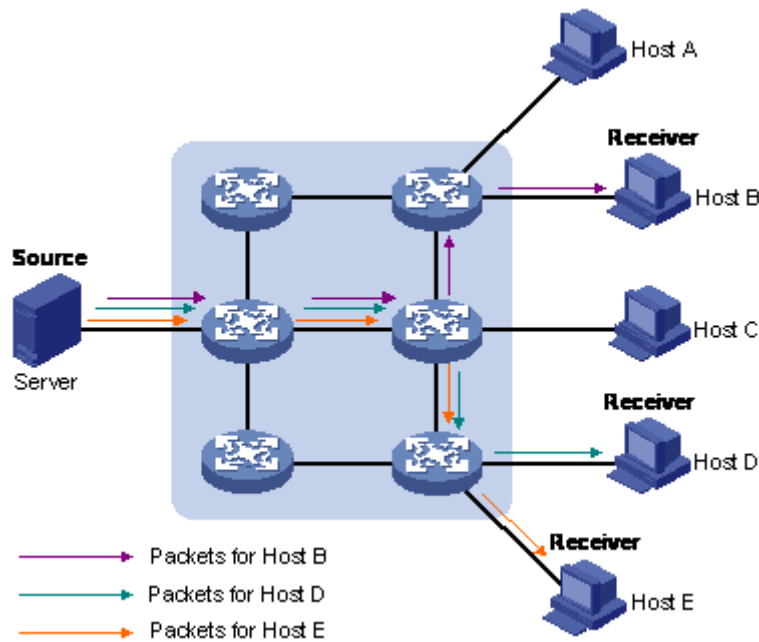
La información que normalmente fluye a través del internet lo hace en paquetes Unicast, es decir que el destinatario de la información es un único host con una dirección IP concreta.

Este modo de transmisión presenta varios problemas cuando se transmiten grandes cantidades de datos como por ejemplo al transmitir una videoconferencia hacia varios hosts se tendría que emitir un paquete de datos para cada uno de los participantes, multiplicando así el ancho de banda consumido por el número de participantes de la videoconferencia, necesitándose una gran cantidad de ancho de banda.

Por esta razón no sería la mejor opción el utilizar Unicast para la transmisión de IPTV para una gran cantidad de usuarios finales, sin embargo, no sería lo mejor

descartarla del todo, ya que este modo de transmisión permitiría enviar un contenido especial a un solo usuario final en la red de ser requerido.

A continuación se puede observar una figura que permite apreciar la transmisión de paquetes de datos en Unicast.



**Figura 3.8.** Unicast

### 3.6.2 Broadcast

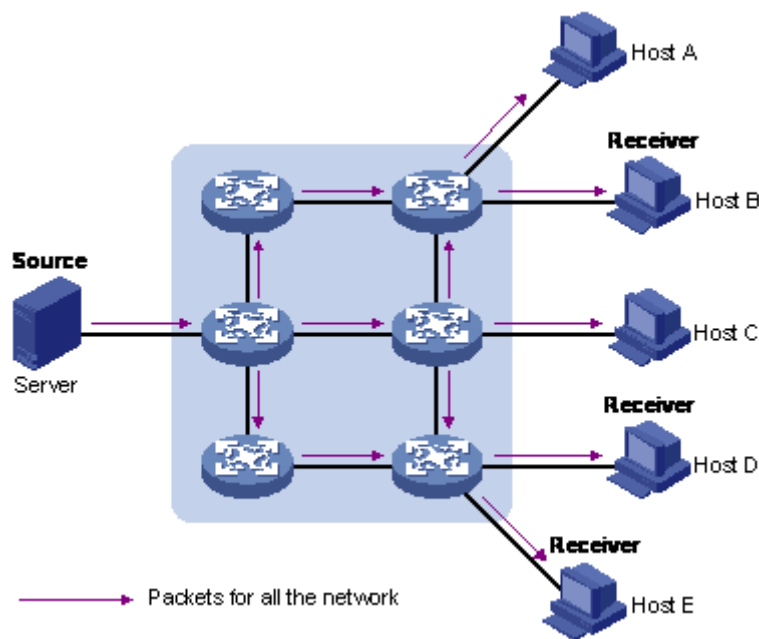
En este modo de transmisión se comunica con un solo flujo de datos multimedia a todos los usuarios finales miembros de una red.

Este sistema tiene el inconveniente de que los usuarios que no requieran recibir y observar la transmisión estarán aceptando de antemano un tráfico indeseado, a no ser que tengan desactivada su función de escuchar el tráfico Broadcast, con lo cual podrían no recibir mensajes importantes.

Esta es la forma más popular de comunicación por videoconferencia por difusión como la televisión.

La difusión es una forma muy eficiente de comunicación para contenidos populares, ya que puede enviar los contenidos deseados a todos los receptores al mismo tiempo.

A continuación se puede observar una figura que permite apreciar la transmisión de paquetes de datos en Broadcast hacia varios destinatarios.



**Figura 3.9.** Broadcast

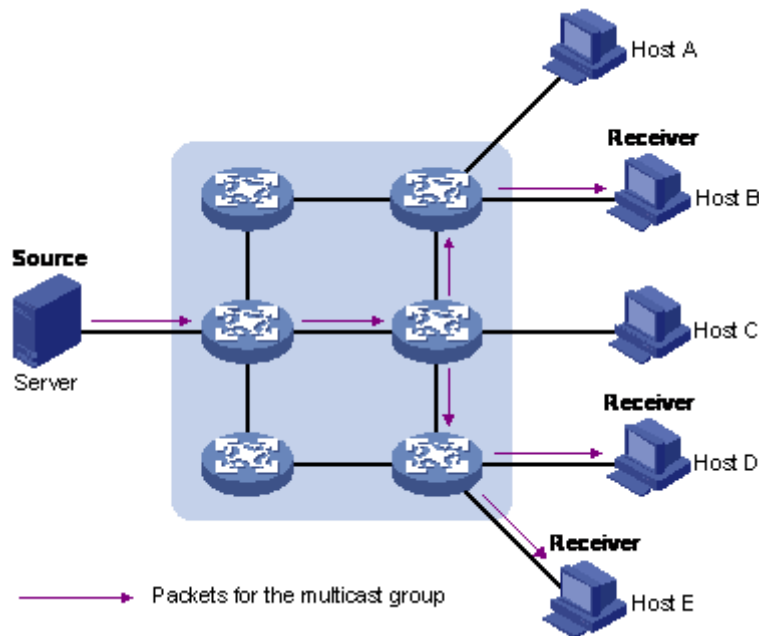
### 3.6.3 Multicast

Es la transmisión punto a multipunto, es decir que en esta arquitectura se transmite los paquetes de datos multimedia a un grupo determinado de usuarios.



De esta forma se envía a un grupo específico de destinatarios enviando los datos una sola vez por cada enlace de red que exista, creando así una copia de los datos únicamente cuando estos se dividen en el camino hacia los destinatarios.

A continuación se puede observar una figura que permite apreciar la transmisión de paquetes de datos en Multicast hacia varios destinatarios.



**Figura 3.10.** Multicast

### 3.6.3.1 IP Multicast (RFC-1112)

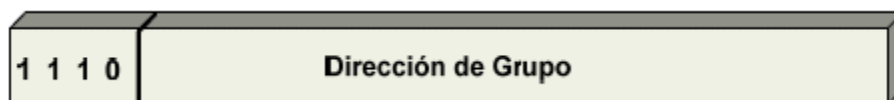
El servicio de IP Multicast brinda una manera eficiente de enviar paquetes a múltiples receptores. Un único paquete transmitido por la fuente es recibido por un número arbitrario de receptores a lo largo de un árbol de distribución, mediante la replicación de los paquetes en determinadas interfaces de salida de los routers.

La especificación del servicio Multicast del protocolo IP aparece en el RFC-1112, donde se especifica un rango de direcciones IP reservado para el destino,

utilizando las direcciones de clase D. Estas direcciones IP comprenden desde 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255. Los grupos definidos en este modelo pueden ser de cualquier tamaño y con sus miembros ubicados en cualquier lugar de Internet. La pertenencia a los grupos es dinámica, pudiendo adherirse o abandonar un grupo en cualquier momento. Los emisores de un grupo no necesitan ser miembros del mismo, de modo que un nodo cualquiera puede enviar datagrama a cualquier grupo definido en Internet. Los routers escuchan las direcciones Multicast y utilizan protocolos de routing para gestionar la pertenencia a los grupos (IGMP) y por lo tanto tienen información sobre la necesidad de replicación de datagrama para que estos alcancen a cualquier miembro del grupo.

### 3.6.3.2 Direcciones IP Multicast

Las direcciones de clase D entre 224.0.0.0 y 239.255.255.255 están previstas en IP para el tráfico Multicast. Asignando una dirección IP de clase D a un grupo de nodos que define un grupo Multicast. Los cuatro bits más significativos de las direcciones de clase D se fijan a "1110" y los siguientes números de 28 bit, reciben la denominación de identificador del grupo Multicast, por lo tanto, no estando estructuradas las direcciones como las direcciones IP unicast. A continuación se muestra el formato de dirección IP de clase D.



**Figura 3.11.** Dirección Multicast

Existen dos tipos de grupos Multicast: temporales y permanentes. Algunos grupos permanentes han sido predefinidos por la IANA (Internet Assigned Numbers Authority) en el RFC 1700 para propósitos especiales como la dirección 224.0.0.0 que está reservada y el rango de direcciones desde 224.0.0.1 a 224.0.0.255 está reservado para el uso de protocolos de routing y otros protocolos de descubrimiento y mantenimientos de topologías de bajo nivel. Los routers Multicast no deberían encaminar datagramas con dirección de destino dentro de este rango independientemente del valor TTL. El resto de los grupos van desde 224.0.1.0 a 239.255.255.255 estas están asignados a diversas aplicaciones Multicast o permanecen sin ser asignadas. De este rango, las direcciones que van de 239.0.0.0 a 239.255.255.255 están reservadas para ser utilizadas para aplicaciones locales no extensibles a Internet.

En la emisión y recepción de datagrama en los servicios de IP Multicast presentan algunas características específicas respecto del servicio unicast. El servicio de emisión utiliza la operación normal de emisión de datagramas IP, con una dirección IP Multicast como destino, pero debe proporcionar a la aplicación emisora un modo de:

- Especificar la interfaz de red de salida, cuando hay más de uno.
- Especificar el tiempo de vida (TTL) del paquete emitido.
- Habilitar/deshabilitar el “loopback” si el nodo emisor es miembro del grupo de destino en la interfaz de salida.

Los protocolos usados en Multicast son:

Protocolo de “membresía”: IGMP (Internet Group Management Protocol) permite conocer en todo momento los equipos pertenecientes a un grupo Multicast.

Protocolos de encaminamientos:

- DVMRP: Protocolo de encaminamiento Multicast de vector de la distancia
- MOSPF: Primer camino abierto Multicast

### **3.6.4 IGMP (Internet Group Management Protocol)**

Los nodos que desean recibir datagramas Multicast deben informar a los routers vecinos que están interesados en recibir datagrama dirigidos a ciertos grupos Multicast. De este modo, cada nodo se convierte en miembro de uno o más grupos Multicast y recibe los datagramas dirigidos a dicho grupo. El protocolo mediante el que los nodos comunican esta información a los routers se denomina Internet Group Management Protocol (IGMP).

IGMP también es utilizado por los router para comprobar periódicamente si los miembros de los grupos conocidos están todavía activos. En caso de que exista más de un router Multicast es una subred (LAN), uno de ellos es elegido para efectuar las consultas y asumir la responsabilidad de cuidar del estado de pertenencia de los grupos Multicast con miembros activos en su subred. Basándose en la información obtenida de IGMP el router puede decidir si reenviar los mensajes Multicast que recibe a sus subredes o no. Si ese es el caso, el router reenviará el mensaje a la subred, en caso contrario descartará el datagrama.

Obviamente, esto será la última fase del envío de un datagrama Multicast.

Actualmente, existen tres versiones del protocolo IGMP.

- IGMP Versión 1 (RFC-1112): Este estándar es usado actualmente en Internet.
- IGMP Versión 2 (RFC-2236): Esta es la versión actualizada y mejorada de IGMPv1. Es compatible con IGMPv1 y se está difundiendo con rapidez.
- IGMP Versión 3 (RFC-3376): Es la versión actualizada y mejorada de IGMPv1 e IGMPv2.

En general el protocolo IGMP se puede dividir en dos fases:

### **1ª Fase**

Cuando una maquina o sistema final se une a un nuevo grupo de multidifusión, envía un mensaje o informe IGMP (tipo 2) de pertenencia a grupo (Host Membership Report) con la dirección IP conteniendo la dirección de multidifusión del grupo al que pertenece la máquina de origen. Este mensaje IGMP también lo escucha el router de multidifusión local, que está conectado a la misma red, para realizar el correspondiente registro de pertenencia. Asimismo, el datagrama IP que encapsula dicho informe lleva TTL = 1 para indicar expresamente que este tipo de mensaje IGMP se trasmite directamente a la red de acceso y no debe ser reenviado por ningún otro router de multidifusión. A su vez, el router de multidifusión local se pone en contacto con otros routers de multidifusión vecinos por Internet, pasando la correspondiente información y registrando, en sus tablas, las oportunas rutas en función de dichas pertenencias para la posterior fase de transferencia de datos. Un sistema final sólo tiene que emitir un informe IGMP de

pertenencia por cada grupo al que pertenezca. Cuando una máquina final o destinataria se une a un destinado grupo de multidifusión, envía inmediatamente un informe de pertenencia sin esperar al siguiente sondeo.

## **2ª Fase**

Debido a que la pertenencia es dinámica, el router de multidifusión local sondea de forma periódica, mediante un mensaje IGMP (tipo1) de solicitud de pertenencia a grupos a las máquinas vecinas de su red de área local para determinar aquellas que se mantienen como miembros activos de grupos. Este mensaje IGMP de solicitud o sondeo se envía en un datagrama IP con la dirección de destino conteniendo la dirección reservada de multidifusión, 224.0.0.1, que semánticamente quiere decir “a todas las máquinas en esta red de área local”. Asimismo, dicho datagrama IP lleva un TTL = 1 para indicar que este tipo de mensaje IGMP no debe ser reenviado a ninguna otra red por ningún otro router de multidifusión local que pudiera haber. En este tipo de escenario, para que un router de multidifusión local pueda difundir alguna información de pertenencia a otros routers de multidifusión intermedios por Internet, debe determinar si una o más máquinas, en su red de área local, han decidido unirse a un grupo de multidifusión. Si para un determinado grupo, no se reciben información de miembros después de varios sondeos, el router de multidifusión asume que no hay destinatario activos en su red y deja de anunciar miembros del grupo a otros routers de multidifusión vecinos en Internet. Cuando una máquina destinataria recibe una solicitud, debe responder con un informe por cada grupo al que pertenece. Asimismo, una máquina destinataria no emite ningún informe si quiere

abandonar el grupo. Al router solo le interesa conocer qué grupos tienen miembros, pero no cuántos ni quiénes son estos.

Como se puede observar, intercambiando solicitudes IGMP (entre routers y máquinas destinatarias en la misma red) e informes IGMP (entre máquinas destinatarias y routers en la misma red), un router de multidifusión local puede conocer los grupos de multidifusión que están activos en su propias redes. De esta manera, dichos routers pueden reenviar un datagrama IP de multidifusión entrante a la máquina o máquinas destinatarias, pertenecientes al grupo en cuestión.

### 3.6.3.1 Formato de Mensaje IGMP Versión 1



**Figura 3.12.** Cabecera IGMP Versión 1

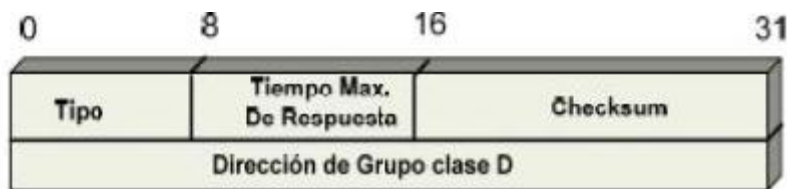
- Versión (4 bits): Identifica el número de versión
- Tipo (4 bits): Indica el tipo de mensaje. Existiendo dos tipos de mensaje:
  - Tipo 1 (Consulta de miembros): Indica un mensaje, de solicitud de pertenencia a grupo, enviado por un router de multidifusión local a todas las máquinas vecinas conectadas a la misma red de acceso.
  - Tipo 2 (Reporte de miembros): Indica un informe de pertenencia a grupo enviado por una máquina destinataria incluida en dicho grupo

al resto de máquinas, también, pertenecientes al citado grupo en la misma red de acceso.

- Sin uso (8bits): Todos a cero.
- Checksum (16 bits): Se aplica a todo el mensaje IGMP (8 octetos). Se aplica el mismo algoritmo utilizado por IP.
- Dirección de Grupo (32 bits): Esta es la dirección IPv4 de la clase D. contiene todo a ceros en un mensaje de solicitud, o bien una dirección de grupo en un mensaje de informe.

### 3.6.3.2 Formato de mensaje IGMP Versión 2

La principal diferencia de IGMP Versión 2, que es una mejora del original, es la inclusión de un nuevo mensaje para indicar al abandono de un grupo, lo que reduce la latencia de abandono. Además se especifica un método de elección estándar para el router que genera las preguntas, el de menor dirección IP, algo que había quedado inconcluso en la versión anterior. Uniendo en un solo campo Versión y Tipo, pero manteniendo la compatibilidad con la versión 1 como se muestra a continuación.



**Figura 3.13.** Cabecera IGMP Versión 2



Tipo:

- Consulta de miembros (0x11).
- Consulta general
- Grupo específico de consulta
- Reporte de miembros Versión 1(0x12)
- Reporte de miembros de reporte Versión 2 (0x16)
- Grupos de miembros a salir (0x17)

Tiempo de Respuesta máximo:

Se usa sólo en mensajes de tipo Consulta de miembros.

- Especifica el valor, en décimas de segundo, que un host debe esperar como.
- Máximo para contestar a un Miembro de consulta.
- Por defecto es igual a 100 (10s).
- Usada para controlar la expansionabilidad de las respuestas y la latencia.

Checksum: Igual que en la versión 1.

Dirección de Grupo:

- 0 en mensajes de tipo Consulta general.
- Contiene la dirección del grupo Multicast en mensajes de tipo Grupo específico de consulta.
- Contiene la dirección del grupo Multicast en mensajes de tipo Reporte de miembros y Grupo de miembros a salir.

### 3.6.3.3 Formato de mensaje IGMP Versión 3

Esta última versión posibilita que los nodos se unan a un grupo y especificar un conjunto de emisores de dicho grupo desde los cuales quiere recibir datagramas multicast añadiendo capacidad de filtrado de emisor. Igualmente los mensajes de abandono de grupo de la versión 2 se han mejorado para soportar el abandono de grupos-emisores.



**Figura 3.14.** Cabecera IGMP Versión 3

Tipo:

- Miembro de consulta (0x11)
- Consulta general
- Grupo específico de consulta.
- Consulta de origen de grupos específicos.
- Reporte de miembros Versión 3 (0x22).
- Reporte de miembros Versión 1 (0x12).
- Reporte de miembros Versión 2 (0x16).
- Grupo de miembros a salir 2 (0x17).

Tiempo Máximo de Respuesta:

- Tiempo Máximo permitido antes de enviar un Reporte.

Checksum (igual que en las versiones anteriores).

Dirección de Grupo:

- Igual a 0 en Consulta general.
- Dirección de grupo multicast en otras Consultas.

Resv:

- Campo reservado.

Flag S:

- Cuando es igual a 1, indica a los routers multicast que tiene que suprimir las actualizaciones de los temporizadores cuando escuchen una Consulta.
- Si no, elimina la elección del router multicast.

QRV (Querier Robustness Variable).

QQIC (Querier's Query Interval Code):

- Especifica el intervalo del router para mandar consultas.

Número de Fuentes:

- Indica el número de fuentes presentes en el mensaje de consulta.

Dirección de Fuente [i]:

- Vector de N direcciones IP unicast, indicando las fuentes.

## **3.7 Protocolos de Enrutamiento Multicast**

### **3.7.1 DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol)**

El protocolo Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP), fue definido originalmente en el RFC 1075, basándose en el protocolo RIP, con la diferencia de que RIP envía los datagramas unicast basándose en la información del siguiente salto hacia el destino, mientras que DVMRP construye árboles de distribución basándose en la información del salto previo hacia el emisor. La versión inicial de este algoritmo de routing vector-distancia construye los árboles basándose en el algoritmo TRPB (Truncated Reverse Path Broadcasting) el cual a través del protocolo IGMP, un enrutador puede determinar si los miembros de un grupo multidifusión están en una subred. Las versiones posteriores han sido mejoradas para utilizar RPM (Reverse Path Multicast), en donde se construye el árbol únicamente si la subred y los enrutadores contienen miembros del grupo, en caso de que no presentan miembros de ese grupo emitirán un mensaje, el cual realiza la función de deshabilitar la recepción de mensajes a esa red. Estos algoritmos son habitualmente utilizados en los routers MBONE.

Cada router envía periódicamente su tabla de ruta (vector distancia) a los routers vecinos a través de la dirección 224.0.0.4 (que escuchan todos los routers DVMRP) y, con los vectores distancia recibidos, cada router calcula las rutas óptimas hacia las distintas redes de destino existentes. Pero para el intercambio de datagramas multicast se utiliza RPF, en donde al recibir un datagrama multicast por uno de sus interfaces, se extrae la dirección de origen de este mismo y si ha entrado por el interface óptimo para llegar a esa dirección como destino, se reenvía por los restantes interfaces. En otros casos se descarta con el envío de un

primer datagrama multidifusión de un grupo se establece un árbol que alcanza todas las subredes, aunque no tengan miembros activos de este grupo. Cada router que ha recibido un paquete de multidifusión de un grupo y no cuenta con miembros del mismo en sus interfaces enviará un mensaje de poda al router superior (por donde le llegó el datagrama). Lo mismo hará el superior si recibe mensajes de poda por todos los interfaces por donde reenvió el datagrama, y así hasta cerrar el árbol para este grupo. Los routers tienen que recordar los mensajes de poda que han enviado, porque estas podas tienen una validez limitada, y tendrán que renovarse trascurrido ese tiempo. Igualmente, si se realiza la conexión de un nuevo equipo al grupo multidifusión y está podada la rama, el router deberá enviar un nuevo mensaje de conexión que reconstruirá nuevamente la antigua rama podada.

### **3.7.2 Protocolo MOSPF (Multicast OSPF)**

Las extensiones multicast a OSPF (MOSPF) están definidas en RFC 1584 y se sitúan por encima de la versión 2 del protocolo Open Shortest Path First (OSPF) (RFC 1583). MOSPF utiliza la información de pertenencia a grupo, obtenida mediante IGMP y con la ayuda de la base de datos de OSPF construye árboles de distribución multicast. Estos árboles son árboles de camino más cortos construidos (bajo demanda) para cada pareja.

Los routers difunden dentro de cada área OSPF información sobre los grupos de multidifusión activos y sus miembros. De este modo, cada router de multidifusión cuenta con dicha información y puede calcular de forma independiente las rutas de camino más corto desde un origen hacia todos los receptores miembros del grupo

y reenviar adecuadamente los datagramas multicast que reciba por cualquiera de sus interfaces.

Para el intercambio de información sobre grupos multicast (y sus receptores) con routers de otras áreas OSPF se utilizan los ABR (routers de borde de área). Para evitar la difusión innecesaria de tráfico multicast. Uno de los ABR asume la tarea de centralizar la información y distribuir los envíos multicast entre áreas. MOSP utiliza técnicas de difusión para el envío de los datagramas multicast a cada miembro del grupo, sino todo lo contrario. Los datagramas se envían exclusivamente a cada miembro del grupo y por el camino más corto. Desde este punto de vista puede considerarse un protocolo “esparcido”. Este es un protocolo con dependencia plena de OSF por lo tanto sólo se implementa en redes con routers uní envío OSPF.

### **3.7.3 Protocolo PIM (Protocol-Independent Multicast)**

PIM precisa la existencia de un protocolo de routing unicast para actualizar la tabla de información de encaminamiento y adaptarse a los cambios de topología. La mayoría de los protocolos multicast propuestos funcionan bien si los miembros de los grupos están debidamente distribuidos y el ancho de banda no es un problema. Sin embargo, el hecho de que DVMRP inunde periódicamente la red y de que MOSPF envíe información de pertenencia a grupos a través de los enlaces, hace que estos protocolos no resulten eficientes en casos donde los miembros de los grupos se distribuyen de forma dispersa en distintas regiones de la red y donde el ancho de banda no es inagotable.

Para solucionar estos problemas, PIM contempla dos protocolos: PIM – Modo Denso (PIM-DM) que es más eficiente cuando los miembros están distribuidos densamente y PIM – Modo Disperso (PIM-SM) que tiene mejor rendimiento en los casos en que los miembros están dispersamente distribuidos. Aunque estos dos algoritmos pertenecen a PIM o comparten mensajes de control similares, son esencialmente protocolos distintos. El modo denso se refiere a un protocolo diseñado para operar en un entorno en el que los miembros del grupo están agrupados densamente y con un ancho de banda importante. El modo no denso se refiere a un protocolo optimizado para entornos donde los miembros de los grupos están distribuidos en muchas regiones de Internet y el ancho de banda disponible no es necesariamente muy grande. Es importante tener en cuenta que el modo-disperso no implica que el número de miembros sea pequeño sino que estos se encuentren dispersos a través de Internet.

#### **3.7.4 Protocolo PIM-DM (Protocol-Independent Multicast–Dense Mode)**

La arquitectura PIM fue concebida por la necesidad de proporcionar árboles de distribución de modo disperso escalables. También define un protocolo nuevo en modo-denso en lugar de los protocolos ya existentes como DVMRP y MOSPF. Se considera que PIM-DM se desplegará en entornos ricos en recursos, tales como un campus LAN donde la pertenencia a un grupo es relativamente densa y el ancho de banda disponible es importante.

PIM-DM implementa el algoritmo RPF. Para determinar si un datagrama multicast ha sido entregado por la ruta correcta se utiliza la información disponible. La tabla de encaminamiento mantenida con el protocolo uni envío adoptado en el sistema.

De manera similar a la del protocolo DVMRP, PIM-DM construye inicialmente un árbol de difusión que lleva desde el origen a todos los routing multicast, y posteriormente se utiliza la información recolectada a través de IGMP y difundida desde los miembros del grupo hacia el origen para podar las ramas inactivas. Debe mantenerse información sobre las ramas para un grupo, si hay que volver a reactivarlas.

### **3.7.5. Protocolo PIM-SM (Protocol-Independent Multicast–Sparse Mode)**

PIM Sparse Mode (PIM-SM) ha sido desarrollado como un protocolo de routing Multicast que proporcione una comunicación eficiente entre miembros de un grupo distribuido de modo disperso, por lo demás, el tipo de grupos más comunes en redes extensas. Sus diseñadores creyeron que una situación en la que varios nodos desean participar en una conferencia multicast no justifica la difusión del tráfico multicast en toda la red, y se temían que los protocolos de routing multicast existentes experimentarían problemas de escalado si se producían varios miles de pequeñas conferencias simultáneamente, creando gran cantidad de tráfico agregado que podría, potencialmente, saturar las conexiones de Internet. Para eliminar estos problemas potenciales de escalado, PIM-SM ha sido diseñado para limitar el tráfico multicast de modo que sólo aquellos routers interesados en recibir el tráfico dirigido a un grupo particular.

PIM-SM está definido en RFC 2117, y presenta dos diferencias fundamentales con los protocolos de modo denso (DVMRP, MOSPF y PIM-DM). Los routers que emplean el protocolo PIM-SM necesitan anunciar explícitamente su deseo de recibir datagramas multicast de grupos multicast, mientras que los protocolos de



modo denso asumen que todos los routers necesitan recibir datagramas multicast a menos que explícitamente envíen un mensaje.

El iniciador de cada grupo multicast selecciona un RP y un pequeño conjunto ordenado de RPs alternativos, conocido como la lista RP. Para cada grupo multicast hay un solo RP activo. Cada receptor que desea unirse a un grupo multicast contacta con su router directamente conectado, que por turno se une al árbol de distribución multicast enviando un mensaje explícito de adhesión al RP primario del grupo. El emisor utiliza el RP para anunciar su presencia y encontrar un camino a los miembros que se han unido al grupo.

Este modelo precisa que los routers en modo disperso mantengan algún estado antes de la llegada de los datagramas. Por otro lado, los protocolos de routing multicast en modo disperso son dirigidos por los datos, puesto que no definen ningún estado para un grupo multicast hasta que llega el primer paquete de datos.

## CAPÍTULO IV

### CODIFICACIÓN DE VIDEO

#### 4.1 Mpeg (Moving Picture Expert Group)

MPEG pertenece al grupo ISO (Organización Internacional para la Estandarización), la misma que tiene un subcomité encargado del desarrollo de normas internacionales para comprensión, descomprensión, procesado y codificación de imagen y audio llamado IEC (Comisión Internacional Electrotécnica).

El MPEG define la sintaxis de las señales digitales correspondientes a audio y video tanto de origen natural como sintetizado, describe su estructura, contenido y regula el funcionamiento de decodificadores estandarizados. El MPEG no define los algoritmos de codificación. Esto permite estar continuamente mejorando los codificadores y su adaptación a aplicaciones específicas dentro de la norma. Además de la codificación de audio y video, MPEG también define sistemas para multiplexar la información de audio y video en una única señal digital, describe los métodos para verificar que las señales y los decodificadores se ajustan a la norma y publica informes técnicos con ejemplos de funcionamientos de codificadores y decodificadores. Los estándares MPEG fueron desarrollados para ser independiente de la red específica para proporcionar un punto de interoperabilidad en entornos de red heterogéneos.

#### **4.1.1 Descripción de Compresión de Video Mpeg**

En MPEG el algoritmo de compresión de video utiliza dos técnicas fundamentales las cuales son compensación del movimiento y codificación.

##### **Compensación del movimiento**

Esta compensación del movimiento está basada en bloques para la reducción de la redundancia temporal. En cuanto a las técnicas de compensación de movimiento es aplicable en ambos sentidos, hacia delante o causal (forward) y hacia atrás o no causal

(backward). La señal restante es codificada utilizando las técnicas basadas en transformaciones. Los vectores de movimiento son transmitidos junto con la información espacial.

El sistema de Reducción de la Redundancia Temporal se utiliza para soportar el acceso aleatorio al video almacenado, se definen tres tipos fundamentales de imágenes o cuadrados:

**Codificados Internamente (I):** Son imágenes que no requieren de información adicional para su decodificación. Son codificadas sin ninguna referencia a otras imágenes, conteniendo todos los componentes necesarios para su reconstrucción por el decodificador debido a esto es que son el punto de entrada obligatorio para el acceso a una secuencia. Su tasa de compresión es relativamente pequeña comparada con JPEG. Esta imagen se codifica como una imagen única usando solo la información de la imagen. Los bloques tienen una gran redundancia espacial por lo que MPEG trata de disminuir esta cantidad de datos.

**Predictivos (P):** Son codificadas con respecto a las imágenes de tipo I o P anteriores, gracias a las técnicas de predicción con compensación de movimiento. Pero sin embargo el número de la imágenes I no se pueden multiplicar indefinidamente el, ya que, como se utiliza para decodificar otras imágenes P o B, se propagan amplificando cualquier error de codificación. Su tasa de compresión es mayor que la de las imágenes I, donde generalmente una imágenes P requieren aproximadamente la mitad de los datos de las imágenes I.

**Interpolados Bidireccionalmente (B):** estas imágenes bidireccionales son codificadas por interpolación entre dos imágenes de tipo I o P precedentes y siguientes que las enmarcan. Como no se utilizan para describir otras imágenes, las imágenes B no propagan los posibles errores de codificación. Este tipo de imágenes son las que ofrecen el más alto factor de compresión, que generalmente es de una cuarta parte de los datos de las imágenes I.

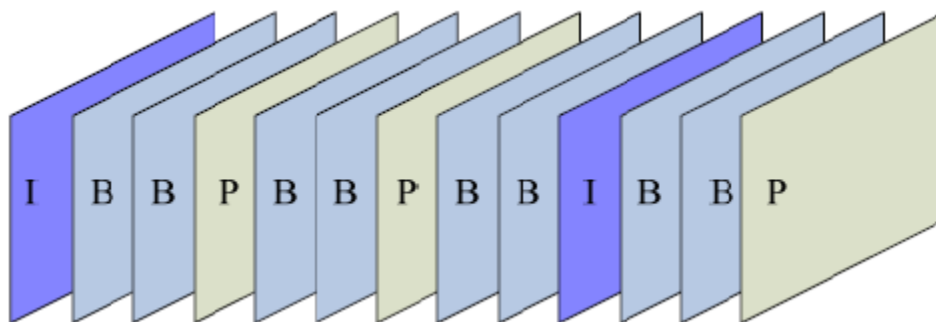
La predicción para la compensación el movimiento supone que la imagen actual puede ser modelada como una traslación de las imágenes precedentes. En el estándar MPEG cada imagen es dividida en bloques de 16x16 píxeles denominados macro bloques. Donde cada macro bloque es predicho a partir del frame anterior o del siguiente estimando la cantidad de movimiento en el macro bloque durante el intervalo entre frames. La sintaxis de MPEG especifica como representar la información de movimiento para cada macro bloque, utilizando para ello vectores de movimientos. Sin embargo no especifica cómo van a ser calculados estos vectores.

## Codificación (DCT- Transformada Discreta del Coseno)

El concepto de DCT se basa sintéticamente en tomar cada píxel de un bloque de 8x8 píxeles que es una muestra de una señal variable en el tiempo, proporcional a la luminancia y de otra señal variable en el tiempo, proporcional a la crominancia. Estas dos señales son las que se pasarán, separadamente, al dominio de la frecuencia. La codificación DCT es utilizada para la reducción de la redundancia espacial. El sistema de Reducción de la Redundancia Espacial es utilizado para la redundancia espacial en cada frame I o en la predicción de errores en frames P o B, el estándar MPEG utiliza técnicas de codificación basadas en DCT.

Se puede describir de forma más sencilla, el principio básico de MPEG, el cual es comparar entre dos imágenes para que puedan ser transmitidos a través de la red, y usar la primera imagen como imagen de referencia (denominada I-frame), enviando tan solo las partes de las siguientes imágenes (denominadas B y P-frame) que difieren de la imagen original. La estación de visualización de red reconstruirá todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y en los “datos diferentes” contenidos en las B y P frames.

En la Figura 4.1 se puede observar una secuencia típica de I, B y P frames.



**Figura 4.1.** Secuencia típica de frames I, B y P

Hay tener en cuenta que un P- frame puede solo referenciar a un I o P frame anterior, mientras que un B-frame puede referenciar tanto a I o P frames anteriores y posteriores

#### **4.1.2 Capas y versiones de Mpeg**

MPEG trabaja por fases y estas son identificadas por números como MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7. Estas fases no son distintas versiones para una misma norma sino que cada una se encarga de aspectos diferentes de la comunicación multimedia. Con esto cada fase no reemplaza a la anterior sino que la complementa.

Tanto en MPEG-1 como en MPEG-2 se han definido tres capas diferentes, estas capas representan un conjunto de algoritmos de codificación. Estas capas se identifican con números romanos (Capa I, Capa II y Capa III).

El concepto de versiones solo es aplicado en MPEG-4, donde la versión 1 de MPEG-4 consta de una variada serie de herramientas para la codificación de audio, apareciendo posteriormente una versión 2 la cual no reemplaza la versión anterior solo.

#### **4.1.3 Mpeg-1**

El transcurso de desarrollo de MPEG-1 duró 4 años, desde 1988 hasta 1992, para finalmente convertirse en la norma ISO/IEC11172. Este fue el primer estándar normalizado por el grupo MPEG, el cual está compuesto por un grupo de estándares de codificación de audio y video. Este estándar es usado para la compresión de video en CDs, empleando una baja tasa de bit. Para MPEG-1 el

objetivo es mantener el consumo de ancho de banda relativamente constante aunque varíe la calidad de la imagen, que es típicamente comparable a la calidad del video cassette VHS.

MPEG-1 es considerado como un video progresivo alcanzando una tasa de 1.5Mbps a resolución (352x288 píxeles). El número de imágenes por segundo (IPs) en MPEG-1 está bloqueado a 25 (PAL) / 30(NTSC) IPs.

En la parte del estándar relativa a la codificación de audio (ISO/IEC 11172-3) se describe un sistema flexible a diferentes aplicaciones. Se pueden describir tres capas distintas, en donde cada capa contiene un grado de complejidad distinta, siendo la más compleja la capa III ( el conocido sistema de archivos mp3), la cual está optimizada para proporcionar la máxima calidad a trazas binarias en torno a 128 Kbit/s para una señal estéreo.

#### **4.1.4 Mpeg-2**

MPEG-2 fue aprobado en 1994 como estándar y fue diseñado para video digital de alta calidad (DVD), TV digital de alta definición (HDTV), medios de almacenamiento interactivo (ISM), retransmisión de video digital (Digital Video Broadcasting, DVB) y televisión por cable (CATV). El proyecto MPEG-2 se centró en ampliar la técnica de compresión de MPEG-1 para cubrir imágenes más grandes y de mayor calidad en detrimento de un nivel de compresión menor y un consumo de ancho de banda mayor.

MPEG-2 también proporciona herramientas adicionales para mejorar la calidad del video consumiendo el mismo ancho de banda, con lo que se producen imágenes de muy alta calidad cuando lo comparamos con otras tecnologías de compresión.

El ratio de imágenes por segundo está bloqueado a 25 (PAL)/ 30(NTSC) IPs. Al igual que MPEG-1.

MPEG-2 también consta de tres capas (o estándares), cubiertas por la: ISO/IEC 13818-1 Sistemas MPEG-2 (ITU-T Rec. H.222.0), ISO/IEC 13818-2 Video MPEG-2 (ITUT Rec. H.262) y ISO/IEC 13818-3 Audio MPEG-2.

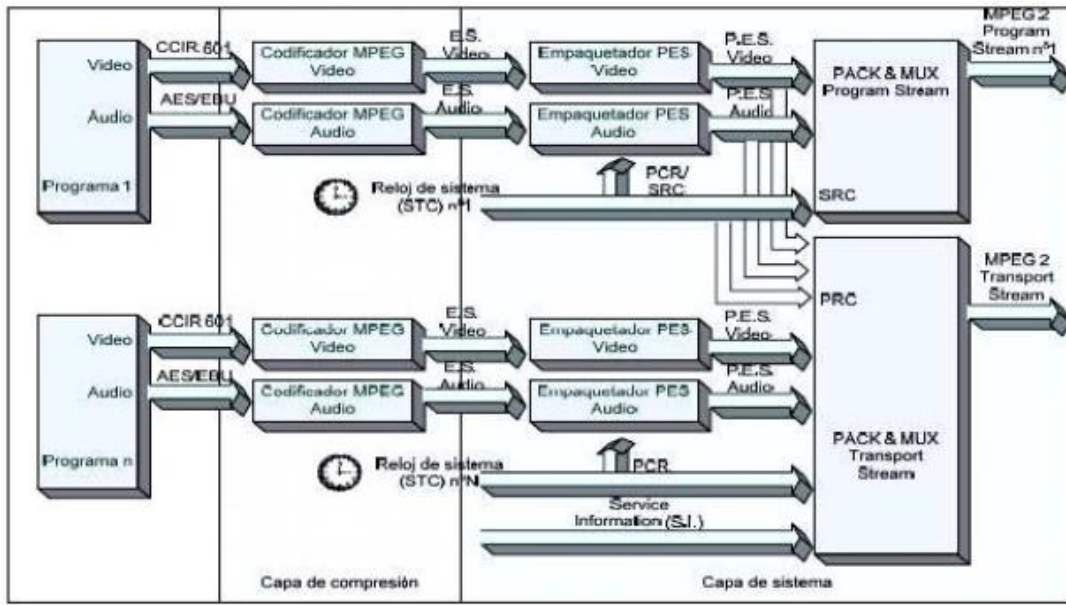
En MPEG-2 se define normalmente dos sistemas de capas, el flujo de programa y el flujo de transporte. Se usa uno u otro pero no los dos a la vez. El flujo de programa funcionalmente es similar al sistema MPEG-1. La técnica de encapsulamiento y multiplexación de la capa de compresión produce paquetes grandes y de varios tamaños.

Los paquetes grandes producen errores aislados e incrementan los requerimientos de buffering en el receptor/decodificador para demultiplexar los flujos de bits. En contraposición el flujo de transporte consiste en paquetes fijos de 188 bytes lo que disminuye el nivel de errores ocultos y los requerimientos de buffering receptor.

#### **4.1.4.1 Generación de Mpeg-2 Stream (TS)**

El proceso de generación de un stream de MPEG-2 se puede dividir en dos capas, llamadas capa de compresión y capa de sistema.





**Figura 4.2.** Generación mpeg ps y mpeg ts

La codificación MPEG propiamente tal se realiza en la capa de compresión, es aquí donde se aprovechan la correlación entre puntos cercanos, redundancia espacial y la menos sensibilidad del ojo humano; en el audio se aprovechan, la sensibilidad del oído humano, el enmascaramiento frecuencias y temporal.

En la capa de sistema se realizan las operaciones para obtener el stream MPEG-2, organizando en paquetes los datos comprimidos y multiplexando las señales de audio, video y datos. Hay dos posibilidades en el multiplexado de las señales, incluir solamente la información de una presentación (audio, video y datos) en un flujo de programa MPEG-2, incorporando el reloj del sistema, el otro caso es el flujo de transporte MPEG-2, que multiplexa varias presentaciones, por lo que se debe añadir más información como: tabla de asociación de programas (PAT), información para el acceso condicional (CAT) mapa de programa (PMT), tabla de datos de red (NIT), etc.

#### **4.1.4.1.1 Procesamiento de la señal de Video.**

##### **Unidades de presentación de video.**

Para obtener una rejilla rectangular CCIR (International Radio Consultative Committee) recomienda una frecuencia de muestreo de 13,5MHz, con lo que se obtienen 720 muestras (píxeles) por línea, en un formato 4:2:2 con cuantificación de 8 bits. Para sistemas de 625 líneas el cuadro "unidad de presentación" es de 830 KB.

Se utiliza una frecuencia de muestreo de 13,5MHz, por lo tanto la señal Y (de crominancia) se muestrea a 13,5 MHz y las señales de color Cr y Cb a 6,75MHz, por lo tanto el flujo resultante es de 216 Mbps. la duración de cada línea es de 64 uS pero eliminando los intervalos de supresión (12 uS) quedarían 702 muestras de video por línea.

En la práctica se emplean 720 muestras por línea activa digital para la señal de crominancia y 360 muestras por línea activa digital para las señales Cr y Cb. Así considerando que solo 576 líneas son útiles el flujo neto resultante para la señal digitalizada en formato 4:2:2 con cuantificación de 8 bits es:  $216 \text{ Mbps} \times 720/864 \times 576/625 = 166 \text{ Mbps}$

Teniendo en cuenta que se transmiten 25 imágenes por segundo:  $166 \text{ Mbps} \times 25/8 = 830\text{KB}$  por cuadro.

##### **Unidades de presentación de Audio.**

La secuencia de audio consiste en bloques de 192 tramas, para una cuantificación de 20 bits. Estas tramas están compuestas por dos subtramas que corresponden

a los canales de audio stereo, además de los 20 bit de las muestras cuentan con 4 bits de datos auxiliares.

Cada subtrama comienza con un preámbulo de 4 bits que indica a qué canal pertenece la muestra y termina con 4 bits que aportan información sobre el canal incluyendo un bit de paridad, por lo tanto cada subtrama tiene 32 bits. El preámbulo de cada subtrama puede ser de tipo X, Y ó Z. Se emplea el tipo Z para indicar el comienzo de cada bloque de 192 tramas y después alternativamente los tipos X e Y para identificar las subtramas de los dos canales de audio.

#### **4.1.4.1.2 Codificación Mpeg**

En la capa de sistema se reduce la velocidad binaria del flujo de la señal, sustituyendo las unidades de presentación por “unidades de acceso”. Estas unidades de acceso de video son los tres tipos mencionados, tipo I (Intra) la que contiene todos elementos necesarios para su reconstrucción (100KB), tipo P (Previstas) codificadas con respecto a las tipo I o P anteriores (33 KB) usando compensación con predicción de movimiento, tipo B (bidireccionales) codificadas por interpolación entre las dos imágenes tipo I o P precedente y siguiente (12 KB). Las unidades de acceso de audio contienen decenas de milisegundos de audio comprimido.

La sucesión de unidades de acceso de audio o video se denomina stream elemental de audio o video (Audio/Video Elementary Stream).

#### 4.1.4.1.3 Empaquetado P.E.S.

En esta etapa se convierte cada Elementary Stream Packetised Elementary Stream, un P.E.S. está compuesto íntegramente por PES-Packets, compuesto a su vez por una cabecera (Header) y una carga útil (Payload). El payload consiste en bytes de datos tomados secuencialmente desde el Elementary Stream original, los PES-Packets pueden tener una longitud hasta 64 KB.

#### 4.1.4.1.4 PES-Packet Header

La cabecera incorpora datos para auto informar su propia longitud:

Campo	Definición	Nº de bits
Start code prefix	Código de inicio (0x00, 0x00, 0x01).	24
Stream id	Identificación del PES	8
Packet length	Longitud del PES-Packet	16
PES scrambling control	Indica si hay cifrado y su código	2
Flags	Marcadores	14
PES header length	Longitud restante de la cabecera (x+y)	8
PES header subfields	Campo variable, función de los flags	X
Stuffing	Relleno	Y

**Tabla 4.1.** PES-Packet Header

#### **4.1.4.1.5 Multiplexado**

Multiplexado tipo Program Stream. Se crea a partir de uno o varios PES pertenecientes al mismo Programa Audiovisual y comparten el mismo reloj de referencia.

El program stream está compuesto por Packs, que a su vez está compuesto por un Pack Header, un número indeterminado de PES-Packets y opcionalmente una System- Header.

Un Pack-Header debe aparecer al menos cada 0,7 segundos para mantener la sincronización. En este tipo de multiplexado el reloj se llama System Clock y todas las unidades de acceso de los “Elementary Streams” del programa tienen asignados “time stamps” basados en este System Clock. Las muestras de este clock, las System Clock References (SRC) se encuentran codificadas en los campos opcionales de los pack-headers, son números binarios de 42 bits que expresan unidades de 27MHz. En el system header se incluye un sumario de las características del Program Stream tal como: su velocidad binaria máxima, el número de Elementary Streams de vídeo y de audio que lo componen, información complementaria de temporización, etc.

El Program Stream está concebido para su empleo en entornos libres de errores, puesto que es bastante vulnerable a ellos. Hay dos razones para esto:

En primer lugar, el Program Stream comprende una sucesión de paquetes relativamente largos y de longitud variable.

Multiplexado tipo Transport Stream. Está compuesta por Transport Packets de 188 bytes, estos incluyen un Header de 4 bytes, una carga útil (Payload) y opcionalmente un Adaptation Field usado como relleno.

Los Transport Packets se forman a partir de dos condiciones, el primer byte de cada PES-Packet debe ser el primer byte del “payload” de un transport packet y un transport packet solamente puede contener datos tomados de un PES-Packet.

El espacio sobrante del último paquete de transporte correspondiente a un PESpacket, se rellene deliberadamente mediante un adaptation field de longitud apropiada. Este campo de adaptación se usa también para la transmisión del Program Clock Reference (PCR).

Estas marcas de tiempo permiten sincronizar el reloj del decodificador con el Program Clock del Programa al que pertenecen los paquetes de transporte y deben aparecer en el Transport Stream al menos una vez cada 0,1 segundos. Los paquetes de transporte pueden aparecer en cualquier orden en este tipo de múltiplex, sólo se debe respetar el orden cronológico de los paquetes de transporte pertenecientes a un mismo flujo elemental., además es necesario incorporar paquetes de transporte que contienen información sobre el servicio, así como paquetes de transporte “nulos” que se emplean para absorber eventuales reservas de capacidad del múltiplex.

La cabecera del Transport packet tiene una longitud de 4 bytes, en la siguiente tabla de definen sus campos.

<b>Campo</b>	<b>Definición</b>	<b>Nº de bits</b>
Sync byte	Byte de sincronización 01000111 (0x47)	8
Transport error indicator	Identifica un error detectado más atrás	1
Payload unit start indicator	Inicio de PES en el paquete de transporte	1
Transport priority	Indicador de prioridad	1
PID	Identificador del paquete de	13

	transporte	
Transport scrambling control	Tipo de cifrado de transporte	2
Adaptation field control	Control del campo de adaptación en el paquete	2
Continuity counter	Contador de continuidad entre paquetes afines	4

**Tabla 4.2.** Header de paquete TS

El Packet Identifier (PID) se emplea para distinguir los paquetes de transporte asociados a un determinado flujo elemental pues, un TS puede contener muchos programas diferentes. Para que el decodificador pueda recuperar un programa es necesario incluir información adicional dentro del flujo que relaciona estos PID con los programas a los que pertenecen, esta información se denomina Program Specific Information (PSI) e incluye dentro del flujo cuatro tipos de tablas:

- Program Association Table (PAT)
- Conditional Access Table (CAT)
- Program Map Table (PMT)
- Private

En Information Service (SI) se incluyen además otras cuatro tablas obligatorias y cuatro tablas opcionales:

Obligatorias:

- Network Information Table (NIT)
- Service Description Table (SDT)
- Event Information Table (EIT)
- Time & Date Table (TDT)

Opcionales:

- Bouquet Association Table (BAT)
- Running Status Table (RST)
- Time Offset Table (TOT)
- Stuffing Tables (ST)

#### **4.1.5 Mpeg-4**

MPEG-4 fue aprobado a fines de 1998 como estándar y fue diseñado mejorar la calidad del video codificado de baja velocidad a través de la estandarización de nuevas técnicas mejoradas de compresión, orientada inicialmente a las videoconferencias e Internet.

MPEG-4 es visto como uno de los desarrollos principales de MPEG-2, incorporando más herramientas para reducir el ancho de banda preciso en la transmisión para ajustar una cierta calidad de imagen a una determinada aplicación o escena de la imagen. Además el ratio de imágenes por segundo no está bloqueado a 25 (PAL)/ 30 (NTSC) IPs.

Una de las mejoras que ha tenido MPEG-4 es el amplio número de perfiles y niveles de perfiles que cubren una variedad más amplia de aplicaciones desde todo lo relacionado con trasmisiones con poco ancho de banda para dispositivos móviles a aplicaciones con una calidad extremadamente amplia y demandas casi ilimitadas de ancho de banda. La realización de películas de animación es sólo un ejemplo de esto.



#### **4.1.5.1 Codificación de MPEG-4**

Los métodos de codificación en MPEG-4 son muy similares a MPEG-1 y MPEG2, como la compresión basada en la DCT (Discreet Cosine Transformation) con frames I, P y B. MPEG-4 llega con una serie de mejoras principalmente para el bajo flujo de datos, conllevando a una mejor estimación de movimiento y filtraje de desbloqueo. Su calidad y flujo de datos (20Kbps hasta 1000Kbps) es mayoritariamente mejor que en MPEG-1, ofreciendo así mejores características a bajos flujos de datos típicos de las Web.

MPEG-4 se diferencia a otros códec para Web por soportar contenido entrelazado, resoluciones de hasta 4096x4096 y flujos de datos entre 5Kbps y 10Mbps en su versión1.

#### **4.1.5.2 Perfiles MPEG-4**

En la codificación y decodificación de video al formato MPEG existen diversas técnicas o herramientas (especialmente en MPEG-4) disponibles para reducir el consumo de ancho de banda en la transmisión. Sin embargo, debido a la complejidad que tienen estas herramientas podemos decir que no todos los codificadores y decodificadores MPEG soportan todas las herramientas disponibles. Por esto se han definido subconjuntos de estas herramientas para diferentes formatos de imágenes dirigidos a diferentes consumos de ancho de banda en la transmisión.

Existen diferentes subconjuntos definidos para cada una de las versiones de MPEG.

Una de ellas es un subconjunto de herramientas denominada MPEG Profile. Su función específica es establecer que herramienta debería soportar un decodificador MPEG. Además, para cada perfil existen diferentes niveles. El nivel especifica parámetros como por ejemplo el ratio de bits máximo a usar en la transmisión y las resoluciones soportadas. Al especificar el nivel y el perfil MPEG es posible diseñar un sistema que solo use las herramientas MPEG que son aplicables para un tipo concreto de aplicaciones.

MPEG-4 tiene un amplio número de perfiles diferentes. Entre ellos se encuentra el Simple Profile y el Advanced Profile que son los más utilizados en aplicaciones de seguridad. Donde Simple Profile soporta I y P - VOPs (frames), mientras que Advanced Simple Profile soporta los frames I, B y P - VOPs. Otra diferencia entre ellos es el soporte a rango de resoluciones y a diferentes consumos de ancho de banda, especificados en un nivel diferente. Mientras que el Simple Profile alcanza resoluciones hasta CIF (352x288 píxeles en PAL) y precisa un ancho de banda de 384 Kbit/segundo (en el nivel L3), Advanced Simple Profile consigue la resolución 4CIF (704x480 píxeles en PAL) a 8000 Kbit/segundo (en el nivel L5).

#### **4.1.5.3 Mpeg-4 Short Header y Long Header**

Algunos sistemas de transmisión de video especifican soporte para "MPEG-4 short header", el cual es un transmisor de video H.263 encapsulado con cabecera de transmisión de video MPEG-4. Este no aprovecha ninguna de las herramientas adicionales especificadas en el estándar MPEG-4. MPEG-4 short header está solo especificado para asegurar compatibilidad con equipos antiguos que emplean la

recomendación H.263, diseñada para videoconferencia sobre RDSI y LAN. Es decir, MPEG-4 short header es idéntico a la codificación/decodificación H.263, que da un nivel de calidad menor que

MPEG-2 y MPEG-4 a un ratio de bits determinados.

Para clasificar una especificación de un sistema de distribución de video, el soporte a MPEG-4 suele denominarse como “MPEG-4 long header” que en otras palabras es el método en el que se emplean las herramientas de compresión propias de MPEG-4.

#### **4.1.5.4 Mpeg-4 Parte 10 (AVC, Control de Video Avanzado)**

MPEG-4 AVC, al que también es referido como H.264 es un desarrollo posterior en el que MPEG tiene un conjunto de nuevas de herramientas que incorporan técnicas más avanzadas de compresión para reducir aún más el consumo de ancho de banda en la transmisión con una calidad de imagen determinada. Pese a ser más complejo añade también requerimientos de rendimiento y costes, especialmente para el codificador, al sistema de transmisión de video en red.

## **4.2 Codificación de Audio**

La compresión de audio se lleva a cabo realizando una transformada de Fourier rápida sobre la señal de audio para transformarla del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. El espectro resultante es dividido en 32 bandas de frecuencia, cada una de las cuales es procesada por separado. La redundancia inherente al hecho de tener dos fuentes de audio solapadas también se explota. La secuencia de audio resultante es ajustable de 32 Kbps a 448 Kbps.

La compresión de audio puede manejar sonido estéreo disjunto (cada canal se comprime por separado) o sonido estéreo unido (como se mencionó con anterioridad, se explota la redundancia entre canales). La compresión de audio está organizada en tres niveles, cada uno de los cuales aplica optimizaciones adicionales para obtener más compresión, aunque a un mayor costo.

- El nivel 1 es el esquema básico. Este nivel es utilizado, por ejemplo, en el sistema digital de cintas DCC.
- En nivel 2 agrega asignación avanzada de bits al esquema básico. Este nivel es utilizado para sonido en CD-ROM y bandas sonoras de películas.
- El nivel 3 agrega filtros híbridos, cuantificación no uniforme, codificación de Fuman y otras técnicas avanzadas.

#### **4.2.1 Codificación de Audio en Mpeg-1 y Mpeg-2**

##### **MPEG-1**

Contempla la codificación de uno (mono) o dos (estéreo/dual) canales de audio digital con frecuencias de muestreo de 32,44.1 ó 48 kHz. La velocidad de transmisión varía entre 32 y 448 Kbps en la Capa I y entre 32 y 384 Kbps en la Capa II, y entre 32 y 320 Kbps en la Capa III.

##### **MPEG-2 BC**

Es una ampliación retro compatible (BC, Backwards Compatible) de la norma MPEG-1. Admite hasta 5 canales principales más un canal LFE (Low Frequency Enhancement o Refuerzo de Bajas Frecuencias). Aumento de la velocidad de transmisión hasta aproximadamente 1 Mbit/s. Permite el uso de frecuencias de

muestreo menores 16, 22.05 y 24 KHz para velocidades de transmisión entre 32 y 256 Kbps (Capa I), y entre 8 y 160 Kbps (Capa II y Capa III).

### **MPEG-2 AAC**

Es una norma de compresión de muy alta calidad. Admite hasta 48 canales de audio y frecuencias de muestreo desde 8 hasta 96 KHz. Con capacidad multicanal, multi-idioma y multiprograma. Sus velocidades de transmisión van desde 8 Kbps (señal vocal monofónica) hasta más de 160 Kbps/canal para señales de muy alta calidad que permiten ciclos múltiples de codificación-decodificación.

## CAPÍTULO V

### SERVIDOR DE CONTENIDOS MULTIMEDIA

#### 5.1 Descripción de servidor multimedia

El servidor multimedia de televisión IP tiene la capacidad de transmitir a través de su tarjeta de red contenidos multimedia, es decir, imágenes, sonido y video hacia uno o varios hosts que se encuentren en la red.

Estos contenidos multimedia pueden ser emitidos por el administrador del servidor o transmitidos debido a una solicitud que realice un host.

Cuando son generados y emitidos por el administrador del servidor hacia un host en específico (unicast), o emitidos hacia un grupo de hosts (multicast) o emitidos hacia todos los hosts de la red local (broadcast), lo recibirán aquellos equipos que tengan una aplicación configurada de tal manera que lo recepte en el mismo protocolo que transmite el servidor, es decir a través del protocolo UDP o RTP.

Otra forma de transmisión es generada producto de una petición del host hacia el servidor, el cual transmite videos que pueden ser controlados en cualquier momento, es decir tener la funcionalidad de adelantar, retroceder o pausar sin afectar a los videos que estén siendo transmitidos hacia otros dispositivos IP de la red local, lo cual es conocido como video sobre demanda (VoD) por sus siglas en inglés. Para realizar este tipo de transmisiones es necesario utilizar el protocolo RTSP (Real time streaming protocol).

### **5.1.1 Descripción del Hardware**

El servidor multimedia utilizado como prototipo tiene las siguientes características técnicas:

PROCESADOR: Intel® Core™ i5 de 3.20 Ghz de 4 hilos y 2 núcleos.

MEMORIA RAM: Memoria DDR3-1333MHz de 4GB.

TARJETA DE VIDEO: Intel Core Processor Integrated Graphics Controller 5 / 3400

DISCO DURO: SATA Samsung 160 Gb

TARJETA MADRE: Intel® DH55TC, equipada con el chipset Intel® H55 Express, soporta memorias DDR3-1333MHz de doble canal con cuatro ranuras de hasta 16GB. Soporta la capacidad de virtualización de Intel.

Es compatible con los procesadores Intel® Core™ i7, Intel® Core™ i5, Intel® Core™ i3 e Intel® Pentium® en el paquete LGA1156. La placa cuenta con conectores VGA, DVI-D y HDMI.

TARJETA DE RED: Tarjeta integrada Intel® 82578DC 10/100/1000

UNIDADES EXTERNAS: Unidad de CD/DVD LG

Las características básicas del servidor multimedia de televisión IP dependen de la forma de ser transmitidos y recibidos los contenidos multimedia.

Si se desea transmitir canales de televisión IP programados en el servidor, es decir, contenidos que se encuentran en la cola y que no pueden ser modificados o controlados por el receptor, el cual únicamente capta la señal transmitida; se requiere de un buen equipo transmisor.

Mediante el servidor descrito anteriormente se puede transmitir hasta 3 canales simultáneos en alta definición, es decir, en formato H.264 y hasta 4 canales en

formato MPEG 2, con lo cual se satura la capacidad de procesamiento del servidor.

Por el contrario si se desea transmitir contenidos solicitados por el receptor, se necesitarán mucho menos recursos del servidor, es decir, que con las características detalladas anteriormente se pueden transmitir contenidos en VoD hacia ocho hosts sin problemas.

### **5.1.2 Descripción del Software**

En cuanto al software del servidor multimedia, tiene como base un sistema operativo Ubuntu Studio 10.10 Maverick Meerkat para 64 bits, el cual es una distribución GNU/Linux basada en Ubuntu y está orientada a la edición multimedia profesional de audio, video y gráficos.

Este sistema operativo usa solamente los paquetes de los repositorios oficiales de Ubuntu, además usa el kernel de Ubuntu en tiempo real y usa GNOME como entorno de escritorio.

Además se encuentran instalados los códecs de H.264, AAC que permiten la transmisión de video en alta definición.

Otras aplicaciones necesarias son Darwin Streaming Server, VLC y Live 555, en los cuales se configuran las transmisiones de video, ya sea mediante los canales de televisión IP programados o los contenidos multimedia disponibles para ser solicitados y recibidos por el set top box IPTV25, un computador con Windows o Linux o en general un dispositivo IP que pueda capturar la señal del servidor.



## **5.2 Descripción del Set top box**

El set top box o STB, es el nombre con el que se conoce al dispositivo IP encargado de la recepción y decodificación de la señal de televisión IP transmitida por el servidor para luego ser mostrada en una televisión que disponga de entradas RCA o HDMI.

El set top box empleado tiene como base un sistema operativo Linux 2.6, un procesador de 400 Mhz, una memoria de 512 Mb, 32 Mb de memoria flash, puertos USB, salidas de video RCA, Component Video(Y/Pb/Pr) y HDMI, además de dos puertos Ethernet RJ45 de 10/100.

Como características de video, el set top box utilizado es HD (High Definition), compatible con los formatos de video que transmite el servidor, es decir, H.264 y MPEG 2, además es compatible con los formatos de audio AAC.

El set top box dispone de un control remoto y un receptor de infrarrojo (IR).

Soporta IPv4 e IPv6, video sobre demanda, emisiones multicast, y unicast, sin embargo no posee compatibilidad con emisiones broadcast.

La salida de video de alta definición (HDMI) tiene las siguientes definiciones: 720p, 1080i y 1080p, es decir que al conectar a un televisor full HD aprovechamos la máxima calidad de video del STB. Además es compatible con los formatos PAL, NTSC y SECAM, con lo cual no se tienen problemas al conectar con televisores de cualquier procedencia.

En cuanto a la compatibilidad con los servidores multimedia para transmisiones con el protocolo UDP y RTP se debe utilizar VLC, pero si se desea transmitir con el protocolo RTSP solo existirá compatibilidad con los servidores Darwin Streaming Server y Live555.

### **5.3 Configuración de servidores multimedia**

Una vez instalados los códecs de H.264, MPEG2 y AAC en el servidor, se pueden realizar emisiones de canales de televisión IP a través de los protocolos RTP y UDP mediante VLC.

Para esto cada canal transmitido deberá tener su propio puerto de salida, el cual diferenciará la transmisión recibida por el host ya que la IP a la que apunta cada canal es la misma. Además en las opciones de transcodificación se debe escoger el formato con el cual será transmitido y como destino se debe configurar la IP del dispositivo receptor, además del puerto y protocolo con el que se realizará la emisión o stream.

Para realizar emisiones a través del protocolo RTSP se pueden usar varias aplicaciones de código abierto, como VLC, Darwin Streaming Server o Live 555, todo depende de la compatibilidad con el dispositivo receptor. Por ejemplo si se tiene un PC con Windows o Linux como host se podrá recibir la señal emitida mediante Quicktime ya que es la aplicación que mejor se adapta al control del VoD o video sobre demanda.

En el caso de tener un set top box como receptor, dependerá de su compatibilidad el uso de una u otra aplicación para transmitir los contenidos multimedia desde el servidor.

En el caso de utilizar Darwin Streaming Server, este tiene la carpeta `/usr/local/movies` como directorio de medios para almacenar los contenidos multimedia que serán emitidos cuando lo solicite el host.

Para ingresar a la interfaz de configuración de esta aplicación, a través de un explorador de internet se debe acceder al localhost con el puerto propio de esta aplicación, es decir, 127.0.0.1:1220

En esta interfaz se pueden revisar los usuarios conectados, y ver información como dirección IP, tasa de transmisión, bytes enviados, paquetes perdidos, tiempo conectado.

Además se pueden crear playlists, es decir archivos.sdp que podrán contener a varios contenidos multimedia para ser transmitidos en una cola, los cuales no pueden ser controlados por el receptor.

En el caso de utilizar Live 555, este tiene la carpeta del usuario como directorio de medios para almacenar los contenidos multimedia que serán emitidos cuando lo solicite el host. Esta aplicación open source no tiene una interfaz de configuración y es relativamente simple ya que está en desarrollo.

#### **5.4 Streaming de video**

Las emisiones de video que transmitirá el servidor pueden ser de varios tipos dependiendo de los requerimientos del usuario, es decir que si el usuario únicamente verá las imágenes sin tener acceso a un control remoto para seleccionar un contenido multimedia en específico que desee ver, se deberá utilizar una transmisión a través del protocolo UDP o RTP mediante VLC o la transmisión de un playlist generado en Darwin Streaming Server que emite a través del protocolo RTSP.

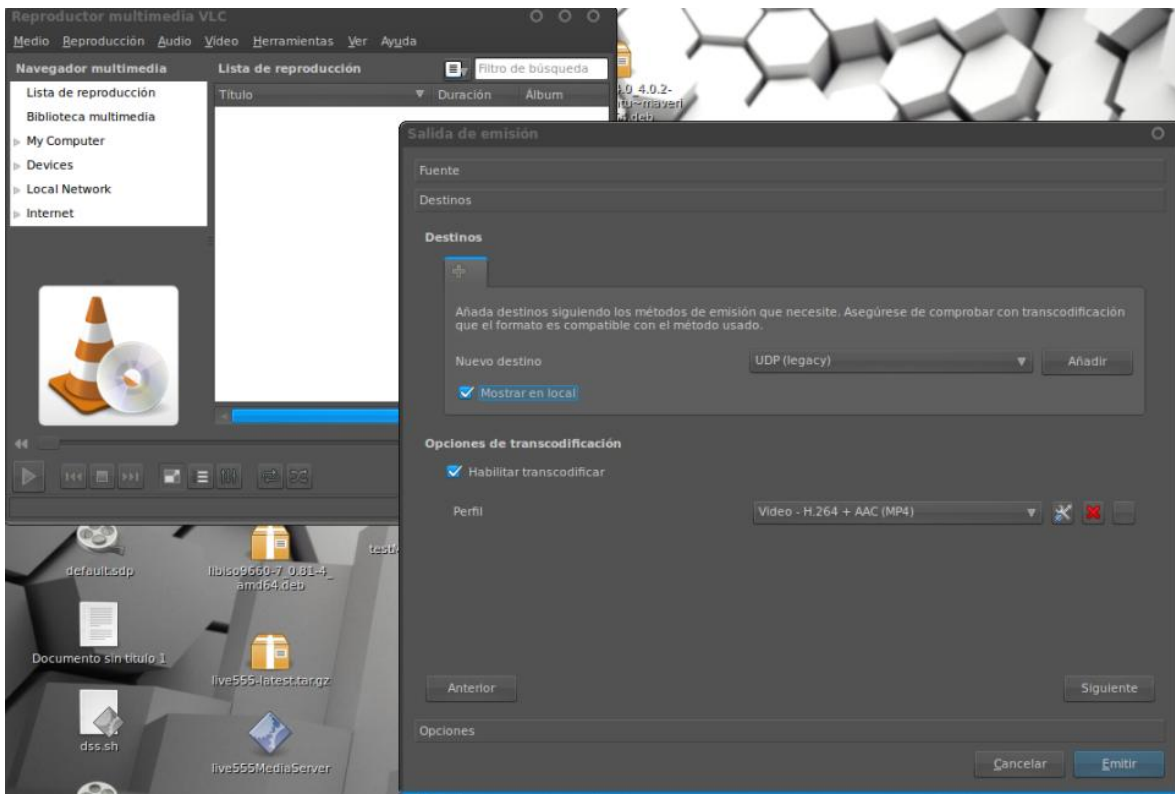
Si se requiere que el usuario controle y solicite los contenidos del servidor se deberá utilizar una transmisión a través del protocolo RTSP mediante Darwin

Streaming Server o Live 555, se debe tener en cuenta que este último permite realizar transmisiones con VoD. Además se pueden recibir transmisiones libres a través del internet mediante el protocolo MMS.

#### 5.4.1 UDP

Para realizar streaming de video en el protocolo UDP, se debe utilizar el servidor multimedia VLC (Video LAN), hay que tomar en cuenta dos aspectos muy importantes los mismos que son base fundamental para poder realizar el streaming de video de forma correcta.

Se aprecia en la Figura 5.1 que se procede a elegir el protocolo UDP para poder realizar la transmisión.

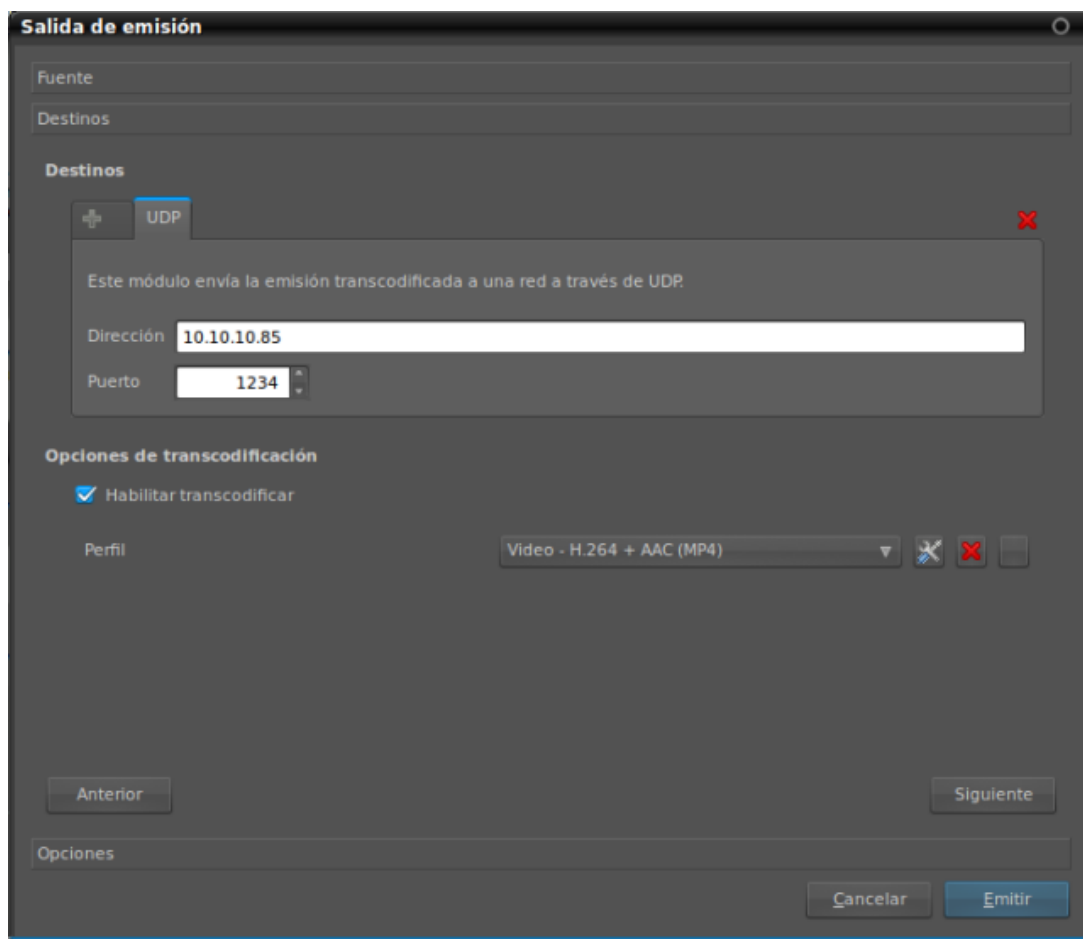


**Figura 5.1.** Elección de protocolo a utilizar

Lo primero que hay que tomar en consideración es elegir correctamente el protocolo que se va a utilizar.

La segunda consideración a tomar en cuenta es digitar la IP por la cual se desea emitir y el puerto en el cual se desea enviar el streaming por lo general para UDP siempre viene por defecto el puerto 1234.

En la Figura 5.2 se puede observar la configuración de la dirección IP además del puerto por el cual va a realizar el streaming de video.



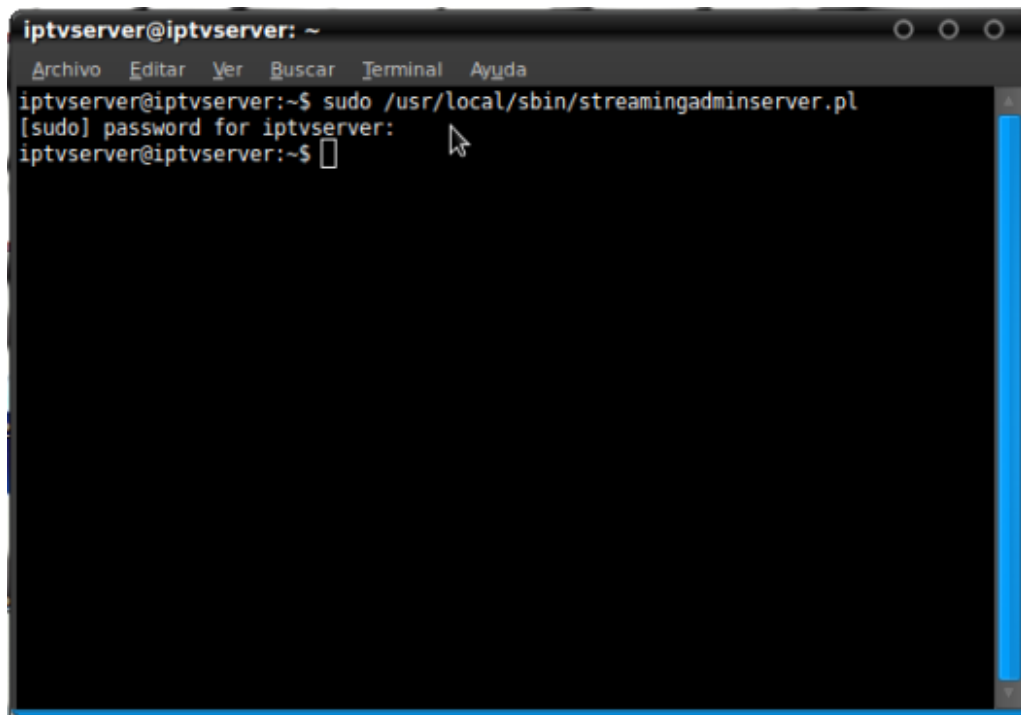
**Figura 5.2.** Configuración IP y puerto

Si se requiere enviar más streamings de video es necesario establecer otro puerto, este procedimiento se puede realizar n veces dependiendo de qué tan robusto sea el procesador del servidor de contenidos multimedia.

#### 5.4.2 RTSP sin VOD

Para poder realizar el streaming de video con el protocolo RTSP sin VOD se lo puede hacer mediante dos servidores multimedia los cuales son Darwin Streaming Server y VLC. Para el streaming de video con Darwin Streaming Server es importante levantar el servicio del servidor multimedia.

En la Figura 5.3 se observa el comando adecuado para levantar el servicio el cual se lo ejecuta en la dirección donde está instalado el servidor, se procede a colocar el password del equipo.

A terminal window titled 'iptvserver@iptvserver: ~' with a menu bar containing 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Buscar', 'Terminal', and 'Ayuda'. The terminal shows the following text:

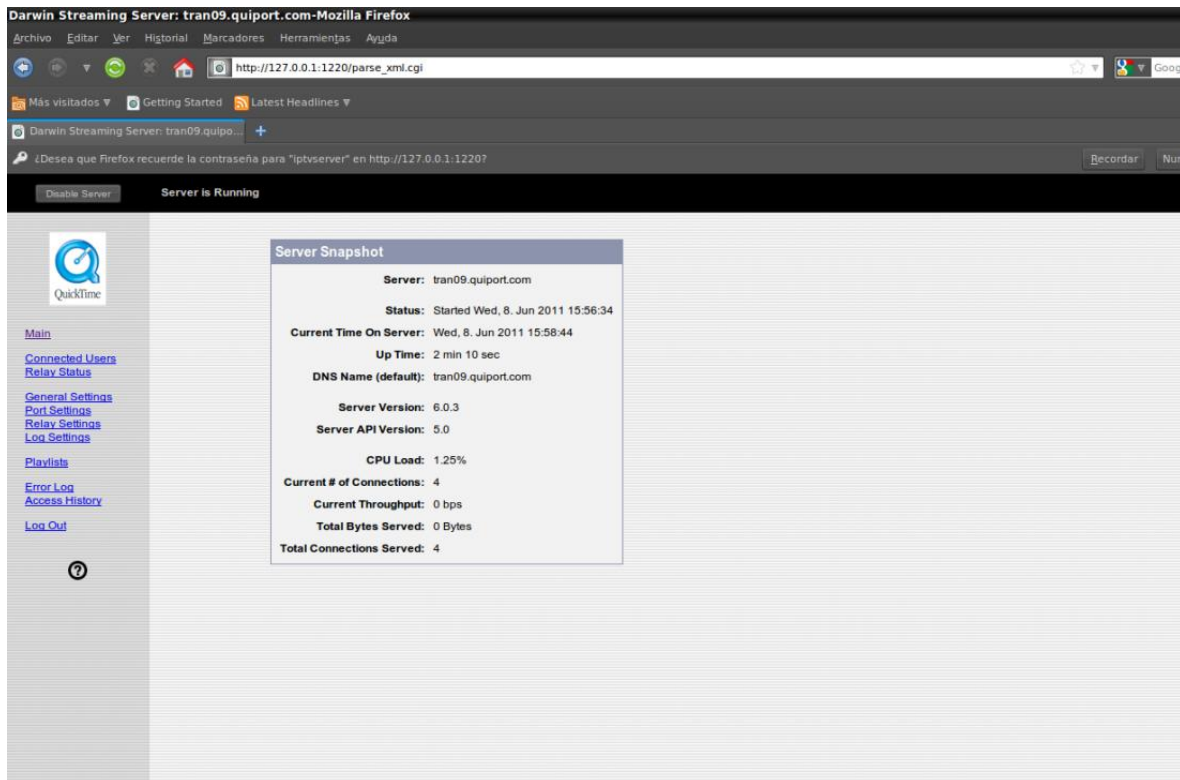
```
iptvserver@iptvserver:~$ sudo /usr/local/sbin/streamingadminserver.pl  
[sudo] password for iptvserver:  
iptvserver@iptvserver:~$
```

A mouse cursor is visible over the terminal text. The terminal has a black background with white text and a blue vertical scrollbar on the right side.

**Figura 5.3.** Levantar servicio Darwin Streaming Server

Para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación se deberá digitar en un navegador de internet sea Internet explorer, Firefox, etc., la dirección IP del localhost, es decir: `http://127.0.0.1:1220`.

En la Figura 5.4 se aprecia que el servidor Darwin Streaming Server se encuentra levantado correctamente.



**Figura 5.4.** Comprobación que el servidor Darwin está levantado.

Darwin Streaming Server siempre emite sus contenidos en un único protocolo RTSP pero al momento de realizar el streaming el equipo set top box no soporta la funcionalidad VoD, se debe tomar en cuenta que los contenidos como películas y videos deben de guardarse correctamente en el path `//usr/local/movies`.

En la Figura 5.5 se observa que los videos y música deben estar en el path correcto ya que si no se colocan en el path adecuado los videos no serán visualizados en el protocolo RTSP.



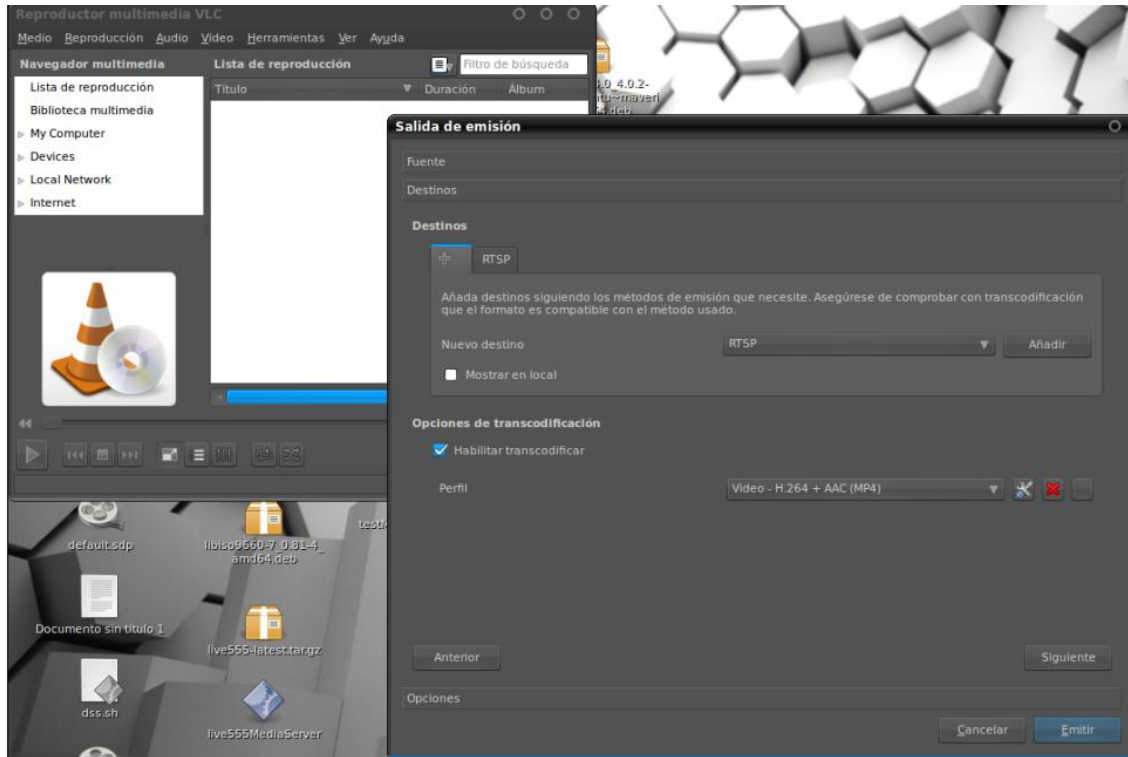
**Figura 5.5.** Ubicación correcta de videos y música.

Realizar el streaming de video con VLC se realiza seleccionando el tipo de protocolo RTSP que se lo está utilizando.

En la Figura 5.6 se puede observar que se debe seleccionar el protocolo RTSP.

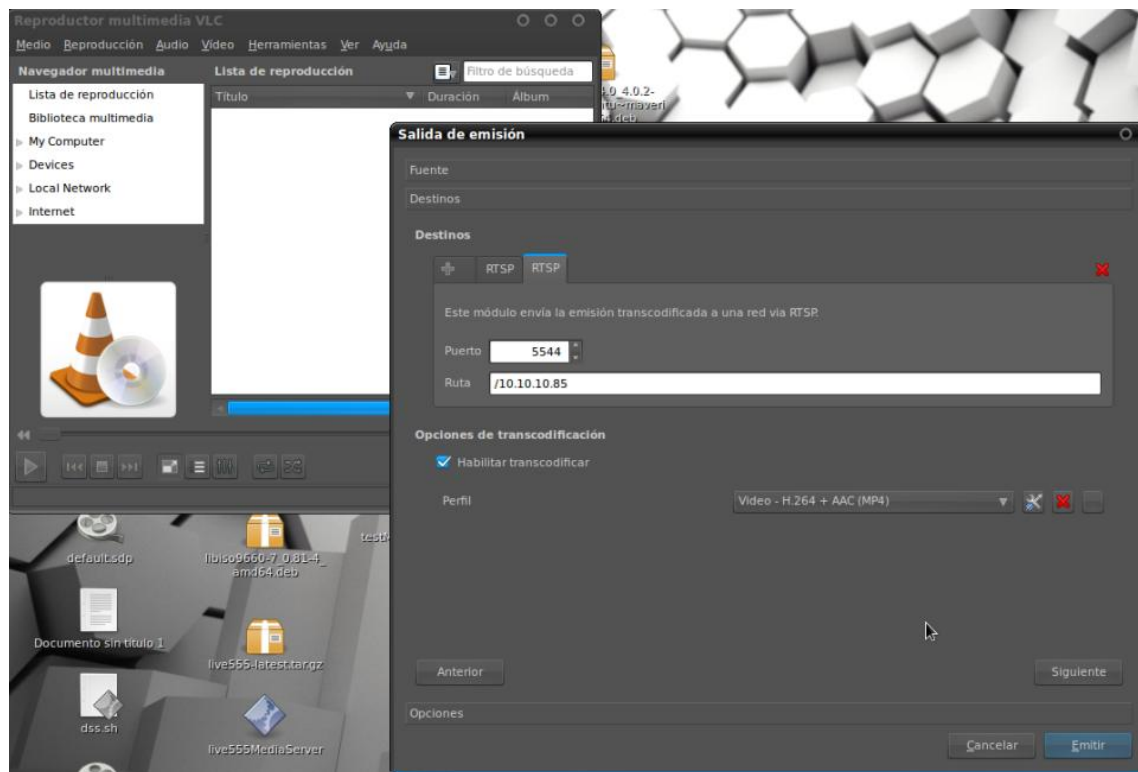
Por lo general en el VLC siempre se está configurado por defecto el puerto 5544 y se debe configurar la dirección IP a la que se desea transmitir.





**Figura 5.6.** Selección de protocolo RTSP

En la Figura 5.7 se observa la ruta o dirección IP a la cual se realizará el streaming de video además el puerto configurado, se pueden añadir n cantidad de puertos para poder seguir emitiendo videos.



**Figura 5.7.** Configuración de puerto e IP

### 5.4.3 RTSP con VOD

Para realizar un streaming de video con RTSP es necesario el poder utilizar el servidor multimedia LIVE555 que tiene la funcionalidad de VoD, se deben considerar tres aspectos fundamentales.

Lo primero que se debe considerar es levantar el servicio de LIVE555 en el servidor de contenidos multimedia.

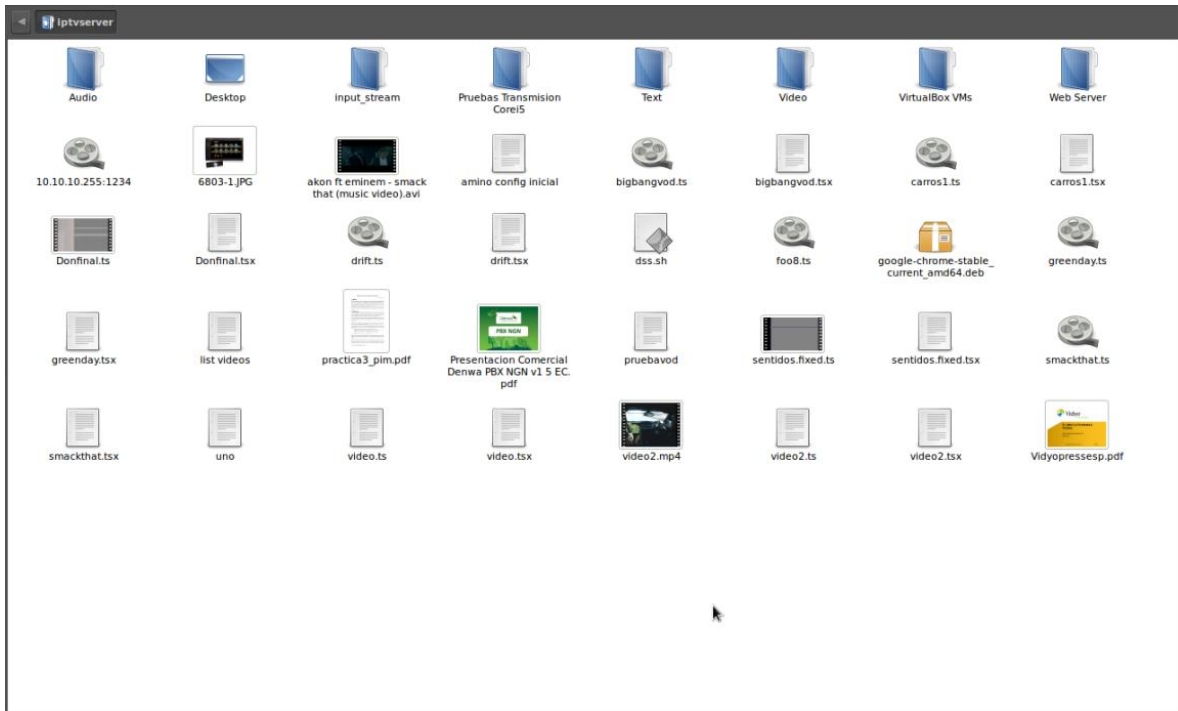
En la Figura 5.8 se observa la manera como se debe ejecutar el comando `live555MediaServer`, indicándonos la dirección IP y el puerto por donde serán emitidos los contenidos con protocolo RTSP.

```
iptvserver@iptvserver: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
iptvserver@iptvserver:~$ live555MediaServer
LIVE555 Media Server
  version 0.42 (LIVE555 Streaming Media library version 2010.04.09).
Play streams from this server using the URL
  rtsp://10.10.10.33:8554/<filename>
where <filename> is a file present in the current directory.
Each file's type is inferred from its name suffix:
  ".aac" => an AAC Audio (ADTS format) file
  ".amr" => an AMR Audio file
  ".m4e" => a MPEG-4 Video Elementary Stream file
  ".dv"  => a DV Video file
  ".mp3" => a MPEG-1 or 2 Audio file
  ".mpg" => a MPEG-1 or 2 Program Stream (audio+video) file
  ".ts"  => a MPEG Transport Stream file
          (a ".tsx" index file - if present - provides server 'trick play'
support)
  ".wav" => a WAV Audio file
See http://www.live555.com/mediaServer/ for additional documentation.
□
```

**Figura 5.8.** Levantar servicio de LIVE555

Lo segundo que se debe tomar en cuenta es la ubicación de los videos se debe ubicarlos correctamente en el path adecuado que es la raíz del perfil configurado.

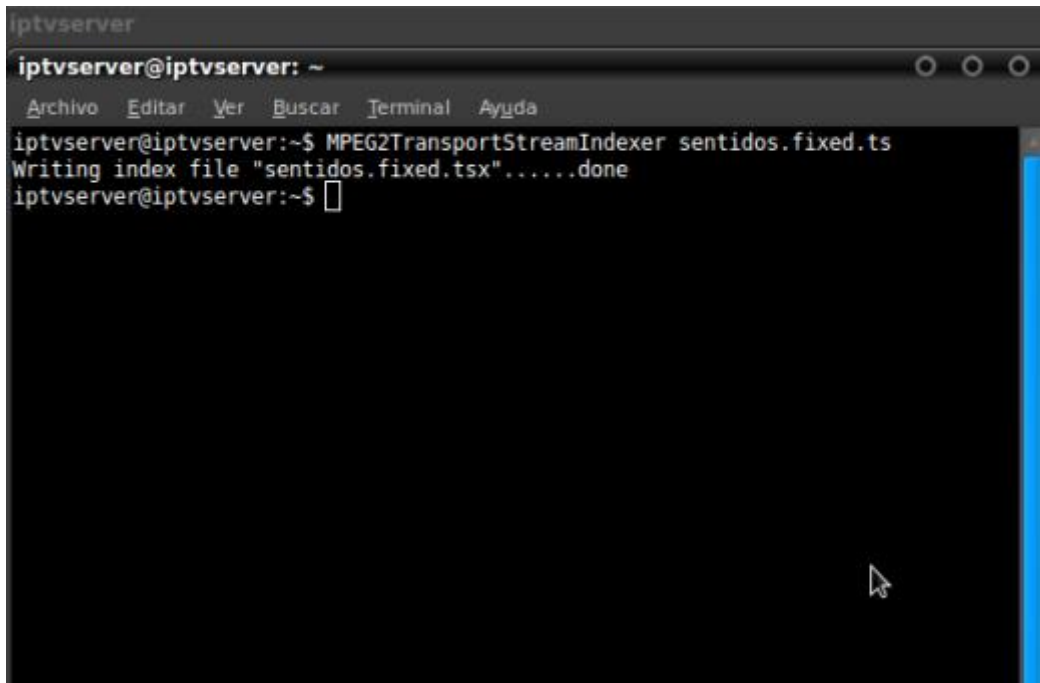
En la Figura 5.9 se puede observar la ubicación de la carpeta en donde se deben colocar correctamente los videos para que el usuario final pueda solicitar su transmisión.



**Figura 5.9.** Ubicación correcta de videos.

El tercer aspecto importante es que se tiene que dar la funcionalidad de trick play (adelantar, retroceder y pausar) mediante la creación del archivo .tsx, el cual es un índice del archivo .ts que le permite al set top box moverse a través del video transmitido desde el servidor.

Para crear este índice, se debe descargar de Internet la aplicación MPEG2TransportStreamIndexer la cual en base al video que será transmitido crea un índice que trabajará junto con el video en formato ts.

A terminal window titled 'iptvserver' with a menu bar containing 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Buscar', 'Terminal', and 'Ayuda'. The prompt is 'iptvserver@iptvserver: ~'. The user enters the command 'MPEG2TransportStreamIndexer sentidos.fixed.ts'. The terminal outputs 'Writing index file "sentidos.fixed.tsx".....done' and returns the prompt 'iptvserver@iptvserver:~\$' with a cursor.

**Figura 5.10.** Creación del archivo tsx

En la Figura 5.10 se observa que se realiza la creación del índice del archivo de video sentidos.fixed.tsx, el cual permite utilizar la funcionalidad de trick play o también conocido como VoD.

Para que esto se lleve a cabo deben estar tanto el archivo de video sentidos.fixed.ts como el archivo del índice sentidos.fixed.tsx en la carpeta del usuario del servidor.

### **5.5 Configuración del Set top box**

Cada set top box tiene una forma diferente de configuración, ya sea a través de una interfaz gráfica que puede ser observada conectándolo a un televisor y mediante un control remoto o teclado acceder a las opciones de configuración de red, de canales o de direcciones URL; o a través de la modificación del código del

set top box para establecer las IP correctas, los puertos por donde se recibirán los contenidos multimedia y los formatos del audio y video.

### 5.5.1 Configuración de canales UDP

En cuanto a la configuración de los canales UDP, se debe acceder a la configuración del módulo de TV, en el cual se encuentra la programación que se debe modificar dependiendo las necesidades del usuario final.

En la Figura 5.11 se muestra el módulo TV la cual contiene el archivo que interesa ser modificado el cual es tv.js dentro de este archivo que se abre como bloc de notas se encuentra la programación correspondiente a los canales de televisión.



**Figura 5.11.** Módulo TV.

En la Figura 5.12 se observan los diversos canales que están programados, por ejemplo se tiene “1” que es el número del canal por el cual se va a emitir en el set top box, “Warner Bros” es el nombre del canal, "tv://" + xsystem.ip4Addr + ":1234", es el puesto por donde se está emitiendo el protocolo UDP, la IP que obtiene directamente del servidor multimedia con VLC, además del puerto.

```
function Channel(){
  /*The format is ["Channel Number","Channel Name","Channel URL"]*/
  this.chTab = [
    ["1","Warner Bros","tv://+xsystem.ip4Addr+:1234"], //IPv4 UDP multicast
    ["2","SPEED CHANNEL","tv://+xsystem.ip4Addr+:1235"], //IPv6 UDP multicast
    ["3","MTV","tv://+xsystem.ip4Addr+:1236"], //IPv4 UDP multicast with DRM
    ["4","MTV Hits","tv://+xsystem.ip4Addr+:1237"],
    ["5","ESPN","tv://+xsystem.ip4Addr+:1238"], //Windows Media Server
    ["6","SIX","tv://+xsystem.ip4Addr+:1239"], //Windows Media Server
    ["7","Adventure","mms://10.10.10.33/vcl_pl"], //Windows Media Server
    ["8","NCBC","tv://[ff3e::1]:1234"],
    ["9","E4","tv://224.6.6.70:1234"],
    ["10","Living","tv://[ff3e::10]:1234"],
    ["21","Kiss","httpvtv://10.10.10.1:1234"], //IPv4 HTTP unicast
    ["22","Bless","httpvtv://10.10.10.1:2345"],
    ["23","Sky","httpvtv://[fc00::1]:1234"], //IPv6 HTTP unicast
    ["24","NASA","httpvtv://[fc00::1]:2345"],
    ["25","PLAY","httpvtv://mainserver.ipstb.com:1234"], //HTTP unicast by FQDN
    ["26","KCC1","httpvtv://mainserver.ipstb.com:2345"],
    ["101","KCC2","httpvtv://10.10.10.1/stream/Bikini_California.1440x1080.ts"], //IPv4 HTTP file
    ["102","CCITV","httpvtv://[fc00::1]/stream/72060_122.mpg"], //IPv6 HTTP file
    ["103","Feeling","httpvtv://mainserver.ipstb.com/stream/TheBeautyOfNature.tp"], //FQDN HTTP file
    ["201","News77","tv:// + xsystem.ip4Addr+:1234"]; //IPv4 UDP unicast
  ]
}
```

Figura 5.12. Código fuente a ser modificado.

### 5.5.2 Lista de programación RTSP sin VOD

Para poder programar la lista de programación de RTSP sin VOD es necesario modificar el módulo de VoD del set top box.

En la Figura 5.13 se muestra el módulo VoD que contiene el archivo vod.js a ser modificado, dentro de este archivo que puede ser modificado con un editor de texto, se encuentra la programación correspondiente a los canales de televisión en formato VoD.

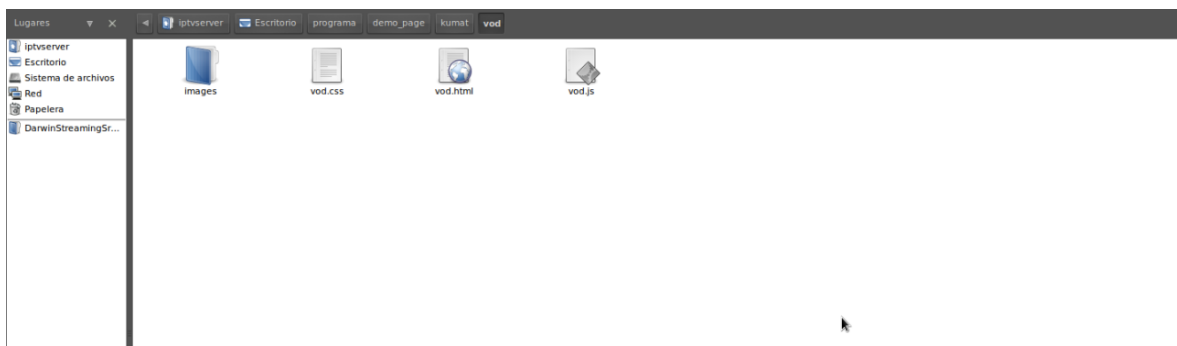


Figura 5.13. Módulo VoD.

En la Figura 5.14 se puede apreciar las configuraciones de las imágenes correspondientes a cada video, como por ejemplo: “sport.jpg” que es el vínculo a la foto que lo relaciona al contenido multimedia, además se puede ubicar un pequeño título que haga referencia como información previa.



```
vod.js X
var menu,player;

function VodMenu(){
  /*The format is ["Server Name","Clip Image","Clip Description","Clip URL"]*/
  this.rtspPgm = [

    ["","sport.jpg", "Carrera derrapes Video Sin VOD",
     "rtsp://192.168.1.3/video2.mp4"],
    ["", "bigbang.jpg", "Big Bang Theory Video Sin VOD",
     "rtsp://192.168.1.3/video.mp4"],
```

**Figura 5.14.** Código fuente a ser modificado.

La parte más importante es cuando se define el protocolo RTSP "rtsp://192.168.1.3/video2.mp4" con la dirección IP del servidor multimedia y el recurso compartido que es video2.mp4, para una correcta emisión del video debe ser con Darwin Streaming Server.

### 5.5.3 Lista de programación RTSP con VOD

El proceso de configuración de lista de programación de RTSP con VOD es similar a la anterior, con la diferencia de que no se vinculan archivos con formato mp4 o h.264, sino archivos .ts que deberán ir junto a su archivo .tsx correspondiente.

En la Figura 5.15 se observa las configuraciones que se debe realizar para poder obtener las imágenes correspondientes se puede llenar las configuraciones por ejemplo: “dub.jpg” es el vínculo a la foto que relaciona al canal, además se puede ubicar un pequeño título que haga referencia como información del canal.



```

["", "dub.jpg", "Dub Auto VOD",
 "rtsp://192.168.1.3:8554/carros1.ts"],
["", "nature.jpg", "Canal 1 VOD",
 "rtsp://192.168.1.3/iptv.sdp"],
["", "greenday.jpg", "Boulevard of broken VOD",
 "rtsp://192.168.1.3:8554/greenday.ts"],

```

**Figura 5.15.** Código fuente a ser modificado.

La parte más importante es cuando se define el protocolo RTSP "rtsp://192.168.1.3:8554/carros1.ts" con la dirección IP del servidor multimedia con el puerto respectivo y el recurso compartido que es carros1.ts, para una correcta emisión del video debe ser con Live555 que es el servidor que da la funcional trick play o VoD.

#### 5.5.4 Canales de radio y televisión en vivo con MMS y HTTP.

Para poder programar la lista de programación de RTSP con VOD es necesario poder modificar el módulo de VoD.

En la Figura 5.16 se observa las configuraciones que hay que realizar para poder capturar emisiones de internet en vivo a través del protocolo HTTP por ejemplo "congreso.jpg" es el vínculo a la foto que relaciona al canal, además se puede ubicar un pequeño título que haga referencia como información del canal.

```

this.vclPgm = [
["", "congreso.jpg", "Canal del Congreso U.S.A.",
 "http://ctnv1.ctn.state.ct.us/ctnstream"],
["", "laisla.jpg", "Radio la Isla",
 "mms://streaming.patan.com.ar/fmlaisla"]
];

```

**Figura 5.16.** Código fuente a ser modificado.

La parte más importante es cuando se define el protocolo HTTP "http://ctnv1.ctn.state.ct.us/ctnstream" es donde se está emitiendo la señal en vivo

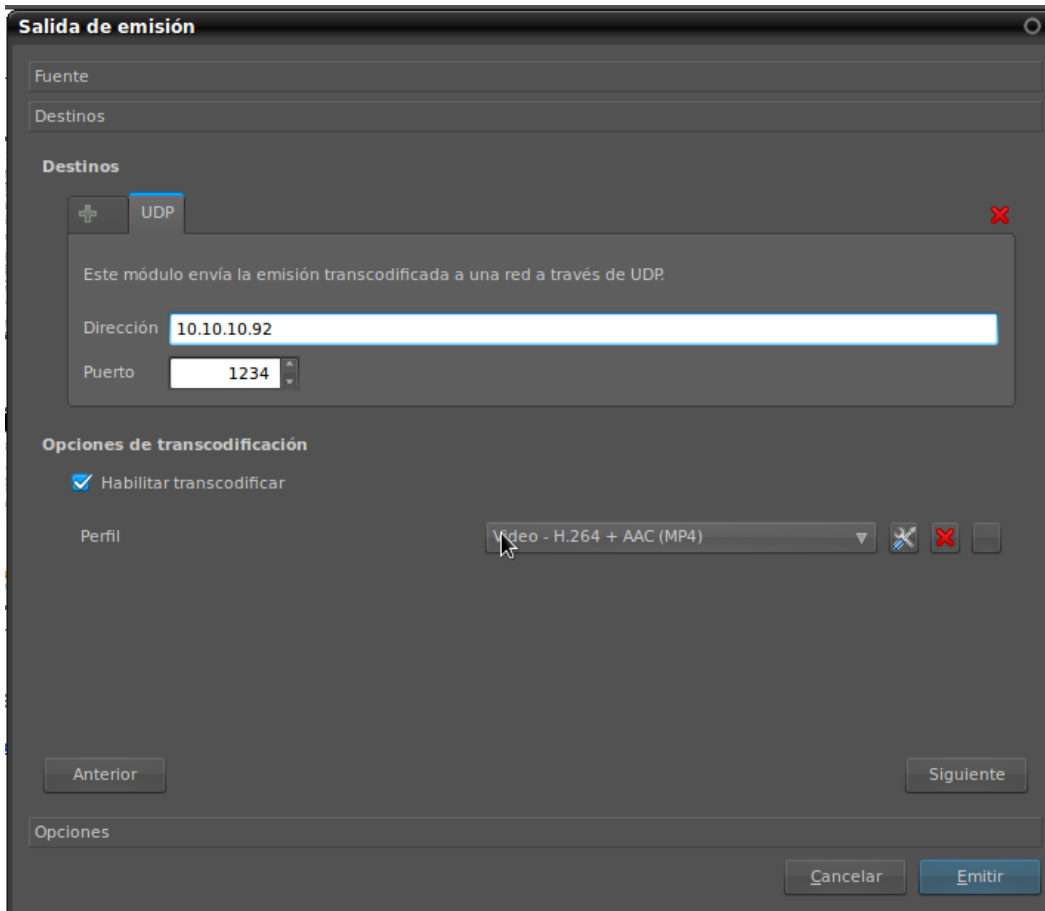
y en directo, de la misma manera se puede receptor señales de radio con el protocolo MMS, “mms://streaming.patan.com.ar/fmlaisla” que es donde se origina la señal en tiempo real.

## **5.6 Transmisión Unicast**

Las transmisiones Unicast se pueden realizar utilizando protocolos como RTP y UDP mediante el uso de VLC en el servidor; este tipo de transmisiones son poco eficientes sobre todo cuando existen muchos hosts, ya que se debe abrir una transmisión exclusiva para cada host, provocando una saturación del procesador en primer lugar y luego de la red.

Sin embargo este tipo de transmisiones pueden ser muy útiles cuando se desea emitir un video exclusivamente hacia un host en específico.

En la figura 5.17 se aprecia la configuración en el servidor para la emisión de contenidos multimedia en Unicast a través del protocolo UDP.



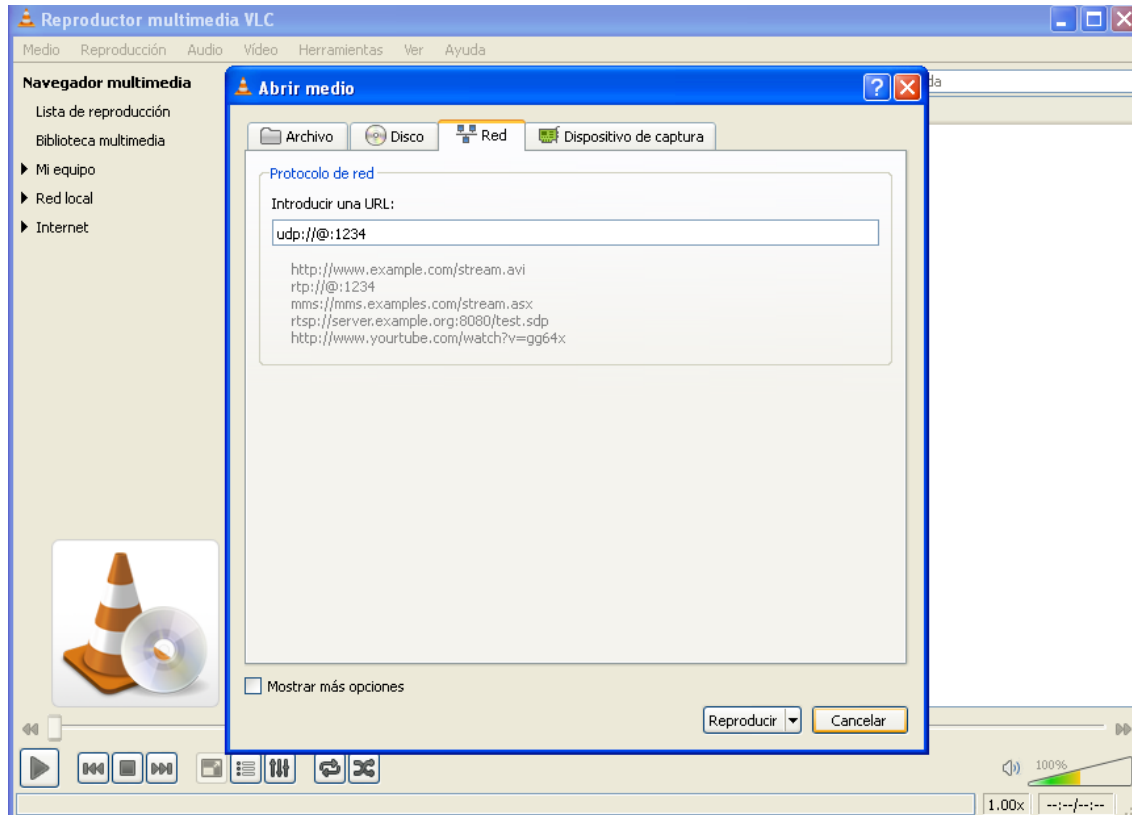
**Figura 5.17.** Configuración de VLC en el servidor para transmisión en Unicast

Una vez configurado el servidor se puede empezar con la emisión de contenidos multimedia a través de la red.

Otra forma de transmisión Unicast es el video sobre demanda o VoD, en el cual el servidor permanece atento a las peticiones que realicen los hosts, y cada petición es respondida directamente hacia cada IP del host que solicite un contenido multimedia, sin afectar o intervenir en las emisiones que se encuentren recibiendo otros hosts de la red. Para este tipo de transmisiones se utiliza el protocolo RTSP mediante Darwin Streaming Server o Live555.

### 5.6.1 Transmisión hacia un host Linux o Windows por Unicast

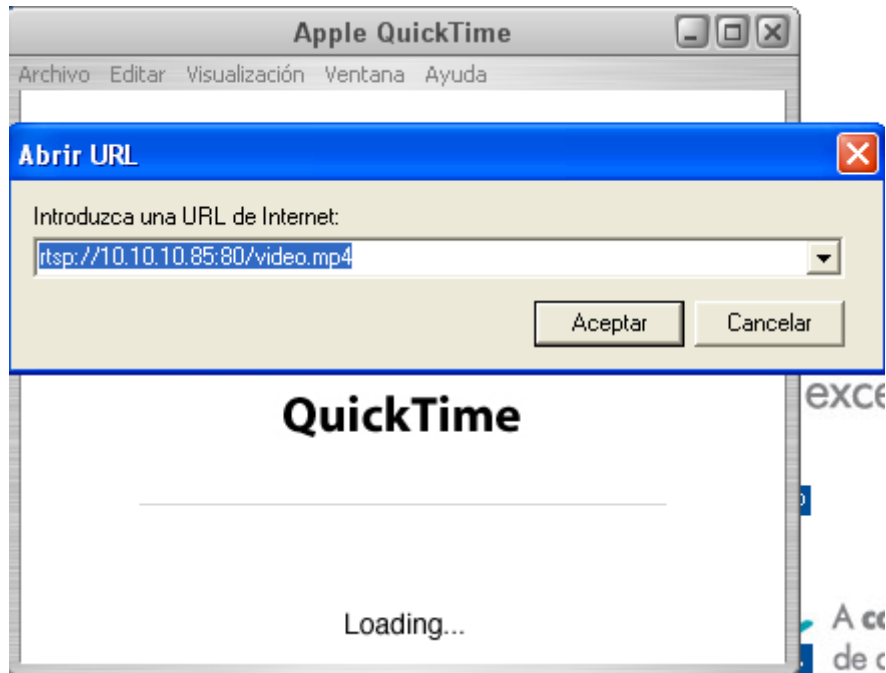
La imagen 5.18 muestra la configuración de la aplicación VLC en un computador como host para recibir una transmisión en UDP a través del protocolo 1234.



**Figura 5.18.** Configuración VLC en host PC con Windows

Para receiptar la señal emitida desde el servidor por medio de un computador con Linux o Windows como sistema operativo, se puede utilizar un reproductor multimedia, siendo la forma más eficiente, la utilización del reproductor de VLC para emisiones dadas a través de los protocolos UDP o RTP, en los cuales no se puede adelantar o retroceder el video, ya que el control de la emisión depende únicamente del administrador del servidor y no de los hosts.

Si la emisión se da a través del protocolo RTSP es recomendable utilizar el reproductor multimedia Quicktime debido a que al adelantar o retroceder los contenidos transmitidos desde el servidor la fluidez del video es mucho mejor que en el caso de VLC, la configuración del Quicktime en el host se puede ver en la figura 5.19.



**Figura 5.19.** Configuración Quicktime en host PC con Windows

En la figura 5.20 se puede observar la recepción en un computador como host de la transmisión del servidor, mediante el programa Quicktime, el cual puede ser controlado mediante el mouse para adelantar, pausar o retroceder la transmisión del servidor.



**Figura 5.20.** Recepción a través de Quicktime de la emisión del servidor

### 5.6.3 Transmisión hacia un set top box por Unicast

La figura 5.21 muestra la interfaz del set top box vista desde un televisor al momento de recibir una emisión en RTSP de un contenido .ts.



**Figura 5.21.** Recepción a través del set top box de la emisión del servidor

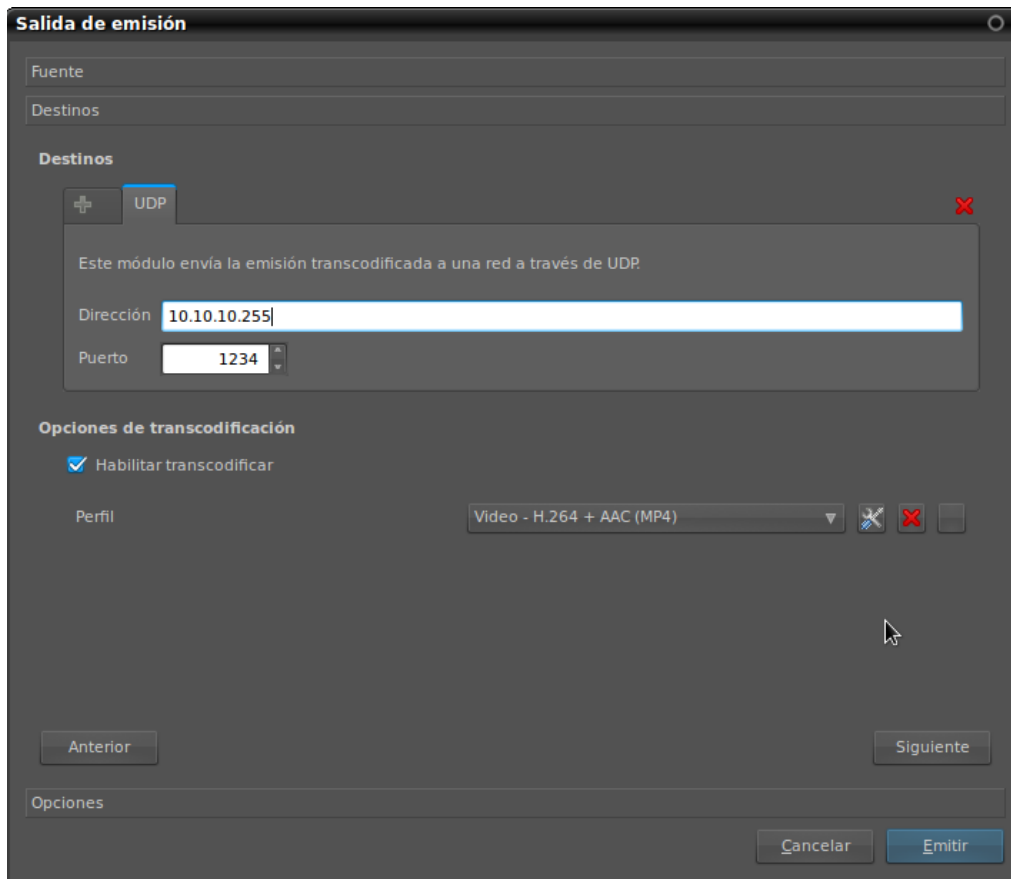
La recepción de una transmisión en Unicast a través de los protocolos RTP o UDP mediante un set top box se la realiza configurando un canal con la IPs del servidor, el puerto por el que se está transmitiendo y el protocolo utilizado. El formato con el que se escribe la URL es diferente en cada set top box, y diferente del utilizado en el computador con VLC o Quicktime.

En el caso de la recepción de contenidos multimedia en VoD se lo debe realizar a través del protocolo RTSP y configurando un menú de los contenidos disponibles en el servidor, con lo cual el usuario final puede a través del set top box seleccionar la película o video que desee observar, además de que si el servidor lo permite, puede adelantar, pausar o retroceder

## 5.6 Transmisión Broadcast

Este tipo de transmisiones únicamente pueden ser realizadas utilizando los protocolos RTP y UDP, ya que a través de estos protocolos el servidor es el que decide a que hosts emitir.

En la figura 5.22 se muestra la configuración en el servidor de una emisión en Broadcast.



**Figura 5.22.** Configuración de VLC en el servidor para transmisión en Broadcast

Estas transmisiones a diferencia de las realizadas en Unicast no especifican las IPs de los hosts en el servidor a las cuales se va a transmitir, simplemente se transmite hacia la IP broadcast de la red, es decir que si la IP del servidor es la



192.168.1.2 con una máscara de red 255.255.255.0, la IP broadcast será 192.168.1.255.

Con esto se logra que una sola transmisión llegue a todos los hosts de la red, los cuales podrán recibir la señal del canal o canales transmitidos apuntando hacia el servidor y con el protocolo con el que se emite cada canal; además se logra reducir el trabajo del procesador del servidor, el cual tendrá que realizar una emisión por cada canal, en lugar de una emisión por cada host.

### **5.6.1 Transmisión hacia host Linux o Windows por Broadcast**

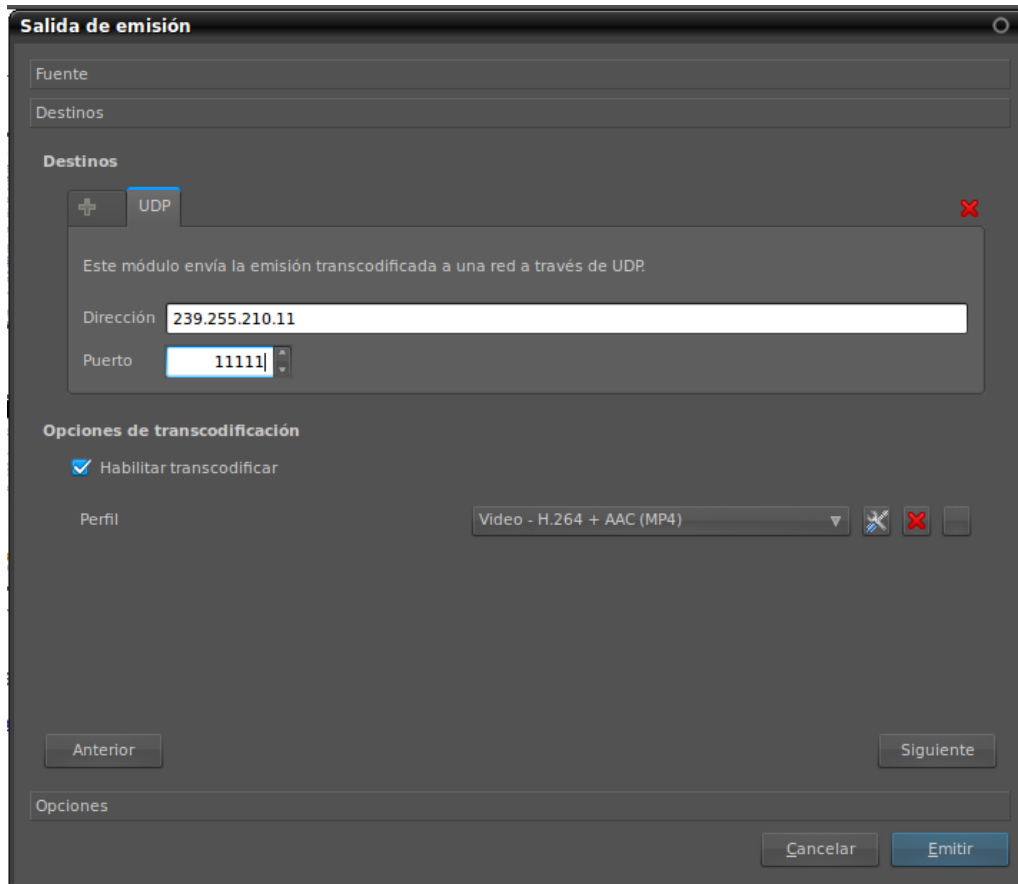
Al realizar una transmisión por Broadcast, un cliente PC podrá recibir la señal transmitida desde el servidor configurando un reproductor multimedia como VLC o Quicktime (figuras 5.20, 5.21, 5.22), en el cual se debe configurar el volcado de red con la URL que empieza por el protocolo utilizado, en lugar de la IP se debe colocar un signo de @ y finalmente se debe especificar el puerto utilizado por el servidor para transmitir cada canal, es decir:

- rtp://@:1234
- udp://@:1234

### **5.7 Transmisión Multicast**

Para poder emitir en Multicast únicamente funciona VLC, para esto se debe tener configurada en el switch o router una dirección IP reservada multicast la misma que se utilizará para realizar las transmisiones de video a un grupo específicos de usuarios en la red.

La figura 5.23 muestra la configuración en el servidor para emitir un canal en Multicast.



**Figura 5.23.** Configuración de VLC en el servidor para transmisión en Multicast

Una vez habilitada la opción de multicast en el router, simplemente se emite a través de VLC hacia la IP reservada de clase D, es decir entre (224.0.0.0 y 239.255.255.255), también se debe considerar que se tiene que colocar un puerto para la emisión

### 5.7.1 Transmisión hacia host Linux o Windows por Multicast

Para recibir una emisión en multicast mediante un PC, primeramente se emite desde el servidor hacia la ip multicast reservada en el router , en el host mediante VLC se capta un volcado de red especificando el protocolo RTP o udp y el puerto. En la figura 5.23 se puede apreciar la configuración de VLC para recibir la señal transmitida desde el servidor.

### 5.7.2 Transmisión hacia set top box por Multicast

La figura 5.24 se muestra una captura del set top box, en donde se está recibiendo una transmisión en Multicast.



**Figura 5.24.** Recepción a través del set top box de la emisión del servidor en Multicast

## 5.8 Pruebas

### 5.8.1 Rendimiento del servidor con UDP

En la Figura 5.25 se observa el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir ningún video a emitir un único video el uso alcanza picos entre 40% y 45% en procesador y la memoria se mantiene prácticamente constante en 20%.



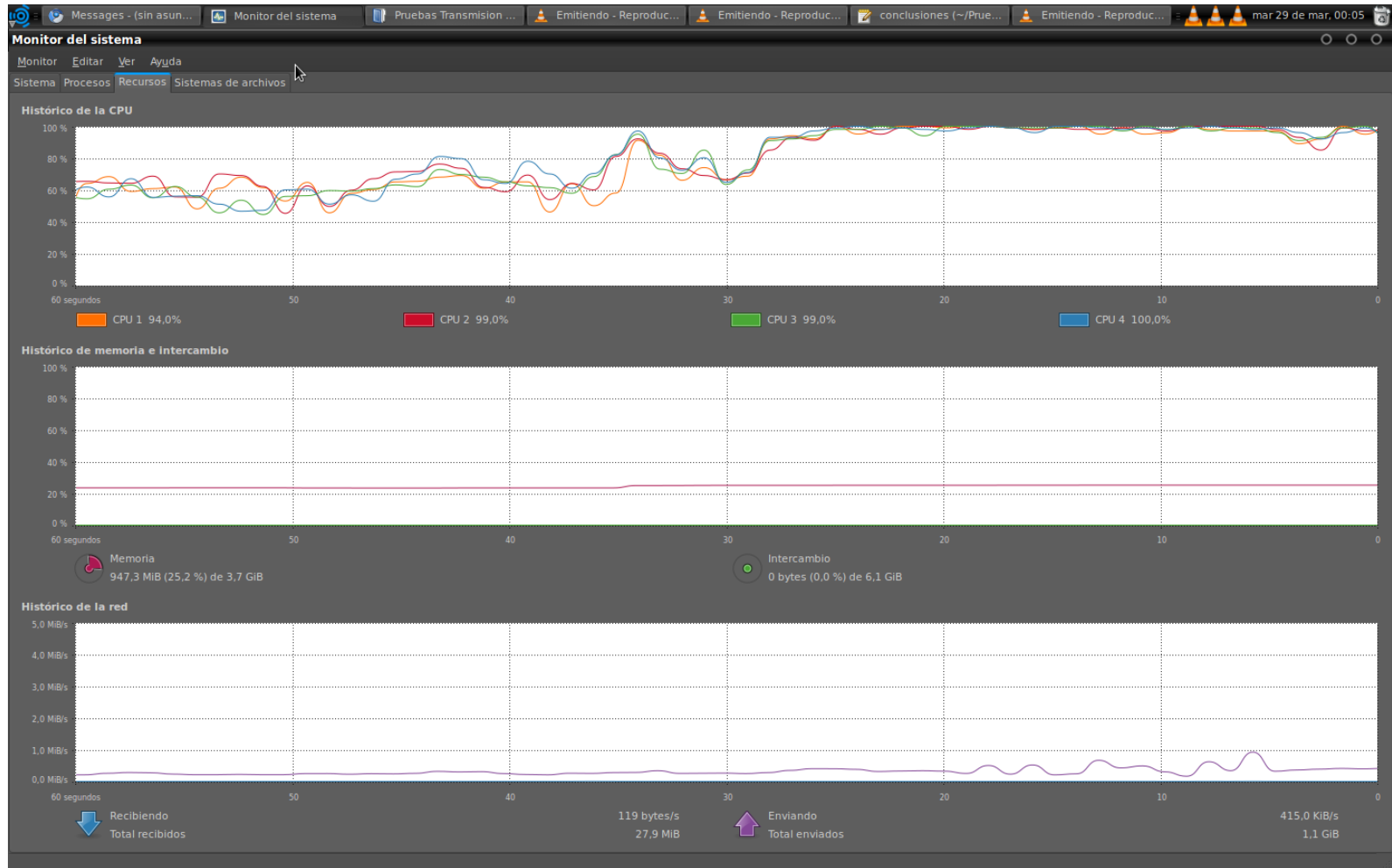
**Figura 5.25.** Paso de 0 a 1 transmisiones en UDP

En la Figura 5.26 se aprecia el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir un video a emitir dos videos el uso alcanza picos entre 80% y 83% en procesador y la memoria se mantiene prácticamente constante en entre 20% a 23%.



**Figura 5.26.** Paso de 1 a 2 transmisiones en UDP

En la Figura 5.27 se mira el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir dos videos a emitir tres videos el uso alcanza picos entre 90% y 100% en procesador y la memoria se mantiene prácticamente constante entre 20% y 25%.



**Figura 5.27.** Paso de 2 a 3 transmisiones en UDP

En la Figura 5.28 se analiza el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir tres videos a emitir ningún video el uso baja considerablemente a picos entre 0% y 20% en procesador y la memoria desciende entre 30% y 20%.



**Figura 5.28.** Paso de 3 a 0 transmisiones en UDP

## 5.8.2 Rendimiento del servidor con RTP

En la Figura 5.29 se observa el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir ningún video a emitir un único video el uso alcanza picos entre 0% y 55% en procesador y la memoria se mantiene prácticamente constante en 20%.



**Figura 5.29.** Paso de 0 a 1 transmisiones en RTP  
120



En la Figura 5.30 se aprecia el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir un video a emitir dos videos el uso alcanza picos entre 20% y 80% en procesador y la memoria se mantiene prácticamente constante en entre 20% a 23%.



**Figura 5.30.** Paso de 1 a 2 transmisiones en RTP

En la Figura 5.31 se mira el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir dos videos a emitir tres videos el uso alcanza picos entre 90% y 100% en procesador y la memoria se mantiene prácticamente constante entre 20% y 25%.



**Figura 5.31.** Paso de 2 a 3 transmisiones en RTP

En la Figura 5.32 se analiza el rendimiento del servidor cuando pasa de emitir tres videos a emitir ningún video el uso baja considerablemente a picos entre 0% y 20% en procesador y la memoria desciende entre 30% y 20%.



**Figura 5.32.** Paso de 3 a 0 transmisiones en RTP

## 5.8.2 Rendimiento del servidor con RTSP

La Figura 5.33 evidencia cómo se comporta el servidor sin ningún video transmitido alcanza picos entre 0% y 30% y la memoria RAM constante en 20%



**Figura 5.33.** Cero videos transmitidos

En la figura 5.34 se aprecia el rendimiento del servidor cuando 2 host reciben transmisiones y cuando consumen de un video a tres videos alcanzando picos entre 0% a 25% y la memoria RAM se mantiene constante en 20%.



**Figura 5.34.** Dos host recibiendo transmisiones, picos representan cambios de 1 a 3 videos

En la figura 5.35 se observa el rendimiento del servidor cuando 2 host reciben transmisiones y cuando consumen de tres videos a cuatro videos alcanzando picos entre 0% a 25% y la memoria RAM se mantiene constante en 20%.



**Figura 5.35.** Dos host recibiendo transmisiones, picos representan cambios de 3 a 4 videos

En la figura 5.36 se evidencia el rendimiento del servidor cuando 2 host reciben transmisiones y cuando consumen de cuatro videos a 5 videos alcanzando picos entre 0% a 25% y la memoria RAM se mantiene constante en 20%.



**Figura 5.36.** Dos host recibiendo transmisiones, picos representan cambios de 4 a 5 videos

En la figura 5.37 se observa el rendimiento del servidor cuando se transmite un video, los picos van de 0% a 30% y la memoria RAM esta constante en 20%.



**Figura 5.37.** Transmisión de un video, cada pico representa el adelantamiento del video



### **5.8.5 Análisis de tráfico de red.**

Para realizar el análisis de tráfico en la red se trabajará con 4 equipos y sus principales características en Hardware y Software se detallan a continuación:

PC codificador y servidor de contenidos multimedia.

- Sistema Operativo: Linux Ubuntu Studio 10.5.
- Procesador: Intel Core i5 de 3.20 GHz.
- Memoria RAM: 4 GB.

Pcs utilizados como clientes

Pc cliente:

- Sistema Operativo: Windows XP Professional.
- Procesador: Intel Core 2 duo de 2.13 Ghz.
- Memoria RAM: 2 GB.

Laptop cliente:

- Sistema Operativo: Windows 7 Professional.
- Procesador: Intel Core 2 duo de 2.0 Ghz.
- Memoria RAM: 4 GB.

Laptop cliente:

- Sistema Operativo: Windows XP Professional.
- Procesador: Intel Pentium 4 de 1.8 Ghz.
- Memoria RAM: 1,5 GB.

Router Linksys Cisco WRT160N V3.

La familia Catalyst de Cisco es una completa línea de Routers de alto rendimiento diseñados para ayudar a los usuarios a que pasen de forma sencilla de las redes LAN compartidas tradicionales a redes completamente conmutadas.

Los Routers Catalyst ofrecen alto rendimiento, administración y escalabilidad, se puede encontrar equipos Ethernet, Fast Ethernet y con opciones modulares las cuales permiten adaptarlos a las distintas necesidades de los usuarios.

Especificaciones:

- **Modelo:** WRT160N
- **Estándares:** Versión 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.3, 802.3u
- **Puertos:** Alimentación, Internet, Ethernet
- **Botones:** Reinicio, Configuración Wi-Fi protegida
- **Luces:** Ethernet (1-4), Configuración Wi-Fi protegida, Conexión inalámbrica, Internet, Alimentación
- **Tipo de cableado:** CAT 5e
- **Número de antenas:** 2
- **Desmontable (s/n):** No
- **Potencia de radiofrecuencia (EIRP) en dBm:** 14 dBm
- **Cert. /compat. UPnP:** Compatible
- **Funciones de seguridad:** WEP, WPA, WPA2
- **Bits de clave de seguridad:** 128 bits, 256 bits

Para el desarrollo de las pruebas se utilizaron PCs con sistema operativo Windows XP, Windows 7, Ubuntu Linux y los software necesarios los cuales debieron instalarse en cada PC fueron los siguientes:

- El software Wireshark, que es un analizador de tráfico o Sniffer, es de dominio público y se puede obtener en [www.wireshark.com](http://www.wireshark.com).
- Un sniffer PRTG Traffic Grapher que sirve para analizar el rendimiento y tráfico de red, muestra gráfica y estadística se puede obtener en [www.paessler.com/prtg6](http://www.paessler.com/prtg6).
- El software VideoLAN, que sirve para enviar y recibir video IP. Es un software de libre distribución que puede enviar y recibir video y se puede obtener de [www.videolan.org](http://www.videolan.org).
- Un servidor de contenidos Darwin Streaming Server para emitir videos se puede obtener de [dss.macosforge.org](http://dss.macosforge.org).
- El programa Quicktime, que se utiliza para recibir video IP. Es un programa gratuito que puede recibir video se puede obtener de [www.apple.com/es/quicktime/download/](http://www.apple.com/es/quicktime/download/).

Las características de los videos que se utilizará se muestran a continuación:

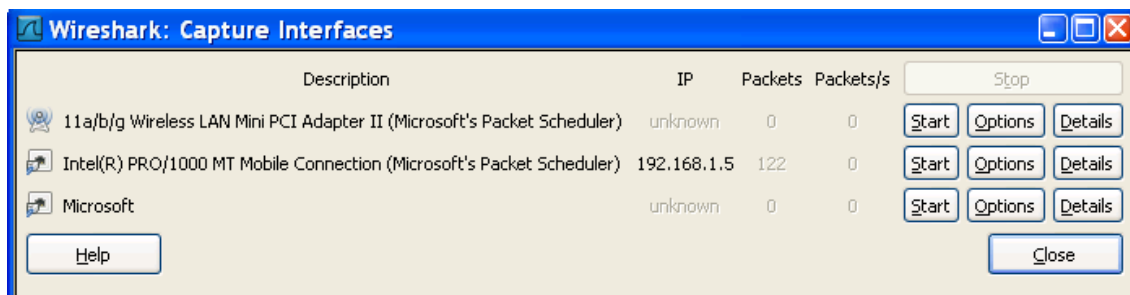
<b>Video</b>	<b>Duración</b>	<b>Bit rate(kbps)</b>	<b>Formato</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Frame rate (fps)</b>	<b>Formato Audio</b>
BigBangTheory	00:22:25	1519	Mpeg-4	624 x 325	25	Mpeg4 aac
BigBangTheory	00:22:25	2692	Mpeg-2	624 x 325	25	Mp2
Derrapes	00:06:58	2184	Mpeg-4	640 x 480	25	Mpeg4 aac

Derrapes	00:06:58	1311	Mpeg-2	640 x 480	25	Mp2
Carrera carros	00:22:24	2334	Mpeg-4	640 x 480	30	Mpeg4 aac
Carrera carros	00:22:24	2520	Mpeg-2	640 x 480	30	Mp2
Autos	00:05:06	3421	Mpeg-4	640 x 480	30	Mpeg4 aac
Autos	00:05:06	2780	Mpeg-2	640 x 480	30	Mp2

**Tabla 4.3.** Características de los videos con distinta programación.

### 5.8.5.1 Captura de los Paquetes de Datos con el Sniffer Wireshark y Traffic Grapher

Para empezar a realizar el monitoreo de la red es necesario que iniciemos el servicio de monitoreo. En la Figura 5.38 se aprecia la manera en la que se pone a monitorear la tarjeta de red del equipo emisor de los contenidos multimedia.



**Figura 5.38.** Inicialización de monitoreo de red.

### 5.8.5.1.1 Pruebas de emisión con RTSP

WireShark toma el protocolo RTSP como una variante de RTP, el servidor emite los contenidos multimedia de los 4 videos en formato mpeg4 hacia los otros 3 equipos clientes, cabe mencionar que RTSP solo es compatible con videos .mp4 y estos trabajan con el servidor Darwin Streaming Server y los clientes lo reciben con QuickTime.

En la Figura 5.39 se observa los diversos paquetes que se envían desde el computador de contenidos multimedia hacia los 3 host receptores.

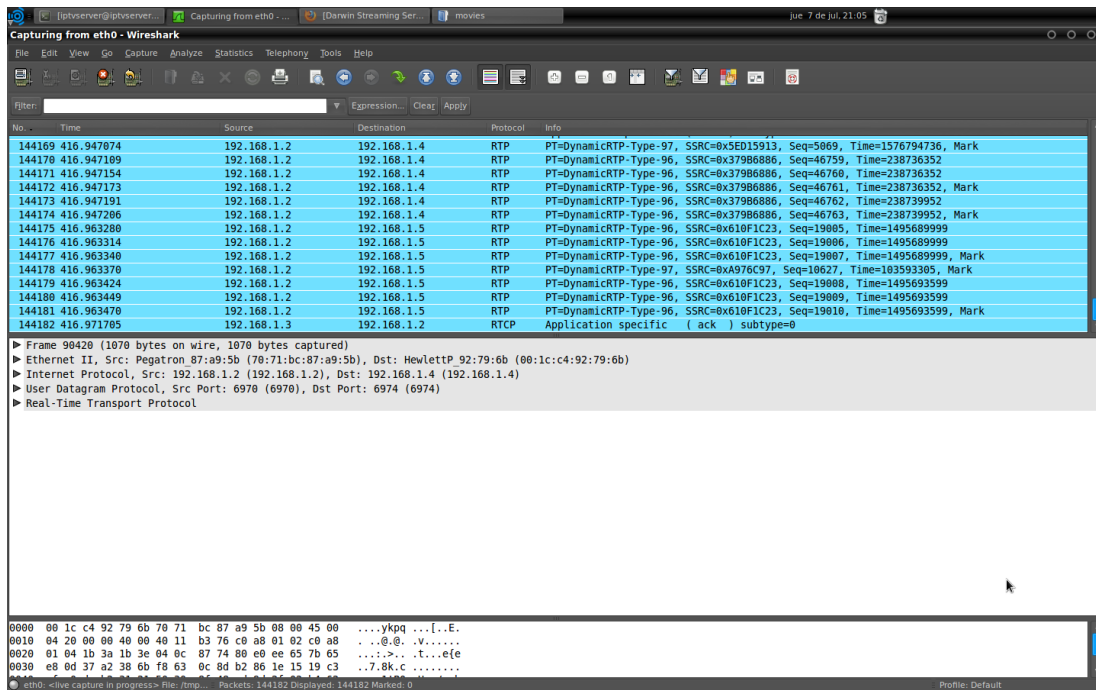


Figura 5.39. Paquetes capturados en emisión en vivo.

Cada uno de estos paquetes se los puede analizar detenidamente y analizar diversos factores que pueden intervenir en los retardos de video, el protocolo RTSP es el más óptimo para utilizar debido a que tiene la ventaja de que la red se mantiene estable por lo que sería el más óptimo en la emisión de videos.

Detected 8 RTP streams. Choose one for forward and reverse direction for analysis

Src IP addr	Src port	Dest IP addr	Dest port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)	Pb?
192.168.1.2	6970	192.168.1.4	6972	0x1D3D7BC1	Unknown(97)	6315	-5 (-0.1%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.4	6974	0x37A2386E	Unknown(96)	44166	-70 (-0.2%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.3	6974	0x5285453	Unknown(97)	5207	-6 (-0.1%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.3	6976	0x3FD78D4C	Unknown(96)	40161	126 (-0.3%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.5	6972	0x4976C97	Unknown(97)	3965	-16 (-0.4%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.5	6974	0x610F1C23	Unknown(96)	27613	130 (-0.5%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.4	6976	0x5ED15911	Unknown(97)	1624	-3 (-0.2%)	0.00	0.00	0.00	X
192.168.1.2	6970	192.168.1.4	6978	0x379B688E	Unknown(96)	8682	-18 (-0.2%)	0.00	0.00	0.00	X

Select a forward stream with left mouse button  
Select a reverse stream with SHIFT + left mouse button

Unselect Find Reverse Guardar como Mark Packets Prepare Filter Copiar Análisis Cerrar

**Figura 5.40.** Valores que receipta de la emisión de video.

En la Figura 5.40 se puede apreciar:

**Src IP Addr:** es la dirección IP del PC de donde se está transmitiendo.

**Dest IP Addr:** es la dirección IP por la cual se está transmitiendo el video.

**Dest port:** es el puerto por donde se trasmite el video.

**Payload:** es el medio que transporta el video.

**Packets:** es el número de paquetes transmitidos.

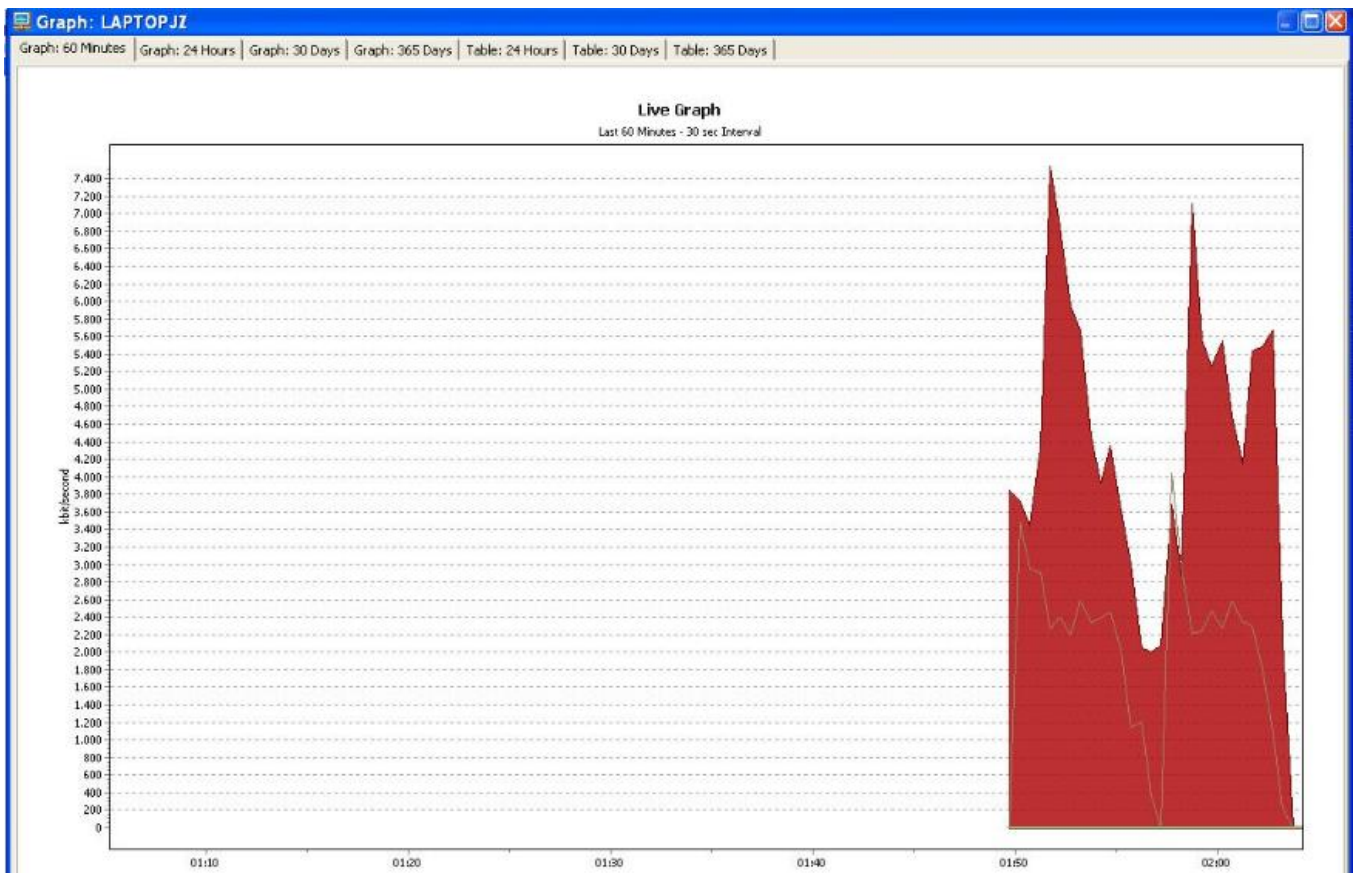
**Lost:** número de paquetes perdidos.

**Máx. Jitters:** es el máximo Jitters obtenido.

Podemos ver en cada una de las transmisiones hacia los distintos servidores clientes en los paquetes perdidos ni siquiera llega al 1% debido a esto en las

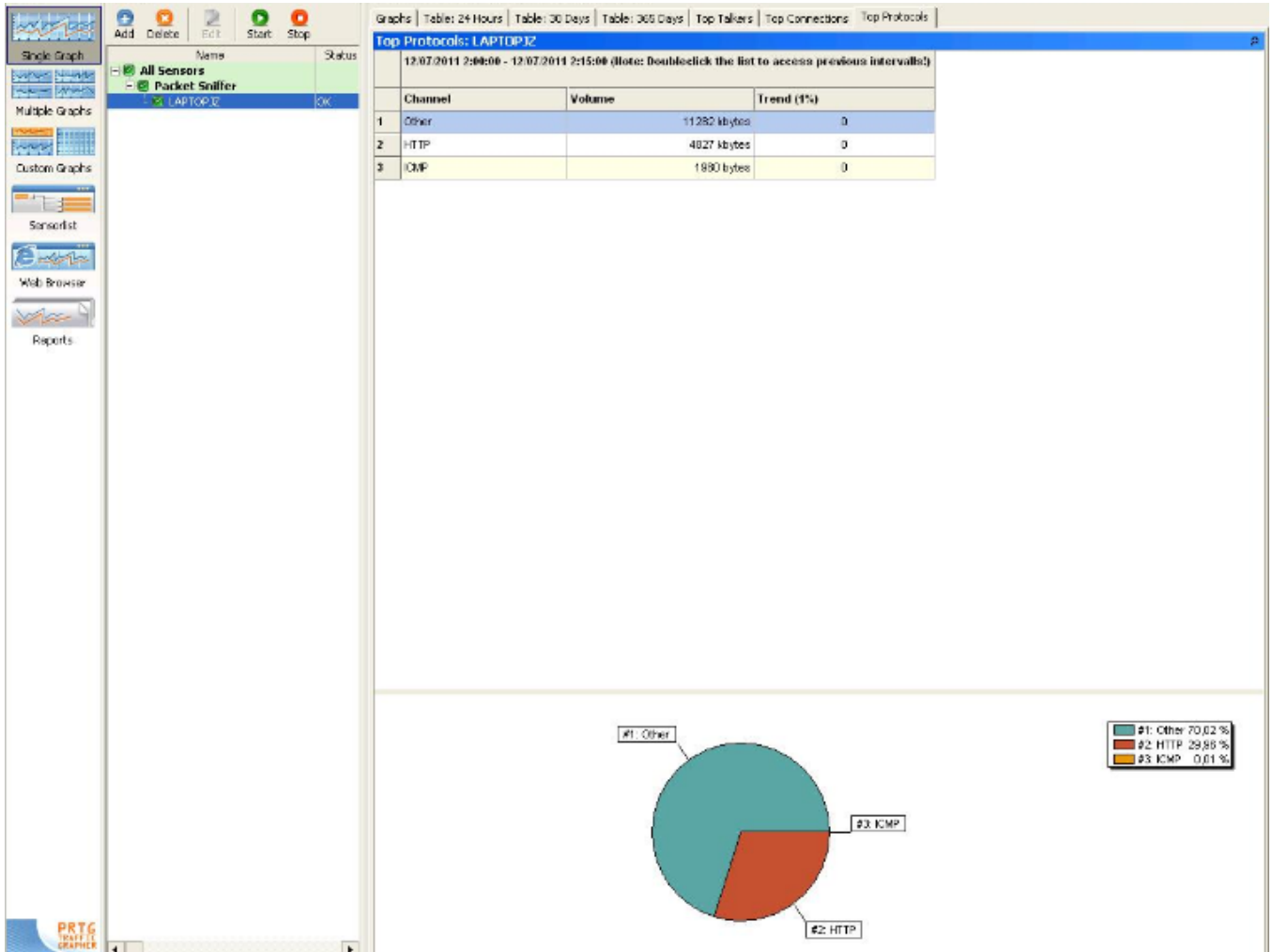
transmisiones con RTSP el Jitter prácticamente no existe ya que no hay ningún tipo de variación o desviación en la transmisión.

En la Figura 5.41 se ven los distintos picos que va alcanzando en la emisión de paquetes que contiene cada uno de los videos, se puede ver que en cada una de las emisiones alcanza picos máximos por ejemplo cuando se empieza a emitir los videos hacia los host sube considerablemente la taza de transferencia a 7400 kbit/segundo luego a medida que los videos van terminando bajan los picos por ejemplo a 2000 kbit/segundo, si se los vuelve a transmitir va sufriendo cambios en los picos de transmisión dependiendo de la cantidad de videos que se transmitan en el protocolo RTSP.



**Figura 5.41.** Picos alcanzados en cada emisión de video.

La Figura 5.42 muestra cuantos Kbytes emite desde el computador de contenidos multimedia del total de 4 videos .mp4 envía en RTSP un total de 11282 Kbytes ocupando un 70,02% de la capacidad de la red.



**Figura 5.42.** Kbytes transmitidos por RTSP.



La Figura 5.43 muestra cuantos Kbytes emite desde el computador de contenidos multimedia hacia cada uno de los otros 3 host clientes que reciben la emisión, se ve que el que más consume es el host 192.168.1.2 un total de 41652 Kbytes, cabe mencionar que a cada host se transmiten un total de 4 videos pero en la gráfica va variando debido a que en algunos host van terminando las emisiones y luego hay que volverlas a reproducirlas aquí la IP 192.168.1.2 está recibiendo el tope máximo de videos, ocupando el 14,95% de la red.

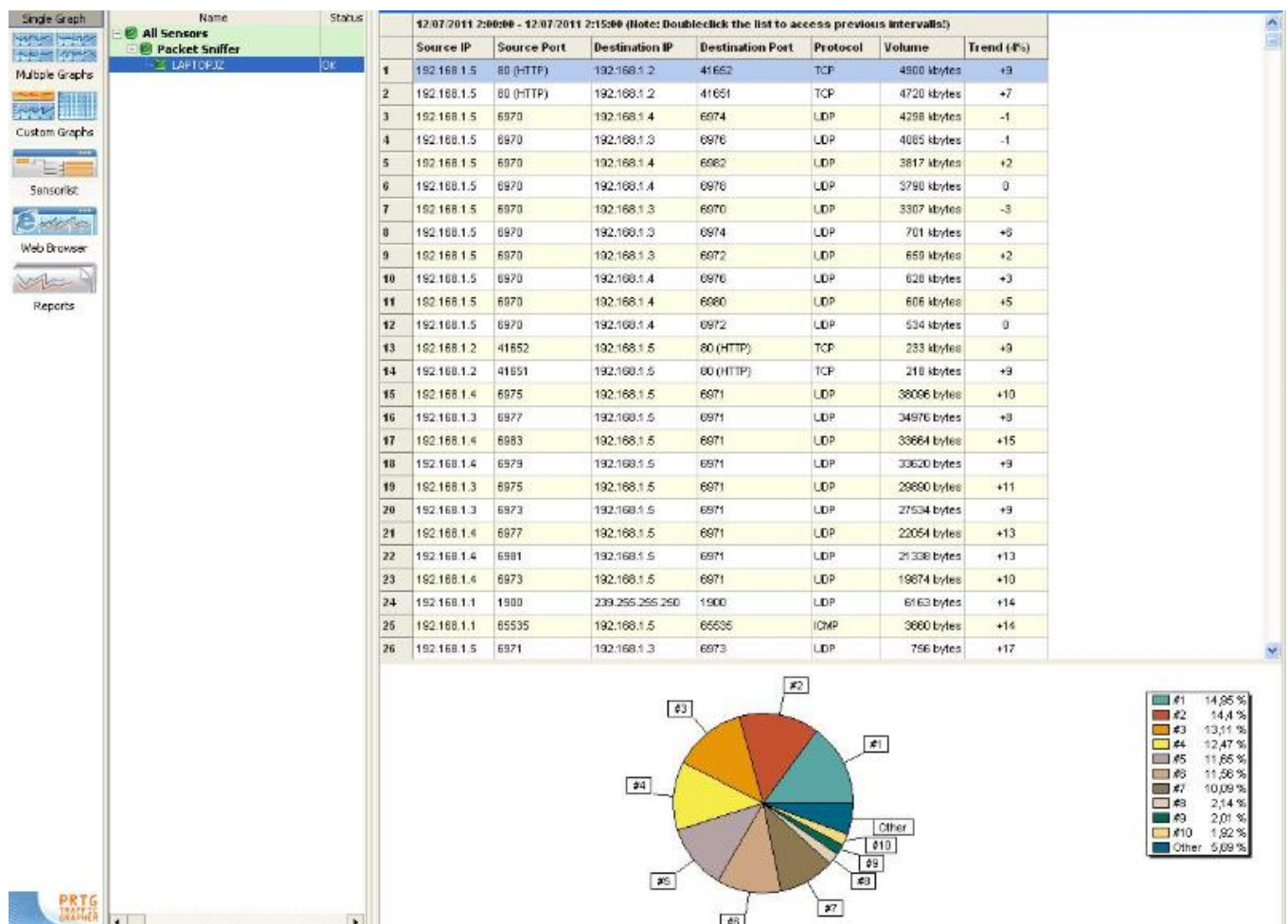
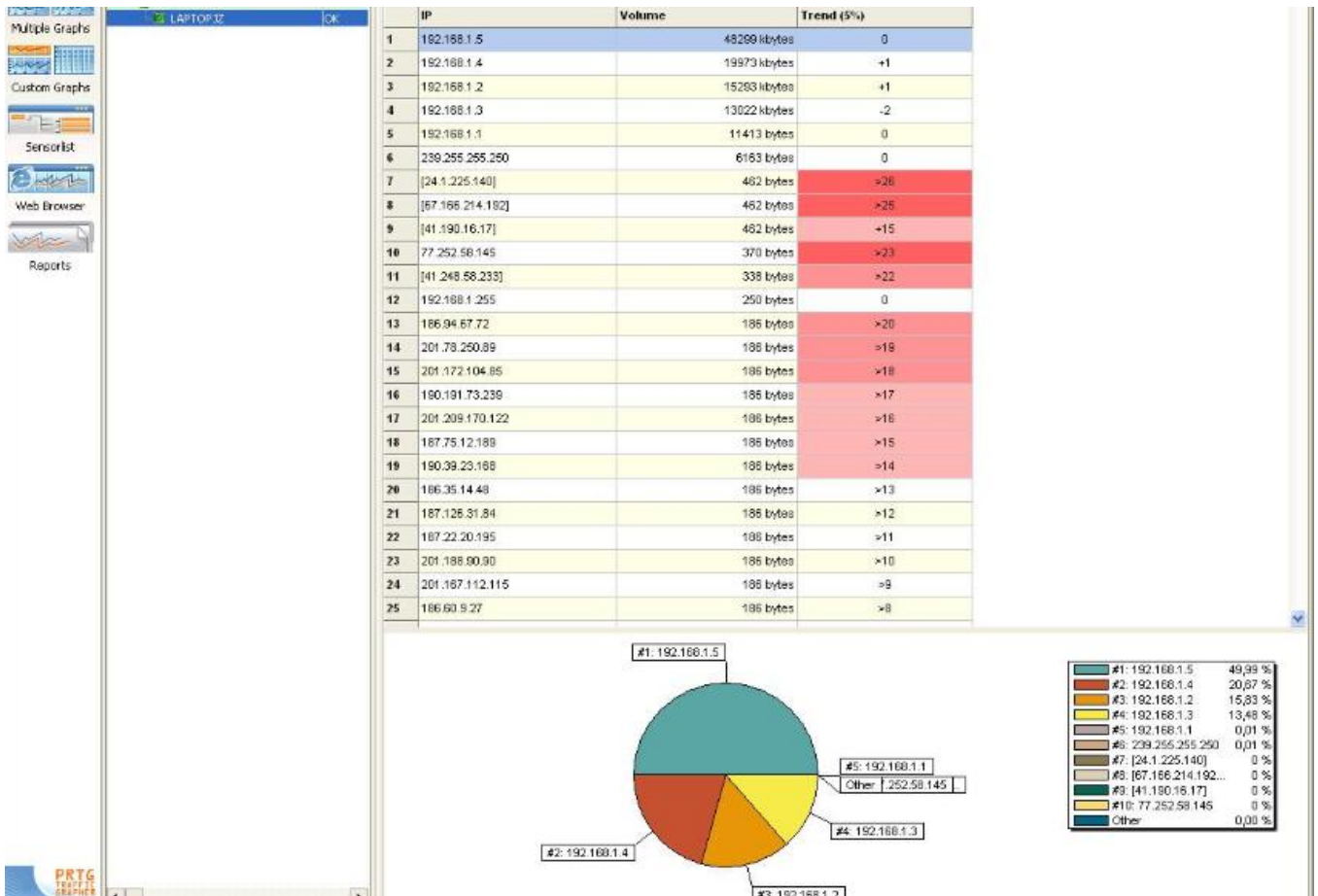


Figura 5.43. Kbytes transmitidos por RTSP a cada host.

La figura 5.44 se puede apreciar el número total de Kbytes que el servidor de contenidos multimedia envía a la red, cabe señalar que en este servidor están almacenados los videos que los clientes receptan, se aprecia que envía 48200 Kbytes hacia la red ocupando el 49,99% de la red.



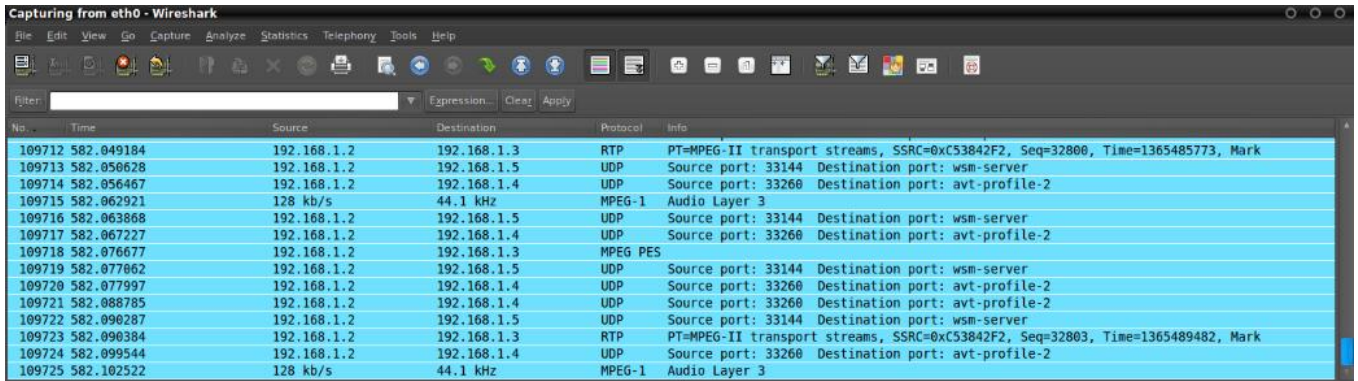
**Figura 5.44.** Kbytes transmitidos por RTSP desde el servidor multimedia.

### 5.8.5.1.2 Pruebas de emisión con UDP

De la misma manera que con RTSP se van a transmitir 4 videos .tsx hacia los 3 host disponibles para las pruebas de emisión, la transmisión se la realizará de manera simultánea para medir los diferentes Kbytes enviados y recibidos. El

servidor emitirá los contenidos a través de VLC de igual manera los host recibirán los contenidos con VLC.

En la Figura 5.45 se observa los diversos paquetes que se envían desde el computador de contenidos multimedia hacia los 3 host receptores.



The screenshot shows the Wireshark interface with a list of captured packets. The packets are filtered and show a mix of RTP, UDP, and MPEG protocols. The destinations are 192.168.1.3, 192.168.1.5, and 192.168.1.4.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
109712	582.049184	192.168.1.2	192.168.1.3	RTP	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0xC53842F2, Seq=32800, Time=1365485773, Mark
109713	582.050628	192.168.1.2	192.168.1.5	UDP	Source port: 33144 Destination port: wsm-server
109714	582.056467	192.168.1.2	192.168.1.4	UDP	Source port: 33260 Destination port: avt-profile-2
109715	582.062921	128 kb/s	44.1 kHz	MPEG-1	Audio Layer 3
109716	582.063868	192.168.1.2	192.168.1.5	UDP	Source port: 33144 Destination port: wsm-server
109717	582.067227	192.168.1.2	192.168.1.4	UDP	Source port: 33260 Destination port: avt-profile-2
109718	582.076677	192.168.1.2	192.168.1.3	MPEG PES	
109719	582.077862	192.168.1.2	192.168.1.5	UDP	Source port: 33144 Destination port: wsm-server
109720	582.077997	192.168.1.2	192.168.1.4	UDP	Source port: 33260 Destination port: avt-profile-2
109721	582.088785	192.168.1.2	192.168.1.4	UDP	Source port: 33260 Destination port: avt-profile-2
109722	582.090287	192.168.1.2	192.168.1.5	UDP	Source port: 33144 Destination port: wsm-server
109723	582.090384	192.168.1.2	192.168.1.3	RTP	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0xC53842F2, Seq=32803, Time=1365489482, Mark
109724	582.099544	192.168.1.2	192.168.1.4	UDP	Source port: 33260 Destination port: avt-profile-2
109725	582.102522	128 kb/s	44.1 kHz	MPEG-1	Audio Layer 3

**Figura 5.45.** Paquetes capturados en emisión en vivo.

Cada uno de estos paquetes se los puede analizar detenidamente y analizar diversos factores que pueden intervenir en los retardos de video, el protocolo UDP no es el más óptimo en la emisión de videos ya que si se envían varios contenidos multimedia a la vez la red se puede saturar generando retardos que afecten a los receptores, ellos apreciarán desfases en la transmisión de los contenidos siendo perjudicial.

En la figura 5.46 se puede apreciar:

En cada una de las transmisiones hacia los distintos equipos clientes en los paquetes perdidos llegan hasta los 90.06% del 100% que se transmite en la red, debido a esto es la causa del porque UDP no es óptimo en condiciones de transmisiones de video, además se aprecia que el Jitter ya varía en comparación de RTSP alcanza valores del 0,66(ms) en un valor alto de variación o desviación en la transmisión, de esta manera queda evidenciado que UDP no es el protocolo idóneo para transmisiones de video hacia varios host si es una transmisión Unicast si sería óptimo ya que es un canal completamente dedicado hacia el host que se desea enviar.

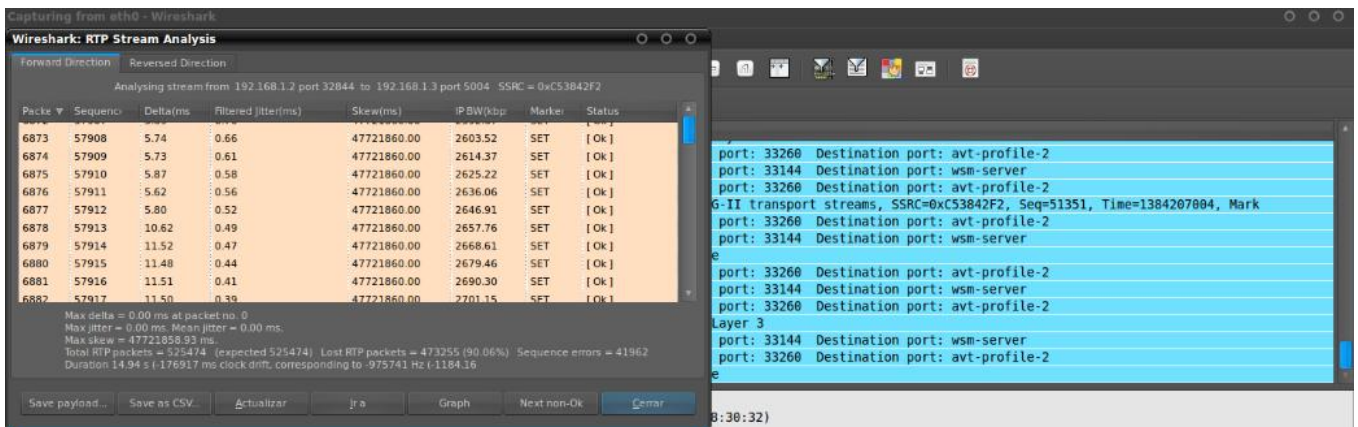
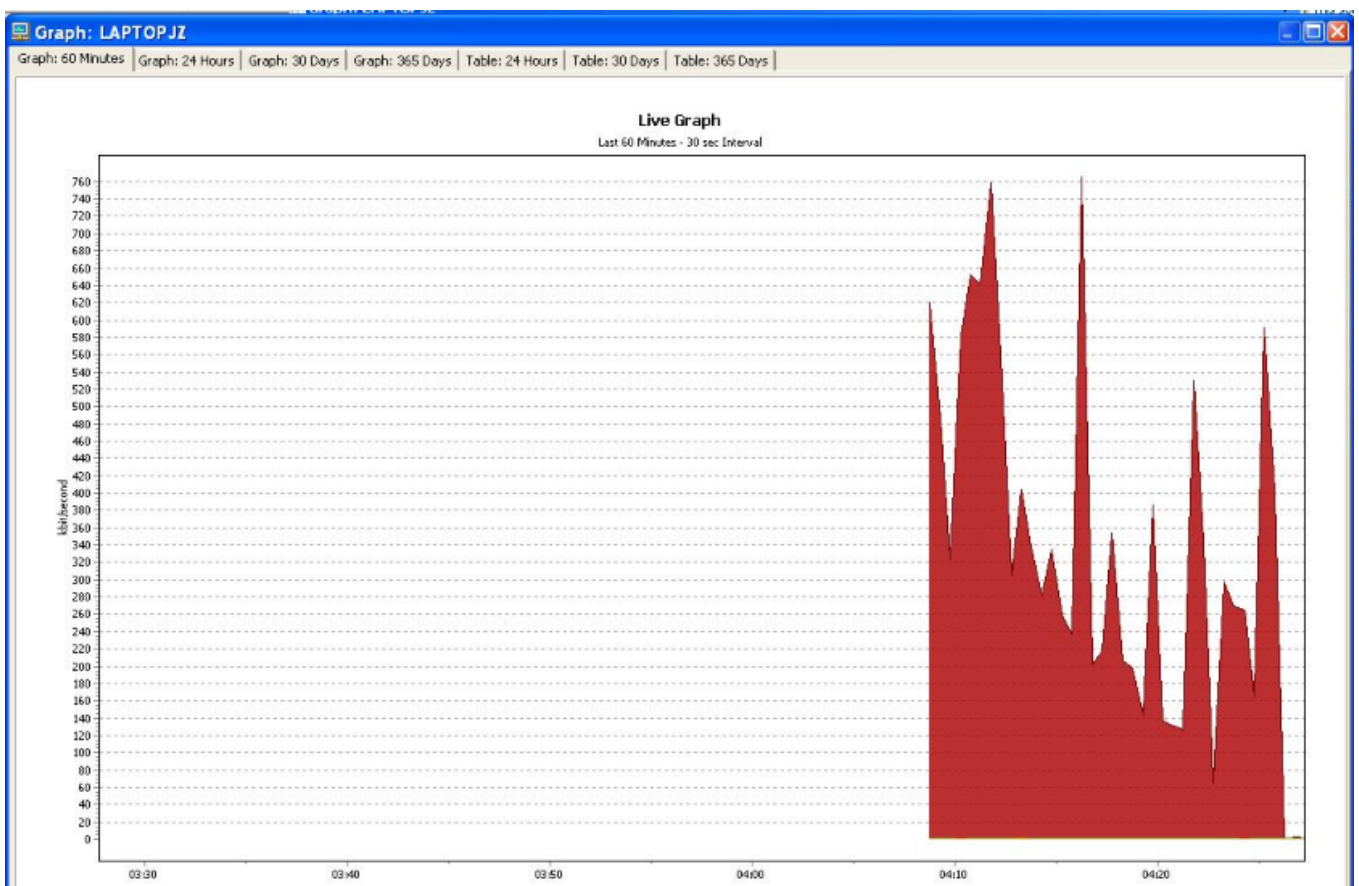


Figura 5.46. Valores que receipta de la emisión de video.

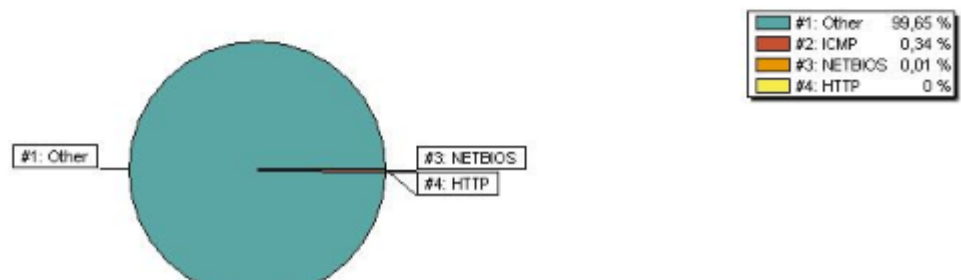
En la Figura 5.47 se ven los distintos picos que va alcanzando en la emisión de paquetes que contiene cada uno de los videos, se puede ver que en cada una de las emisiones alcanza picos máximos por ejemplo cuando se empieza a emitir los videos hacia los host sube considerablemente la tasa de transferencia a 760/ kbit/segundo luego a medida que los videos van terminando bajan los picos por ejemplo a 300 kbit/segundo, si se los vuelve a transmitir va sufriendo cambios en los picos de transmisión dependiendo de la cantidad de videos que se transmitan en el protocolo UDP. En la gráfica a diferencia de RTSP vemos como es completamente distinto sufre varios altos y bajos en la emisión.



**Figura 5.47.** Picos alcanzados en cada emisión de video.

La Figura 5.48 muestra cuantos Kbytes emite desde el computador de contenidos multimedia del total de 4 videos .ts envía en UDP un total de 23057 Kbytes ocupando un 99,65% de la capacidad de la red, ocasionando que el tráfico de red aumente considerablemente colapsando la red.

	Channel	Volume	Trend (89%)
1	Other	23057 kbytes	0
2	ICMP	79 kbytes	0
3	NETBIOS	1263 bytes	0
4	HTTP	186 bytes	>1



**Figura 5.48.** Kbytes transmitidos por UDP.

La Figura 5.49 muestra cuantos Kbytes emite desde el computador de contenidos multimedia hacia cada uno de los otros 3 host clientes que reciben la emisión, se ve que el que más consume es el host 192.168.1.4 un total de 10778 Kbytes, cabe mencionar que a cada host se transmiten un total de 4 videos pero en la gráfica va variando debido a que en algunos host van terminando las emisiones y luego hay que volverlas a reproducirlas aquí la IP 192.168.1.4 está recibiendo el tope máximo de videos, ocupando el 46,57% de la red y ocasiona tráfico.

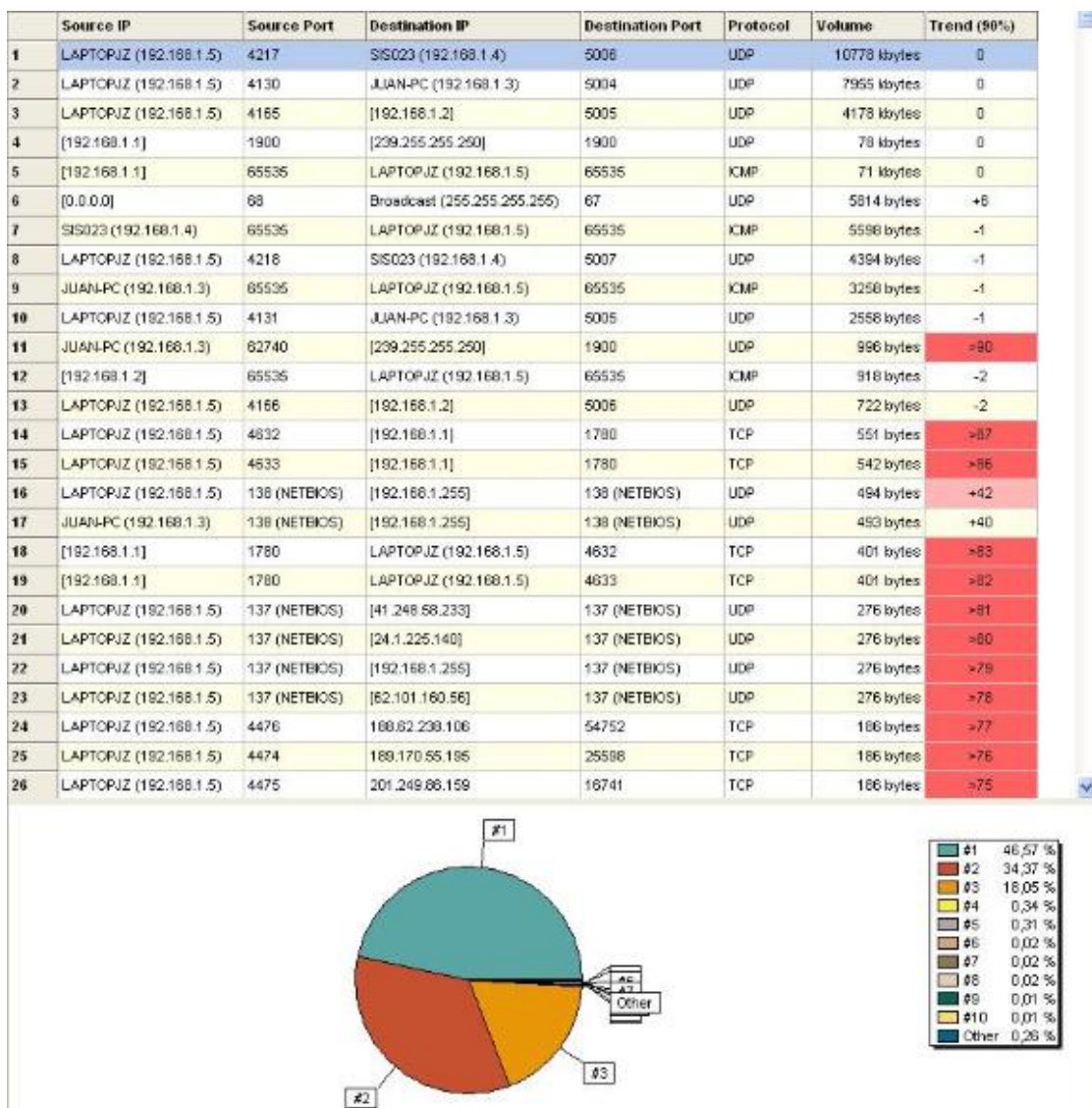
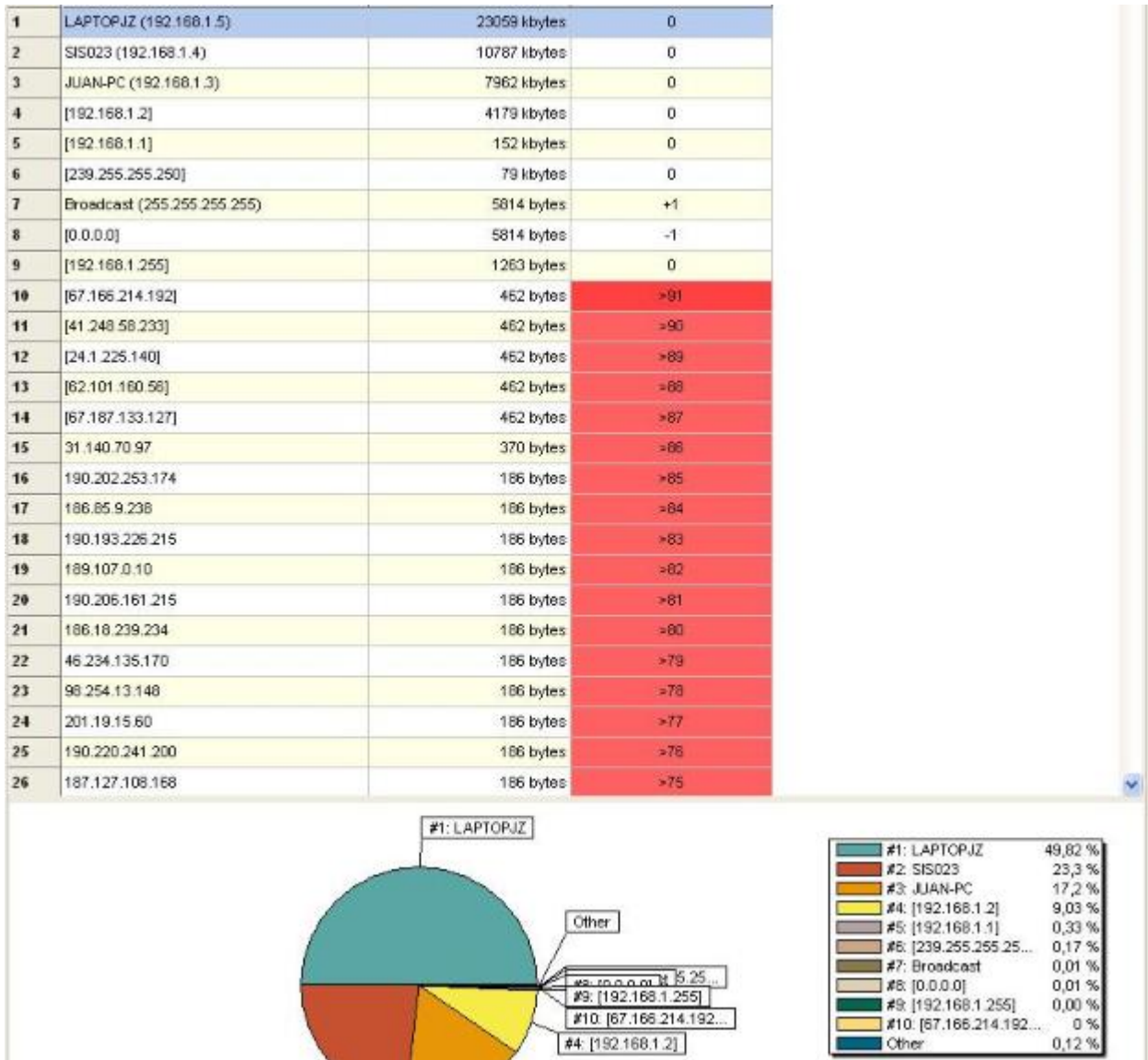


Figura 5.49. Kbytes transmitidos por UDP a cada host.

La Figura 5.50 se puede apreciar el número total de Kbytes que el servidor de contenidos multimedia envía a la red, cabe señalar que en este servidor están almacenados los videos que los clientes reciben, se aprecia que envía 23059 Kbytes hacia la red ocupando el 49,82% de la red.



**Figura 5.50.** Kbytes transmitidos por UDP desde el servidor multimedia.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- El servidor de contenidos multimedia requiere de una gran capacidad de procesamiento si el objetivo final es transmitir canales a través de los protocolos UDP y RTP, es decir que se necesita un procesador mayor a un Intel i5 de 3.2Ghz si se requiere transmitir más de 3 canales.
- Las transmisiones deben ser realizadas a través de Unicast, Multicast o Broadcast dependiendo de los host presentes en la red y dependiendo del uso final del sistema, es decir, si los hosts requieren el uso de video sobre demanda o simplemente la recepción de canales cuya programación sea controlada desde el servidor.
- Para tener un sistema de Televisión IP óptimo se requiere la utilización de set top boxes como hosts en lugar de computadores, ya que para recibir la señal del servidor a través de un computador, no se dispone de una interfaz de selección de contenidos multimedia.
- El servidor de contenidos multimedia como prototipo tiene la capacidad de transmitir formatos de alta definición como es el H.264 o MPEG4, el cual ofrece un tamaño reducido de almacenamiento además de una excelente calidad de video.
- En comparación al formato MPEG4 o H.264, el formato ts es demasiado grande en cuanto al almacenamiento, sin que esto genere una mejor calidad de video.

- UDP a diferencia de RTP consume menos cantidad de recursos en procesador debido a que no garantiza la recepción de los paquetes de datos.
- El consumo de memoria RAM con el protocolo UDP es muy similar al formato RTP.
- UDP consume un aproximado del 20% más en recursos de red que RTP.
- Las transmisiones con el protocolo RTSP no afectan el rendimiento del servidor en cuanto a procesador y memoria RAM, al incrementar la cantidad de hosts que reciben 4 contenidos multimedia con excelente calidad simultáneamente.
- Al convertir el video .mpeg4 o mpeg2 a formato .ts y luego convertirlo a .tsx convierte perfectamente el trick play para VOD pero pierde el audio del mismo.
- En transmisiones con el protocolo RTSP se incrementa únicamente la cantidad de Mbps transmitidos desde el servidor por cada host que solicita videos, estando aproximadamente en 1 Mbps por cada host que solicita 4 videos en formato mp4.
- La principal razón por la que llega a colapsar el Servidor de IPTV es debido a la saturación del procesador.
- Sin importar la cantidad de usuarios finales, el Servidor colapsa debido a la cantidad de canales UDP transmitidos simultáneamente.
- La memoria RAM del Servidor se incrementa levemente al ir añadiendo la cantidad de canales transmitidos.

- La cantidad de datos transmitidos desde el Servidor hacia la red se incrementa levemente al aumentar la cantidad de canales UDP transmitidos, lo cual no representa un peligro en la saturación de la red.
- Al transmitir canales en alta definición, el Servidor soporta como máximo la transmisión de 3 canales en protocolo UDP con buena calidad y 3 canales en protocolo RTP entrecortados debido a que este protocolo garantiza la recepción de los datos, con lo que se consume una mayor cantidad de recursos del procesador del servidor o 2 en RTP con buena calidad como máximo simultáneamente.
- Los recursos de procesador, memoria y red del servidor solamente se incrementan al iniciar una nueva transmisión, mas no durante la iniciación ni la configuración del programa que emitirá los videos.
- Los recursos de procesador, memoria y red del servidor se reducen únicamente al cerrar el programa que emite el video en el servidor, y no cuando se pausa la transmisión.

## 6.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar el formato RTSP para transmisiones de contenidos multimedia, debido al poco consumo de recursos que genera en el servidor.
- De ser necesaria la transmisión de contenidos multimedia hacia hosts que no controlen la misma, se recomienda el uso del protocolo UDP en lugar del RTP.
- Para transmisiones con trick play se recomienda el uso del servidor Live 555, el cual transmite en el protocolo RTSP y el uso del formato ts en los contenidos multimedia, así como su indexado en formato tsx.
- Se recomienda el uso de un set top box sin importar su marca, en lugar de un computador como host debido a que este último no permite el control de los contenidos solicitados o recibidos a través de una interfaz, es decir que cada vez que se requiera recibir una transmisión en cualquier formato se debe configurar el protocolo, la ip del servidor y el puerto por el cual se está transmitiendo.
- Es recomendable utilizar un servidor con un procesador Intel Xeon si se requiere transmitir canales de televisión IP, ya que los protocolos UDP y RTP han llegado a saturar el procesador Intel i5 de 3.2 Ghz del prototipo realizado al transmitir más de 3 canales.
- No se recomienda el uso de un servidor con excesiva memoria RAM, ya que este recurso no es muy utilizado por cada canal de transmisión levantado, ya que el prototipo con memoria de 4Gb de RAM no ha llegado a superar los 2Gb de consumo.

## BIBLIOGRAFÍA

[Held, Hilbert, 2007]	Held, Hilbert. "Understanding IPTV". Auerbach Publications. (Pág. 57-151).
[Weber, Joseph, 2007]	Weber, Joseph (2007). IPTV Crash Course. Editorial McGraw Hill, (pág. 163-178).
[She, Hou, Ho y Xian, 2007]	James She, Fen Hou, Pin-Han Ho y Liang-Liang Xie (2007) "IEEE Communications Magazine", IPTV Key Success Factors, Challenges, and Solutions (pág. 15-19).
[Wright, Jones y Lee, 2008]	S. Wright, S. Jones y Sub Lee. (2008) "IEEE Communications Magazine", IPTV SYSTEMS, STANDARDS AND ARCHITECTURES (pág. 31-35).
[Vasudevan, Liu y Kollmansberger 2008]	S. Vasudevan, Xiaomei Liu y Kurt Kollmansberger (2008) "IEEE Communications Magazine", IPTV Architectures for Cable Systems: An Evolutionary Approach (pág. 25-28).
[Ahmad y Begen 2009]	K. Ahmad, A. Begen. IEEE Communications Magazine. (2009).  IPTV and Video Networks in the 2015 Timeframe: The Evolution to media nets (pág. 25-31).

## WEBIOGRAFÍA

- <http://www.videolan.org/videolan/>
- <http://www.live555.com/mediaServer/>
- <http://developer.apple.com/opensource/>
- <http://juliensimon.blogspot.com/2008/12/howto-compiling-vlc-with-all-major.html>
- <http://www.videolan.org/developers/libdca.html>
- <http://libmpeg2.sourceforge.net/>
- <https://launchpad.net/ubuntu/+source/liblivemedia/2008.07.25-2>
- [http://www.codeproject.com/KB/audio-video/DarwinSS\\_on\\_Linux.aspx](http://www.codeproject.com/KB/audio-video/DarwinSS_on_Linux.aspx)

**HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS**

**ELABORADA(O) POR**  
JUAN ANTONIO ZARRIA SANTILLAN

---

Sr. Juan Zarria

**ELABORADA(O) POR**  
CARLOS ALBERTO CEVALLOS LOPEZ

---

Sr. Carlos Cevallos

**DIRECTOR DE LA CARRERA**  
**ING. MAURICIO CAMPAÑA**

---

Ing. Mauricio Campaña

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_