

**IMPLEMENTACION DE STB DE TELEVISION IP**

**JUAN JOSE OLIVELLA CRESPO**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ, COLOMBIA  
2008**

**IMPLEMENTACION DE STB DE TELEVISION IP**

**JUAN JOSE OLIVELLA CRESPO**  
**012869**  
**olivellacrespo@hotmail.com**

**MONOGRAFÍA DE GRADO**

**ASESOR TÉCNICO**  
**JOHN PABLO CRUZ BASTIDAS**  
**DSP**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA Y**  
**TELECOMUNICACIONES**  
**BOGOTÁ, COLOMBIA**  
**2008**

**Nota de Aceptación:**

---

**Ing. John Pablo Cruz  
Asesor**

---

**Ing. Jorge Arévalo  
Jurado**

---

**Ing. Rafael Cubillos  
Jurado**

Bogotá, 26 de Noviembre de 2008.

*A Dios que me ha dado la inteligencia y la fortaleza. A mis padres María Esther y Luciano, a mis hermanos Josejaimé, Angie y Mariak, que me brindaron todo su apoyo y a mi hija Luciana quien es mi motivación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis mas sinceros agradecimientos a Dios, familiares, profesores, compañeros y amigos que en determinados momentos me brindaron su valiosa colaboración para la elaboración de este proyecto.

A Oscar Iván Varela por su amistad y conocimientos que puso a mi disposición para la realización de este proyecto.

A John Pablo Cruz, quien fue mi asesor.

# CONTENIDO

	Pág.
<b>1. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>4</b>
4.1 ANTECEDENTES	4
4.2 MARCO TEÓRICO	6
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>20</b>
<b>6. DESARROLLO</b>	<b>21</b>
<b>7. PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	<b>30</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>10. TRABAJO FUTURO</b>	<b>42</b>
<b>11. GLOSARIO</b>	<b>43</b>
<b>12. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>44</b>
<b>13. ANEXOS</b>	<b>45</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Disco de Niptow	4
<b>Figura 2.</b> Iconoscopio	5
<b>Figura 3.</b> Canales Privados en Colombia	6
<b>Figura 4.</b> Elementos del sistema Actual	8
<b>Figura 5.</b> Logos OpenSolaris	13
<b>Figura 6.</b> Logo Versiones Linux	13
<b>Figura 7.</b> Logo de Windows	14
<b>Figura 8.</b> Tarjeta Madre Asrock	22
<b>Figura 9.</b> Memoria DDR	23
<b>Figura 10.</b> Procesador AMD xp 2000+	23
<b>Figura 11.</b> Tarjeta Nvidia GeForce 4MX	24
<b>Figura 12.</b> Disco Duro Samsung	24
<b>Figura 13.</b> Configuración del Disco Duro	25
<b>Figura 14.</b> Fuente de Poder	25
<b>Figura 15.</b> Plataforma del Sistema	26
<b>Figura 16.</b> Ventana de Configuración Herramienta Wine	27
<b>Figura 17.</b> Instalación del SlingPlayerTM	28
<b>Figura 18.</b> Entorno del Aplicativo IPTV	29
<b>Figura 19.</b> Imagen en una Red LAN	31
<b>Figura 20.</b> Flujograma en la red LAN	34
<b>Figura 21.</b> Imagen Utilizando internet de alta velocidad	34

<b>Figura 22.</b> Ventana Deslizante en 3500Kbps	37
<b>Figura 23.</b> Imagen Con Conexión de 600Kbps	37
<b>Figura 24.</b> Ventana Deslizante en 3500Kbps	39

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Características de la Tecnología DSL	11
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones de la Tarjeta Madre	22
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones Eléctricas de Fuente de Poder	25
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones COMPAQ Presario	30
<b>Tabla 5.</b> Pruebas realizadas en Hardware 1	30
<b>Tabla 6.</b> Pruebas realizadas en Hardware 2	31
<b>Tabla 7.</b> Jerarquía de Protocolos en la transmisión de red LAN	32
<b>Tabla 8.</b> IP de Dispositivos en la Red LAN	33
<b>Tabla 9.</b> Trasmision-Recepcion de Datos por Dispositivos en la Red LAN	33
<b>Tabla 10.</b> Jerarquía de Protocolos en enlace de 3500Kbps	35
<b>Tabla 11.</b> IP de Dispositivos en Enlace 3500 Kbps	36
<b>Tabla 12.</b> Trasmision-recepcion por dispositivo en enlace de 3500Kbps	36
<b>Tabla 13.</b> Jerarquía de Protocolo en enlace de 600Kbps	38
<b>Tabla 14.</b> IP de Dispositivos en Enlace 600Kbps	38
<b>Tabla 15.</b> Trasmision-recepcion por Dispositivo en Enlace 600Kbps	39

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A.** Especificaciones de Procesadores AMD.

**Anexo B.** Especificaciones de Tarjeta GeForce 4MX.

**Anexo C.** Lineamientos de política sectorial para el uso de la tecnología IPTV.

# 1. RESUMEN

En este trabajo se propone, la realización de un dispositivo receptor de señales televisivas, transmitidas por un servidor de manera digital a través de Internet. Este dispositivo cuenta con la capacidad de recibir la señal digitalizada con solo conectarse a un punto de red con conexión a Internet en cualquier parte del mundo.

Este dispositivo permite sintonizar canales y visualizarlos en un televisor analógico o un monitor, esta visualización contiene un retardo mínimo a su transmisión real por su proceso de decodificación de señal.

El usuario tiene la capacidad de manejar este dispositivo por medio de un teclado y un mouse, los cuales le permiten escoger canales digitando el número del canal deseado y además manipular las características del aplicativo de IPTV.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día al contar con el servicio de Internet banda ancha, se tiene la posibilidad de ver la programación de televisión de cualquier parte del mundo en nuestro PC o nuestro televisor. Esto se puede hacer si se tiene un dispositivo transmisor de la señal de TV a través de la plataforma de Internet y un receptor en el lugar donde se desea ver TV, y este receptor es un STB (Set Top Box), que básicamente se encarga de recibir una señal digital, en segmentos del Protocolo de Internet (IP), y lo transforma en la señal analógica que se envía al televisor convencional.

Actualmente un STB es el receptor de los proveedores de TV por cable y/o TV satelital, y solo se pueden obtener teniendo una suscripción con el proveedor sin olvidar que estos dispositivos son en comodato (préstamo) y solo el consumidor puede ver la programación que dichos proveedores quieren mostrar.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un Set Top Box (STB) de Televisión IP (IPTV) por medio de un PC convencional utilizando software libre.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el Hardware necesario para implementar el STB teniendo en cuenta costos mínimos.
- Determinar que software de distribución libre (Linux) a utilizar como plataforma del STB.
- Realizar y documentar el proceso de instalación del sistema que utiliza como plataforma del STB.
- Comprobar que el sistema funcione adecuadamente con el Hardware seleccionado.
- Realizar un arranque automático para funcione como un dispositivo dedicado.
- Asegurar la dualidad de poder ver televisión en el monitor del PC o en el televisor convencional.
- Realizar pruebas en redes LAN, WLAN y a través de Internet.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 ANTECEDENTES

La historia del desarrollo de la televisión, ha sido la búsqueda de un dispositivo adecuado para reproducir imágenes. El primero de dichos dispositivos fue el disco Nipkow, patentado por el inventor alemán Paul Gottlieb Nipkow en 1884, pero no funcionó debido a su naturaleza mecánica. Luego en 1923 apareció el iconoscopio y, poco después, el tubo disector de imágenes, inventado por el estadounidense Philo Taylor Farnsworth. En 1926, el ingeniero escocés John Logie Baird inventó un sistema de televisión que utilizaba los rayos infrarrojos para captar imágenes en la oscuridad, pero fue tan sólo hasta después de terminada la Primera Guerra Mundial, con la aparición de los tubos, los circuitos electrónicos y los avances en la transmisión radiofónica, que la televisión, como tal, pudo desarrollarse realmente. [MONO2008]

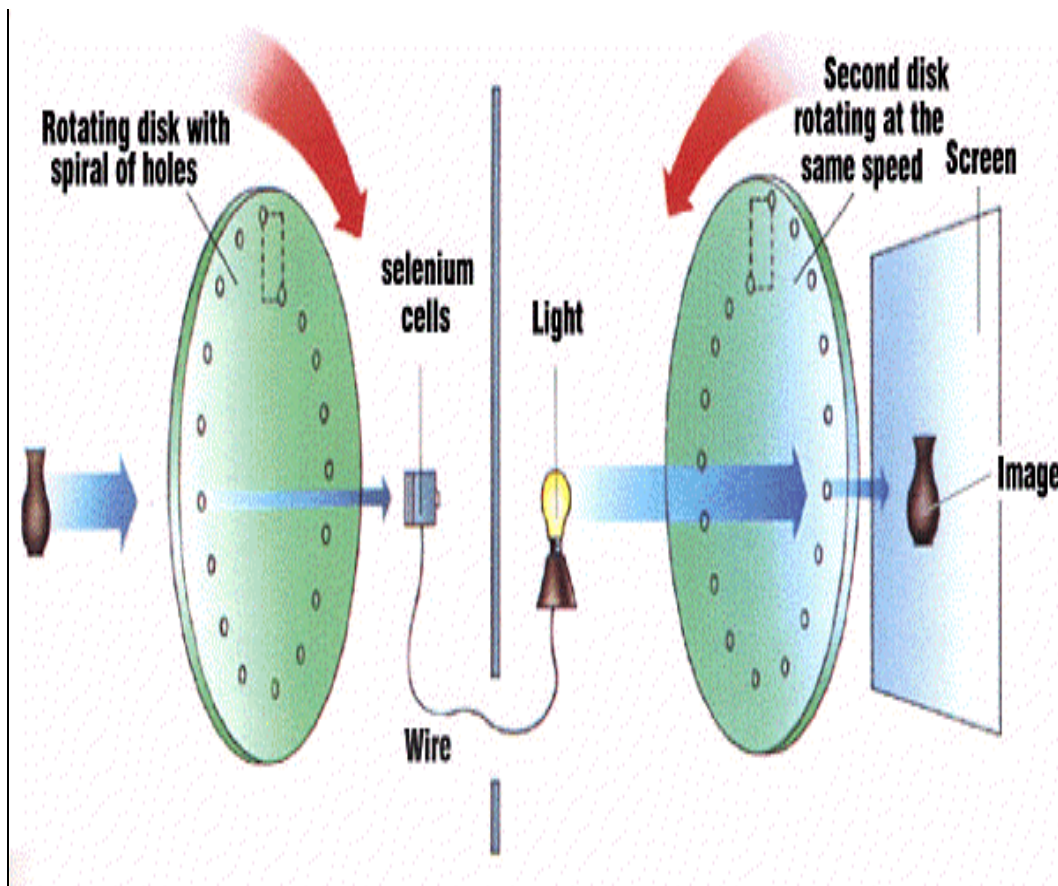


Fig. 1. Disco de Nipkow

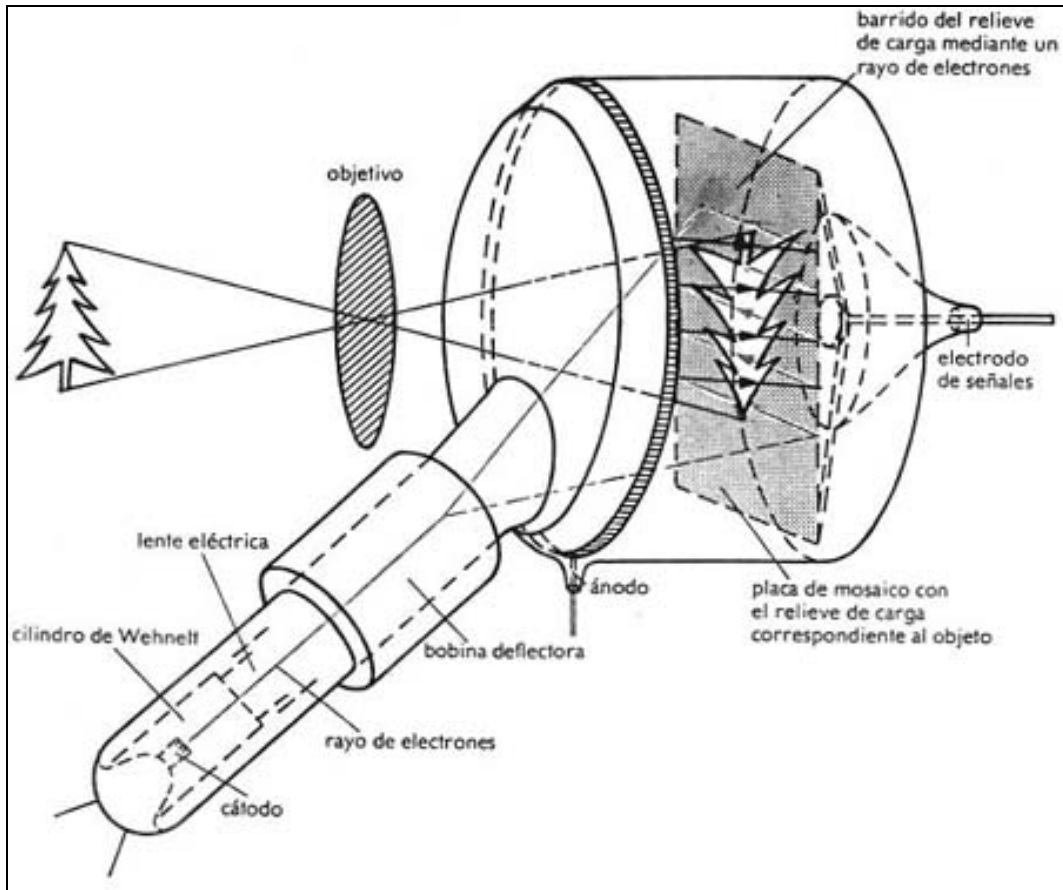


Fig. 2 Iconoscopio.

El primer canal comercial de Latinoamérica se inaugura en México el 31 de agosto de 1950. En Colombia, la televisión llega el 13 de junio de 1954, durante el gobierno del Sr. Rojas Pinilla; sin embargo, los televisores eran pocos y costosos, por lo que pocas familias (tan sólo las más adineradas) estaban en capacidad de adquirir alguno. [BVBR2008]

En 1979 llegó la televisión en color a nuestro país, lo que hizo que la venta de espacios por parte de los canales públicos se incrementara, haciendo que una gran cantidad de programas dependiesen cada vez menos del Estado, sin que por ello éste dejase de conservar cierto control sobre los contenidos. Por esta época aparecen los primeros informativos, la televisión educativa (el Canal 11, que hoy conocemos como Señal Colombia) y algunos programas de entretenimiento. En estos años, las programadoras más destacadas eran Caracol, RCN, Producciones JES y Colombiana de Televisión. [BVBR2008]

Actualmente, aparte de los tres canales públicos (Canal Uno, Canal A y Señal Colombia) y los dos canales privados, existen una gran cantidad de canales regionales públicos o privados. En Bogotá están City T.V., Canal Capital y T.V. Andina; en Antioquia están Tele Antioquia, Tele Medellín y Canal U; en la zona del Atlántico está Tele Caribe; así como Tele Pacífico en la zona del Pacífico y Tele Café en la zona cafetera. [BVBR2008]



Fig. 3. Canales Privados en Colombia.

## **4.2 MARCO TEÓRICO**

### **4.2.1 Televisión Analógica**

Una señal de video es esencialmente el movimiento de una cadena de imágenes, donde estas imágenes son exploradas en forma regular. Si esas imágenes son exhibidas lo suficientemente rápido, el ojo humano percibe esas imágenes en forma continua y suave, obteniendo una sensación de movimiento. [IOAT2007]

Los distintos elementos que forman un sistema de transmisión de televisión tienen como objetivo transmitir la escena tridimensional o cadena de imágenes para que pueda ser visualizada en tiempo real por múltiples receptores (televisores). Junto con la información óptica, también se transmiten una o varias señales adicionales que proporcionan información de audio sobre la escena. [IOAT2007]

En el estudio de televisión intervienen distintos equipos y profesionales cuya función es la de producir, a partir de las distintas tomas de imágenes y sonido de la escena, la señal de TV que finalmente llegará al espectador. Los equipos utilizados para la producción de la señal son muy variados y dependen del tipo de programa que se transmita. Los más usados son las cámaras y micrófonos, los sistemas de mezcla y acondicionamiento de señales, los equipos para la edición y postproducción de vídeo y finalmente los equipos de amplificación y transmisión de las señales a los centros de distribución. [IOAT2007]

Estas señales son editadas posteriormente para introducir títulos, rótulos y efectos, y finalmente se envían a los sistemas de radiodifusión. [IOAT2007]

Algunos de estos equipos pueden estar integrados en unidades móviles si el lugar donde se producen las escenas así lo requieren. También tienen un papel fundamental en el estudio de televisión los sistemas para el registro de las señales de vídeo en cinta magnética que permiten almacenar los programas en directo y facilitan la producción de documentales y programas registrados. [IOAT2007]

La red de distribución se encarga de garantizar que las señales lleguen en buenas condiciones al área de cobertura de la emisión. Las características de esta red están determinadas por la tecnología utilizada para la transmisión de las señales pudiendo existir redes de distribución por cable, por satélite, terrestres y, en algunos casos, redes mixtas que utilizan varios de estos sistemas. La red de radiodifusión terrestre es la que tiene actualmente mayor número de usuarios y es utilizada para la difusión de programas de ámbito nacional o local. [IOAT2007]

#### **4.2.1.1 Formatos y especificaciones.**

Los formatos analógicos convencionales son: NTSC, PAL, PALplus y SECAM, y con varios tipos básicos de entrada de vídeo: la señal de radiofrecuencia, la señal RGB, la señal de vídeo compuesto o banda base y el formato SVideo. La primera corresponde con las señales de vídeo moduladas que son recibidas en la antena de un sistema de radiodifusión terrestre. La señal de vídeo compuesto o señal de vídeo en banda base que contiene la información de luminancia y de color. Las señales RGB son señales de vídeo ya demoduladas. Finalmente, la señal S-Vídeo es un formato utilizado en cámaras portátiles en la que la información de brillo y de color se proporciona en cables separados. [IOAT2007]

#### **4.2.1.2 Radio difusión y televisión abierta**

Colombia utiliza el sistema NTSC-M y el espectro utilizado es asignado por el Ministerio de Comunicaciones, teniendo en cuenta el cuadro de asignación de frecuencias y las recomendaciones de Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). [IOAT2007]

#### **4.2.1.3 Televisión por cable**

La televisión por cable se denomina como CATV (Community Antenna Television) y consiste en la distribución de servicio de televisión a través de un cableado domiciliario. Estos canales tienen un ancho de banda de 6MHz en todas las frecuencias. [IOAT2007]

La arquitectura de la red de televisión por cable consta de las siguientes partes:

- **Cabecera:** es la encargada de recibir, agrupar y procesar los contenidos que se van a transmitir.

- **Red de alimentación:** Normalmente es un anillo de fibra óptica que alimenta con la señal los distintos centros de distribución.
- **Red de troncal:** Es la encargada de transportar la señal desde los centros de distribución hasta los nodos de distribución.
- **Red de distribución:** Es la red que lleva la señal desde el nodo de distribución hasta los hogares.
- **Tendido de cable coaxial y conectores en el hogar.**[IOAT2007]

Algunos operadores de CATV utilizan un dispositivo llamado sintonizador para poder captar todos los canales que otorguen el servicio ya que algunos televisores no tienen el rango de canales que ofrece el operador de cable.[IOAT2007]

#### 4.2.1.4 Televisión Satelital

Los satélites son especialmente convenientes para regiones en las cuales escasea una buena red de comunicación o están lejos de los grandes sistemas urbanos, y para lugares donde los programas tienen que ser transmitidos a grandes distancias. [IOAT2007]

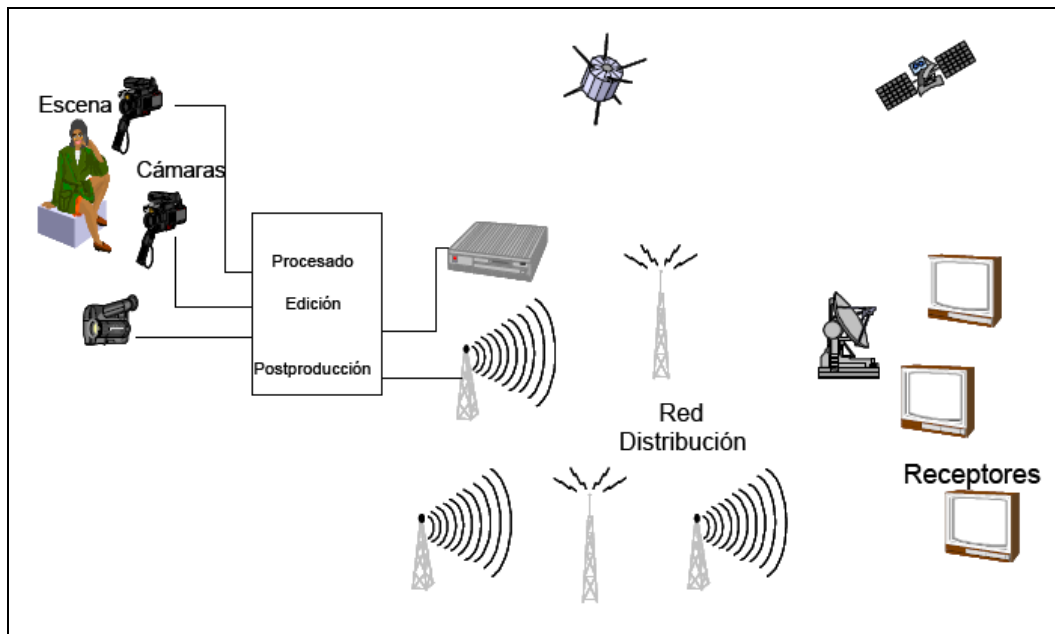


Fig. 4. Elementos del sistema actual de TV

#### 4.2.2 Televisión sobre el Protocolo de Internet (IPTV)

La tecnología para IPTV ha sido desarrollada basándose en el video-streaming. Esta tecnología transformará en un futuro próximo la televisión actual, aunque para ello son necesarias redes más rápidas que las actuales, para poder garantizar la calidad en el servicio. [IOAT2007]

A diferencia de la situación actual, 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 (pago por evento o el video bajo demanda). El usuario dispondrá de un aparato receptor conectado a su PC 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. [IOAT2007]

La programación que las empresas ofrecerán esta basada tanto en los canales tradicionales, como en canales más específicos sobre un determinado tema, para que el cliente seleccione los de su gusto. [IOAT2007]

La IPTV gracias a sus características permitirá almacenar los contenidos para verlos las veces que se desee, pero además permitirá realizar pausas, avanzar, retrocede como si se tratase de un DVD. [IOAT2007]

#### **4.2.2.1 Requerimientos**

Para que IPTV pueda desarrollarse de una manera completa es necesario aumentar la velocidad de las conexiones actuales. Podemos diferenciar dos tipos de canal: de definición estándar SDTV o de alta definición HDTV. Para un canal del primer tipo sería necesario tener una conexión de 1.5 Mbps y para un canal del segundo tipo 8 Mbps. Si tenemos varios canales distintos (por tener varios receptores de televisión por ejemplo) necesitaremos más ancho de banda. Estamos hablando de 4.5 Mbps para tres canales de SDTV u 11 Mbps para un canal HDTV y dos SDTV. En todo caso se utiliza la tecnología Mpeg-4 para la compresión/codificación del vídeo. [IOAT2007]

#### **4.2.2.2 Funcionamiento**

Existen una serie de áreas interrelacionadas para poder ofrecer IPTV. Estas son:

- Adquisición de la señal de video
- Almacenamiento y servidores de video
- Distribución de contenido
- Equipo de acceso y suscriptor
- Software

#### **4.2.2.3 Adquisición del contenido**

El **contenido** se puede obtener a través de Internet de algún proveedor de contenidos o de un distribuidor de señales de televisión. Se utilizan unos dispositivos llamados codificadores para digitalizar y comprimir el video analógico

obtenido. Este dispositivo llamado codec, habilita la compresión de video digital habitualmente sin pérdidas. La elección del codec tiene mucha importancia, porque determina la calidad del video final, la tasa de bits que se enviarán, la robustez ante las pérdidas de datos y errores, el retraso por transmisión... etc. [IOAT2007]

Los formatos mas empleados por IPTV son:

- **H.261:** es parte del grupo de estándares H.320 para comunicaciones audiovisuales. Fue diseñado para una tasa de datos múltiplo de 64 Kbit/s. Lo cual coincide con las tasas de datos ofrecidas por los servicios ISDN. Se pueden usar entre 1 y 30 canales ISDN (64 Kbit/s a 1920 Kbit/s). Aplicaciones que motivaron el diseño de este tipo de estándar son: videoconferencia, vigilancia y monitoreo, telemedicina, y otros servicios audiovisuales.[H2612008]
- **MPEG-1:** Estándar creado por MPEG (Moving Pictures Experts Group) y logra la calidad similar a VHS y además es compatible con todos los ordenadores y casi todos los DVD. [MPEG2007]
- **MPEG-2:** Similar al estándar anterior, pero con la diferencia que soporta el video entrelazado, además no esta optimizado para tasas de bits menores a 1Mbit/s. Es el usado en los DVD y permite imagen a pantalla completa con buena calidad. [MPEG2007]
- **H.263:** Permite bajas tasas con una calidad aceptable. Usado en especial para videoconferencia y videotelefonía. [H2632007]
- **MPEG-4 parte 2:** Calidad mejorada respecto a MPEG-2. [MPEG2007]
- **MPEG-4 parte 10:** Es el más usado actualmente por una gran variedad de aplicaciones. [MPEG2007]
- **WMV:** Se utiliza tanto para video de poca calidad a través de Internet con conexiones lentas, como para video de alta definición. Puede considerarse una mejora del MPEG-4. [WMV2007]

#### 4.2.2.4 Servidores

Los servidores realizan varias acciones como son:

- Almacenamiento y respaldo de los contenidos
- Gestión del video bajo demanda
- Streaming de alta velocidad

Se tratan de servidores IP basados en los sistemas operativos que permiten enviar distintos flujos de video a la vez. La **red de transporte** ha de ser de alta capacidad para permitir el flujo bidireccional de datos, controlar los datos de sesiones, la

facturación de los clientes...etc. Lo más importante es la alta capacidad de transferencia para poder ofrecer buena calidad a los clientes. [SMCZ2007]

La red de acceso es el punto donde termina la red del proveedor y comienza el equipo del usuario. En esta interfaz hay un dispositivo encargado de decodificar la información para poder verla en un televisor convencional. El software se encarga de proporcionar al usuario los servicios a través de un sistema de menús en la pantalla de su televisor. Permite la interacción entre el cliente y el sistema. [SMCZ2007]

### 4.2.3 Acceso a Internet

Para tener este servicio es necesario tener Internet, así que conoceremos los métodos de acceso a Internet:

#### 4.2.3.1 Internet Conmutado.

Este servicio, permite establecer una conexión a la red Internet por medio de una llamada telefónica, utilizando un módem instalado en el computador del usuario. La conexión a este servicio no está asociada a un número telefónico específico, por lo que el usuario puede acceder desde cualquier lugar que tenga la facilidad del computador, módem y línea telefónica. [ETB2008]

#### 4.2.3.2 Internet xDSL

XDSL es un grupo de tecnologías de comunicación que permiten transportar información multimedia a mayores velocidades, que las que se obtienen vía modem, simplemente utilizando el par de cobre de las líneas telefónicas convencionales. [ETB2008]

Son unas tecnologías de acceso punto a punto a través de la red telefónica pública (circuitos locales de cable de cobre) sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, que soportan un gran ancho de banda entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el bucle de abonado. [ETB2008]

Tipo de DSL	Simétrico/Asimétrico	Distancia(m)	Velocidad(Down)	Velocidad(Up)
IDSL	Simétrico	5400	0,128 Mbps	0,128 Mbps
SDSL	Simétrico	3000	1,544 Mbps	1,544 Mbps
HDSL (2 pares)	Simétrico	3600	1,544 Mbps	1,544 Mbps
SHDSL	Simétrico (1 par)	1800	2,312 Mbps	2,312 Mbps
	Simétrico (2 pares)	1800	4,624 Mbps	4,624 Mbps
ADSL G.Lite	Asimétrico	5400	1,5 Mbps	0,512 Mbps
ADSL	Asimétrico	3600	8 Mbps	0,928 Mbps
VDSL	Asimétrico	300	52 Mbps	6 Mbps
	Simétrico	300	26 Mbps	26 Mbps
	Asimétrico	1000	26 Mbps	3 Mbps
	Simétrico	1000	13 Mbps	13 Mbps

Tabla 1. Características de la Tecnología DSL.

### **4.2.3.3 Internet por redes eléctricas**

Servicio en donde se transmite la señal de Internet por las líneas eléctricas. Esta tecnología nos permite velocidades similares con las de cable módem. Esta tecnología hasta ahora se esta poniendo en práctica es por esto que actualmente esta disponible en muy pocas áreas. [DLIN2008]

### **4.2.3.4 Cable modem**

Servicio prestado por los operadores de TV por Cable donde se usa un medio coaxial en conjunto con la televisión para hacer llegar banda ancha al cliente. [TVCA2008]

### **4.2.3.5 Internet Fibra Óptica**

Tecnología utilizada entre los operadores de Internet para conectarse entre todos sin importar las distancias, en donde la información en forma de luz se transmite por medio de un filamento un poco más grueso que un cabello humano. [ETB2008]

### **4.2.3.6 Internet Inalámbrico y/o Satelital**

Internet proporcionado por medio de radio enlaces entre el usuario y el proveedor, este servicio se brinda de manera móvil (teléfonos celulares, PC portátil) o fijo. A partir de este servicio se puede brindar los accesos a Internet anteriormente mencionados. [ETB2008]

## **4.2.4 Sistemas Operativos**

Todo dispositivo transmisor o receptor de video funciona por medio de un software en conjunto con su hardware. El software es la parte encargada de manejar el hardware, realizar las operaciones y permitir el adecuado funcionamiento del dispositivo, Hoy en día podemos encontrar muchos receptores de video funcionando con sistemas operativos libres o no libres.

### **4.2.4.1 Sistemas Operativos libres:**

Se llaman sistemas operativos libres aquellos sistemas de los cuales no hay que pagar alguna licencia para poder hacer uso de ellos, algunos de estos sistemas son: OpenSolaris y Linux.

#### 4.2.4.1.1 *OpenSolaris*

Es un sistema operativo gratuito y de código abierto desarrollado por Sun Microsystems, que nos brinda seguridad, rendimiento y gran compatibilidad con muchas plataformas. [WOSO2008]



Fig. 5 Logo OpenSolaris

#### 4.2.4.1.2 *Linux*

Linux es un sistema operativo multitarea y multiusuario, basado en Unix, de código libre y puede trabajar en múltiples plataformas hardware.

Hoy en día existen muchas distribuciones de este sistema operativo como lo son: Suse, Fedora, VectorLinux, Ubuntu, RedHat y otras mas. [WLCC2008]



Fig. 6 Logos Versiones Linux.

#### 4.2.4.2 **Sistemas Operativos no libres**

Son aquellos de los cuales necesitan una licencia para utilizados y de las cuales tienen un gran costo, algunos de los más conocidos son: Windows y Mac OS.

#### 4.2.4.2.1 **Windows**

Es el sistema operativo mas vendido y utilizado en los computadores por su facilidad de uso, su fabricante es Microsoft. La mayoría de los programas son creados para funcionar con este sistema, pero este sistema es muy vulnerable ya que es constantemente atacado por virus para dañarlo o provocar un mal funcionamiento.



Fig. 7 Logo de Windows.

#### 4.2.4.2.2 **MacOS**

Es el sistema operativo empleado a equipos Macintosh fabricado por Apple. Este software se caracteriza por ser completamente grafico y sin líneas de comando, pero con complicaciones ya que presentaba conflictos internos al realizar funciones adicionales u operar algún dispositivo determinado. [AMO2008]

#### 4.2.5 **Dirección IP**

Una **dirección IP** es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente un computador) dentro de una red que utilice el protocolo IP (*Internet Protocol*), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. [WIIP2008]

Es habitual que un usuario que se conecta desde su hogar a Internet utilice una dirección IP. Esta dirección puede cambiar al reconectar; sea esta forma de asignación de dirección IP se denomina una dirección IP dinámica (normalmente se abrevia como *IP dinámica*). [WIIP2008]

Los sitios de Internet que por su naturaleza necesitan estar permanentemente conectados, generalmente tienen una *dirección IP fija* (se aplica la misma reducción por *IP fija* o *IP estática*), es decir, no cambia con el tiempo. Los servidores de correo, DNS, FTP públicos, y servidores de páginas web necesariamente deben contar con una dirección IP fija o estática, ya que de esta forma se permite su localización en la red. [WIIP2008]

A través de Internet, los computadores se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP. [WIIP2008]

#### 4.2.5.1 Direcciones IPv4

En su versión 4, una **dirección IP** se representa mediante un número binario de 32 bits (IPv4). Las *direcciones IP* se pueden expresar como números de notación decimal: se dividen los 32 bits de la dirección en cuatro octetos. El valor decimal de cada octeto puede ser entre 0 y 255 (el número binario de 8 bits más alto es 11111111 y esos bits, de derecha a izquierda, tienen valores decimales de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 128, lo que suma 255 en total). [WIIP2008]

Hay tres clases de direcciones IP: clase A, clase B y clase C. Cada clase de red permite una cantidad fija de equipos (hosts).

- **Clase A**, se asigna el primer octeto para identificar la red, reservando los tres últimos octetos (24 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^{24}$  (menos dos: las direcciones reservadas de broadcast [tres últimos octetos a 255] y de red [tres últimos octetos a 0]), es decir, 16 777 214 hosts.
- **Clase B**, se asignan los dos primeros octetos para identificar la red, reservando los dos octetos finales (16 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^{16}$  (menos dos), o 65 534 hosts.
- **Clase C**, se asignan los tres primeros octetos para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^8$  (menos dos), o 254 hosts. [WIIP2008]

Hay ciertas direcciones en cada clase de dirección IP que no están asignadas y que se denominan direcciones privadas. Las direcciones privadas pueden ser utilizadas por los hosts que usan traducción de dirección de red (NAT) para conectarse a una red pública o por los hosts que no se conectan a Internet. En una misma red no pueden existir dos direcciones iguales, pero sí se pueden repetir en dos redes privadas que no tengan conexión entre sí. Las direcciones privadas son:

- **Clase A:** 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (8 bits red, 24 bits hosts)
- **Clase B:** 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (16 bits red, 16 bits hosts)
- **Clase C:** 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (24 bits red, 8 bits hosts)

Debido a la previsible futura escasez de direcciones IPv4 a causa del crecimiento exponencial de hosts en Internet, se empezó a introducir el nuevo esquema de direccionamiento CIDR (Classless Inter-Domain Routing), que pretende en líneas generales establecer una distribución de direcciones más fina y granulada, calculando las direcciones necesarias y "desperdiciando" las mínimas posibles, para rodear el problema que la distribución por clases había estado gestando.

Este sistema es, de hecho, el empleado actualmente para la delegación de direcciones. [WIIP2008]

Las direcciones privadas se pueden utilizar junto con un servidor de traducción de direcciones de red (NAT) para suministrar conectividad a todos los hosts de una red que tiene relativamente pocas direcciones públicas disponibles. [WIIP2008]

#### **4.2.5.2 Direcciones IPv6**

La función de la dirección IPv6 es exactamente la misma a su predecesor IPv4, pero dentro del protocolo IPv6. Está compuesta por 8 segmentos de 2 bytes cada uno, que suman un total de 128 bits, el equivalente a unos  $3.4 \times 10^{38}$  hosts direccionables. La ventaja con respecto a la dirección IPv4 es obvia en cuanto a su capacidad de direccionamiento. Su representación suele ser hexadecimal y para la separación de cada par de octetos se emplea el símbolo ":". Un bloque abarca desde 0000 hasta FFFF. [WIIP2008]

##### **4.2.5.2.1 IP dinámica**

Una **dirección IP dinámica** es una **IP** asignada mediante un servidor DHCP (**Dynamic Host Configuration Protocol**) al usuario. La IP que se obtiene tiene una duración máxima determinada. El servidor DHCP provee parámetros de configuración específicos para cada cliente que desee participar en la red IP. Entre estos parámetros se encuentra la dirección IP del cliente. DHCP apareció como protocolo estándar en octubre de 1993. El estándar RFC 2131 especifica la última definición de DHCP (marzo de 1997). DHCP sustituye al protocolo BOOTP, que es más antiguo. Debido a la compatibilidad retroactiva de DHCP, muy pocas redes continúan usando BOOTP puro. Las IPs dinámicas son las que actualmente ofrecen la mayoría de operadores. Éstas suelen cambiar cada vez que el usuario reconecta por cualquier causa. [WIIP2008]

#### **Ventajas**

Reduce los costos de operación a los proveedores de servicios Internet (ISP).

#### **Desventajas**

Obliga a depender de servicios que redirigen un host a una IP.

Es ilocalizable; en unas horas puede haber varios cambios de IP.

#### **Asignación de direcciones IP**

Dependiendo de la implementación concreta, el servidor DHCP tiene tres métodos para asignar las direcciones IP:

- **Manualmente**, cuando el servidor tiene a su disposición una tabla que empareja direcciones MAC con direcciones IP, creada manualmente por el administrador de la red. Sólo clientes con una dirección MAC válida recibirán una dirección IP del servidor.

- **Automáticamente**, donde el servidor DHCP asigna permanentemente una dirección IP libre, tomada de un rango prefijado por el administrador, a cualquier cliente que solicite una.
- **Dinámicamente**, el único método que permite la reutilización de direcciones IP. El administrador de la red asigna un rango de direcciones IP para el DHCP y cada ordenador cliente de la LAN tiene su software de comunicación TCP/IP configurado para solicitar una dirección IP del servidor DHCP cuando su tarjeta de red se inicie. El proceso es transparente para el usuario y tiene un periodo de validez limitado. [WIIP2008]

#### **4.2.5.2.2 IP fija**

Una **dirección IP fija** es una IP la cual es asignada por el usuario, o bien dada por el proveedor ISP en la primera conexión. Las **IPs fijas** actualmente en el mercado de acceso a Internet tienen un coste adicional mensual. Estas IPs son asignadas por el usuario después de haber recibido la información del proveedor o bien asignadas por el proveedor en el momento de la primera conexión. [WIIP2008]

Esto permite al usuario montar servidores web, correo, FTP, etc. y dirigir un nombre de dominio a esta IP sin tener que mantener actualizado el servidor DNS cada vez que cambie la IP como ocurre con las IPs dinámicas. [WIIP2008]

#### **Ventajas**

Permite tener servicios dirigidos directamente a la IP.

#### **Desventajas**

Son más vulnerables al ataque, puesto que el usuario no puede conseguir otra IP. Es más caro para los ISPs puesto que esa IP puede no estar usándose las 24 horas del día. [WIIP2008]

#### **4.2.6 IPTV En el Mundo**

En España, varias empresas de comunicaciones están empezando a ofrecer IPTV. Telefónica ofrece un servicio de televisión IP bajo el nombre de Imagenio. Orange también ofrece su servicio de televisión llamada Orange Tv. Superbanda, también ofrece un servicio de televisión digital. Ya.com (Deutsche Telekom) también ofrece un servicio de IPTV, llamado YACOM TV, que utiliza la tecnología de Microsoft Tv y Alkatel. En el resto de Europa también diversas compañías empiezan a ofrecer sus servicios de IPTV. El país pionero fue el Reino Unido y su empresa "Kingston interactive TV". En Francia, France Telecom lanzó su primer producto de IPTV a finales de 2003. Deutsche Telecom en Alemania lanzó su apuesta por IPTV en 2004. La empresa italiana Fastweb está ofreciendo IPTV

sobre redes con conexiones 20 veces mayor que la actual y es uno de los mayores referentes en Europa de estos servicios. En EE.UU. las compañías Verizon y Bellsouth están comenzando a ofrecer sus servicios en este campo y desarrollar sus infraestructuras. En múltiples ocasiones, las operadoras telefónicas ofrecen IPTV junto a servicios de telefonía y conexión de banda ancha a Internet. Esta combinación se denomina “triple play”. En cuanto a compañías dedicadas a la tecnología, Microsoft ha sido la que ha mostrado una mayor intención por desarrollar su tecnología para ofrecer Televisión sobre IP. Se basa en su tecnología “windows media series” que permite descargar desde Internet miles de videos, con películas o capítulos de las series televisivas. En Chile Telefónica Chile lanzo durante Junio del 2007 su servicio de IPTV, complementando su actual servicio de Television Satelital "Telefónica TV Digital", para así ofrecer diversos servicios interactivos como Video por demanda entre otros, incluso la empresa Telsur o Telefónica del Sur también planea lanzar próximamente este servicio para así complementar su actual oferta de Television proporcionada por DirecTV. [REEN2005]

#### **4.2.7 Tendencias futuras**

A medida que pase el tiempo, las compañías irán perfeccionando y mejorando los contenidos que ofrecen de televisión sobre IP. Podrán ofrecer un mayor número de canales, puesto que el límite lo pone la capacidad de los servidores y el ancho de banda requerido para la demanda. Se estima que en 2009 la televisión sobre IP represente un 10% del total de televisión de pago en Europa. A corto plazo a medida que se vaya difundiendo, cambiará nuestra manera de ver la televisión. [REEN2005]

Se puede ver a la hora deseada la película o programa y solo lo que se quiere. Será una televisión “a la carta” confeccionada completamente al gusto de cada espectador. Existe una compañía valenciana, que ha desarrollado un software de gestión llamado codistream único en el mundo para gestionar televisiones IP, esta compañía se llama [www.hooping.tv](http://www.hooping.tv). [REEN2005]

#### **4.2.8 Esquema de un Set-Top Box**

Los pasos que sigue un STB son los siguientes:

Lo primero que hace es sintonizar una señal digital, la cual incluirá tanto información de video (MPEG2, o MPEG4 para señales en alta definición), información de audio e información de datos (DVB-SI).

El siguiente paso es separar los tres tipos de información que recibimos para tratarlos por separado. A continuación, este sistema de acceso condicional decidirá cuales son los permisos que tiene el suscriptor para poder ver los contenidos que esta recibiendo. Si tiene permiso descifrará esa información.

Una vez descifrados, los paquetes de video y audio son enviados al televisor. Los paquetes de datos que hemos recibido junto con los de video y audio, se ejecutarán en caso de ser necesarios o solicitados por el consumidor. El STB puede poseer un canal de retorno por donde enviar datos a la cabecera (*Back Channel*).

#### 4.2.8.1 Arquitectura STB

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 computador.

- **Capa de Hardware:** Son todos los componentes físicos que forman un STB (CPU, Memoria, acceso condicional, decodificador MPEG...).
- **Sistema operativo:** Al igual que en un ordenador, un STB también necesita de un sistema operativo para su funcionamiento. La diferencia básica sería en que un STB, necesita de un sistema operativo en tiempo real, ya que, operaciones como la decodificación MPEG necesitan que se realicen al instante. Algunos ejemplos de sistema operativo serían: Linux, Windows CE.
- **La plataforma o Middleware:** Se trata de una capa intermedia que se encuentra entre la capa hardware y la software. Se trata de un conjunto de módulos que permiten un desarrollo más eficiente de las aplicaciones. El middleware proporciona un API (Application Programming Interface) para cada uno de los tipos de programación que soporta. De los diferentes lenguajes de programación que puede soportar un STB, el que sería más destacable, sería DVB-J (DVB-Java), que es utilizado para las aplicaciones interactivas.
- **Capa de aplicaciones:** Aquí es donde encontraremos las aplicaciones, que una vez descargadas se podrán ejecutar (algunas aplicaciones podrían ser: EPG, anuncios interactivos...). A diferencia de las demás capas, este no debe de estar operativa en todo momento, pues simplemente se ejecutará cuando el consumidor lo solicite.

De acuerdo a esta arquitectura, estos dispositivos varían de gran manera en sus requerimientos de hardware, plataforma y aplicaciones.

## 5. METODOLOGÍA

Este proyecto se desarrolla en varias etapas según sus actividades de las cuales son:

Una etapa inicial en donde se define el tema del proyecto, en esta etapa se consulta con el asesor sobre el tema y la viabilidad, además se define el objetivo general y los objetivos específicos que se deben cumplir en este proyecto.

Una siguiente etapa en donde se recopila y organiza toda clase de información acerca del tema, con la intención de poseer conocimientos y adecuado discernimiento para realizar este proyecto.

Otra etapa a seguir es donde se empieza a juntar todos aquellos dispositivos necesarios para crear el hardware del proyecto, sin olvidar el software necesario para hacer funcionar estos dispositivos, hasta esta etapa se tiene todo lo necesario para el montaje del proyecto e iniciar el proceso de pruebas y resultados.

Hay una última etapa en donde se corrigen aquellos errores y detalles que no permiten el adecuado funcionamiento de proyecto, esta etapa es la más importante ya que aquí se deducen las conclusiones.

## 6. DESARROLLO

Este proyecto se desarrolló con el fin de realizar un receptor de televisión IP. Este consta de un STB que se conecta a su televisor o monitor, y la red de Internet; y se conecta a un servidor dedicado a la transmisión de audio-video. El desarrollo de este proyecto se dividió en dos partes que son:

- Hardware del STB
- Software del STB

### 6.1 Hardware del STB

El Hardware que se utilizó para la implementación de este proyecto fueron las partes de un PC usado, que consta con las siguientes características:

- **Tarjeta Madre (MainBoard):**

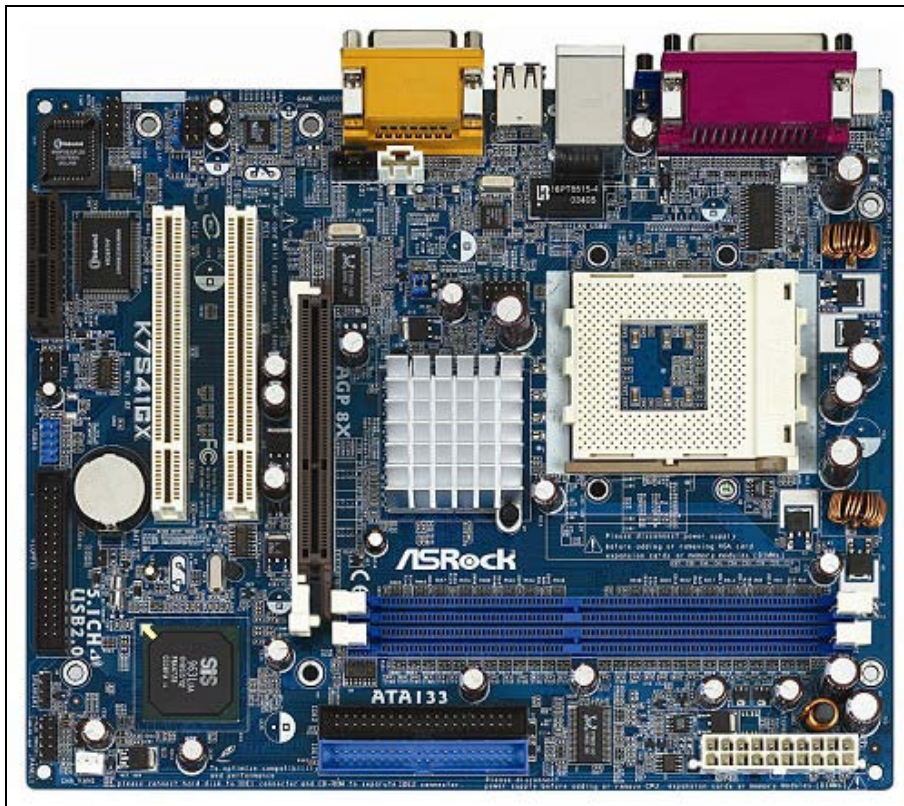


Fig. 8 Tarjeta Madre Asrock

Se implementó una tarjeta madre de marca AsRock de la serie K7S41GX socket 462 para procesadores AMD Sempron, Athlon, Athlon XP y Duron; integrada con Bus compatible con 333/266/200 MHz, Tarjeta de Red 10/100, audio AC97, 2 slots para memoria DDR DIMM, conector para fuente

ATX de 20 pines, slot AGP8X/4X de 1.5V, 2 slots PCI, 4 puertos USB y 2 puertos PS/2 para teclado y mouse.

<b>CPU</b>	- Socket 462, soporta AMD Sempron, Athlon, Athlon XP, Duron - FSB 333/266/200 MHz
<b>Chipset</b>	- Northbridge: SiS® 741GX - Southbridge: SiS® 963L
<b>Memoria</b>	- 2 x DDR DIMM - DDR333/266 - Capacidad Maxima de Memoria: 2GB
<b>BIOS</b>	- 2Mb AMI BIOS con ACPI, SM BIOS 2.3.1, PnP
<b>Graficos</b>	- Integrated Mirage Graphics - Shared Memory Max. 64MB
<b>Audio</b>	- AC97 CODEC - 5.1 CH Audio
<b>LAN</b>	- 802.3u, 10/100 Ethernet LAN, WOL supported
<b>Slots</b>	- AGP 8X/4X 1.5V - PCI 2 slots, PCI 2.2 - AMR 1
<b>Conectores</b>	- IDE 2 x ATA 133/100/66/33 - Floppy 1 connector - SIR/CIR 1/0 - CPU/Chassis FAN connectors - 20 pin ATX power connector - CD/AUX/ audio in - Front panel audio connector
<b>Rear Panel I/O</b>	ASROCK I/O: - Keyboard PS2 x1 - Mouse PS2 x1 - USB2.0 4 ports default on rear panel + 2 ports upgrade via header - Serial 1COM Port Bracket - Parallel 1 - Game/MIDI 1 - LAN 1 x RJ45 - Audio I/O Line In/Line Out/Mic. - VGA 1
<b>Hardware Monitor</b>	- CPU Temperature Sensing - Motherboard Temperature Sensing - CPU Fan Tachometer - Chassis Fan Tachometer
<b>Voltajes de Operación</b>	+12V, +5V, +3.3V

Tabla 2 Especificaciones de la Tarjeta Madre

- **Tarjeta de Memoria RAM**

A este sistema se incluyó una tarjeta de memoria DDR400, con capacidad de 512MB, donde cada integrado es una memoria de 64MB.

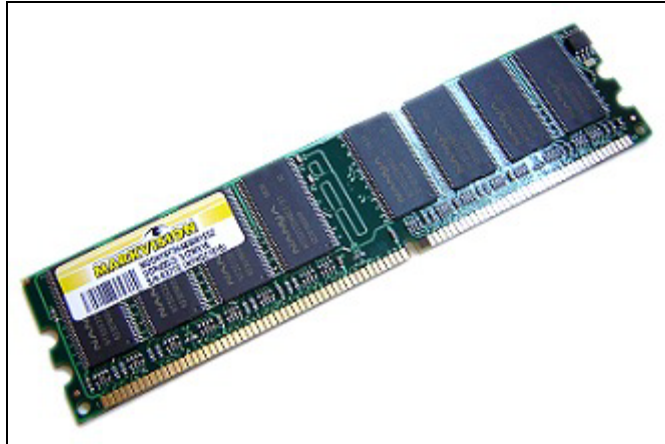


Fig. 9 Memoria DDR

- **Procesador**

Este sistema opera con un procesador AMD XP 2000+ del cual permitió una funcionalidad adecuada en sus procesos por tener una velocidad real de 1.67GHz.



Fig. 10 Procesador AMD XP 2000+

Las especificaciones se encuentran en el anexo A.

- **Tarjeta de Video**

Se empleó el dispositivo de tarjeta de video, la cual nos permitió conectar el sistema al televisor analógico convencional (Entrada de Video) por medio del puerto S-Video. Dicha tarjeta es Nvidia GeForce MX4000 de 64MB con interfaz de TV, la cual conectamos al puerto AGP de la tarjeta madre.



Fig. 11 Tarjeta Nvidia GeForce MX4000

Las especificaciones se encuentran en el anexo B.

- **Disco Duro**

Se utilizó un disco duro marca SAMSUNG con capacidad de 8.4GB de almacenamiento, este dispositivo nos permite instalar y guardar el sistema operativo y todo aquello relacionado para el buen funcionamiento del sistema.



Fig. 12 Disco Duro Samsung

El disco duro se instaló con la configuración “modo maestro” según las indicaciones de la figura 13. Esto se realizó para que el sistema tome este dispositivo como primera y única opción de arranque del sistema.

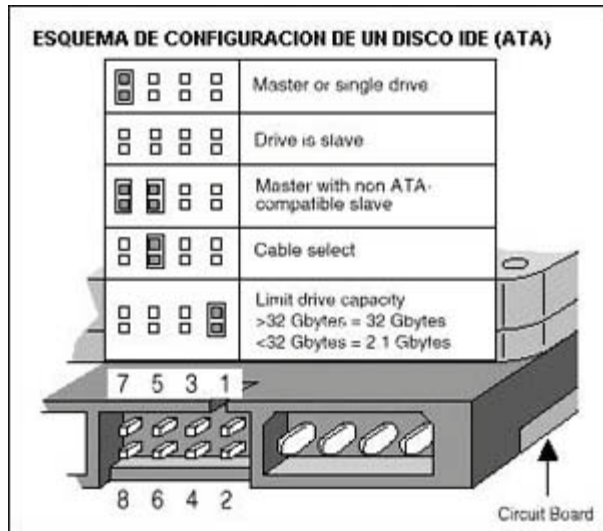


Fig. 13 Configuración del disco duro

- **Fuente de poder**

Fue necesario utilizar una fuente de poder modelo ATX-600W P4 marca Delux, la cual presenta las características de entrada y salida de voltajes y corrientes de la tabla 3.



Fig. 14 Fuente de Poder

Entrada AC		Salida DC					
220V/50Hz	3A	+5V	+12V	+3.3V	-12V	-5V	+5Vsb
110V/60Hz	6A	48A	20 <sup>a</sup>	20A	0.3A	0.5 <sup>a</sup>	2.5A

Tabla 3. Especificaciones eléctricas de fuente de poder.

Los dispositivos anteriormente mencionados fueron conectados entre si, y posicionados de tal manera que pudieron ser colocados dentro de una caja con tamaño regular para que sea muy parecido a un STB convencional.

En este hardware también incluimos un teclado convencional y el Mouse, los cuales nos permiten la interacción con el STB para poder seleccionar canales, manipular la función de volumen y/o alguna característica del sistema.

## 6.2 Software del STB

Después de obtener una buena documentación acerca de los diferentes sistemas operativos que se podrían emplear, se escogió como plataforma para nuestro proyecto el sistema Linux, ya que es un software libre muy eficiente, es inmune a los virus, soporta todas las aplicaciones multimedia, y además, permite manipular el protocolo TCP/IP.

La primera distribución que se instaló fue Suse 9.1 y su funcionamiento como sistema operativo resultó adecuado, pero al instalar la aplicación de IPTV presentó el problema de bloqueo del sistema.

En segunda opción se intentó instalar Linux en la versión de Ubuntu, pero no finalizaba la instalación del sistema.

Se encontró entonces a través de foros en la web la distribución “Vector Linux”, donde informan de las ventajas de este sistema en equipos con bajos recursos, Vector Linux se instaló sin inconveniente alguno.



Fig. 15 Plataforma del sistema

Al comprobar que el sistema operativo utilizado como plataforma funcionó de manera adecuada, se utiliza la herramienta WINE 1.0.1, incluida con esta versión de Linux. Es necesario contar con algunos archivos que permitan la conexión al servidor por medio de Linux, estos archivos son: regsvr32.exe, msxml3.dll, qcap.dll y quartz.dll; estos archivos se encontraron en una carpeta comprimida llamada “wineslingbox.tar.gz” descargada desde la web.

Los 4 archivos anteriormente mencionados son copiados en la carpeta con destino “/home/sunombre/.wine/drive\_c/windows/system32” en el sistema Linux.

El siguiente paso fue asociar los archivos con el programa WINE digitando el comando “wine regsvr32.exe msxml3.dll qcap.dll quartz.dll” en la ventana de “Terminal” y entonces configurar así WINE por medio del comando “winecfg”.

Nos apareció entonces una ventana con las características del modo de operación de WINE y habilitar propiedades de sobrescritura de las librerías. Al igual, por medio de esta ventana configurar el sonido en la pestaña de audio, teniendo en cuenta que el modo de operación del “DirectSound” es emulación para evitar errores en la ejecución del aplicativo de IPTV.

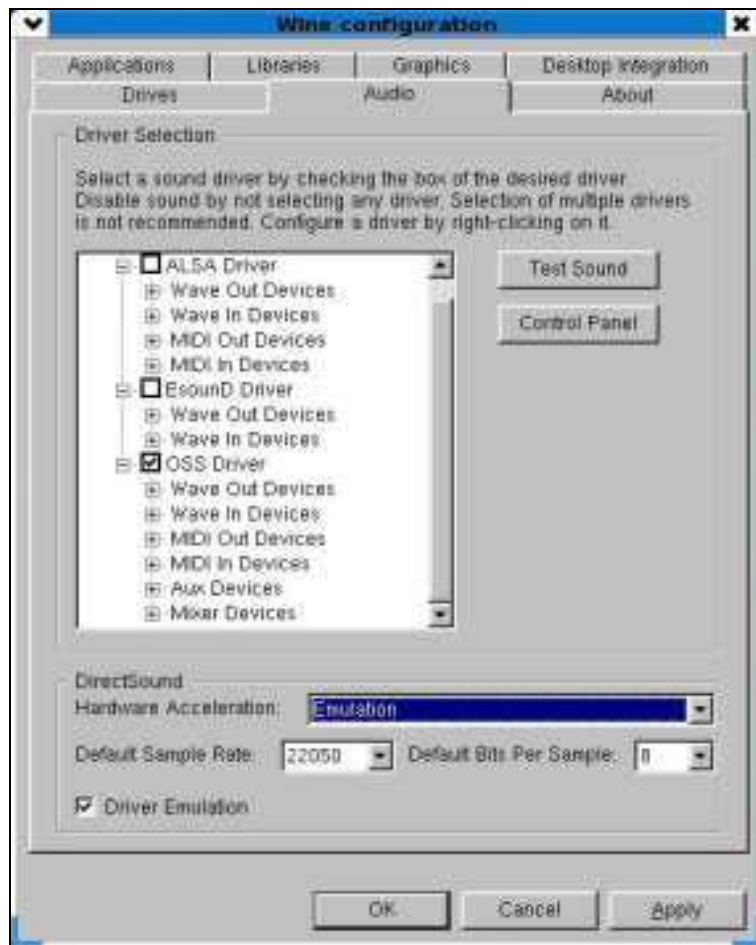


Fig. 16 Ventana de configuración herramienta Wine

## 6.2.1 Aplicación de IPTV

El utilizó como aplicación IPTV un programa llamado SlingPlayer™, del cual usa su propio servidor llamado SlingBox™ y se encarga de la recepción e interpretación de las señales enviadas por el servidor a través de Internet.

Se descargó el archivo “**SlingPlayer.exe**” desde el sitio [www.slingmedia.com](http://www.slingmedia.com) por la opción de “Downloads”. Este archivo se instaló con la ayuda de WINE digitando el comando “`wine slingplayer.exe`” en la ventana “Terminal”.

Durante la instalación del programa, el aplicativo pregunto datos importantes como: ubicación, dirección IP del servidor, clave de acceso y escoger las mejores características para visualización de imagen.

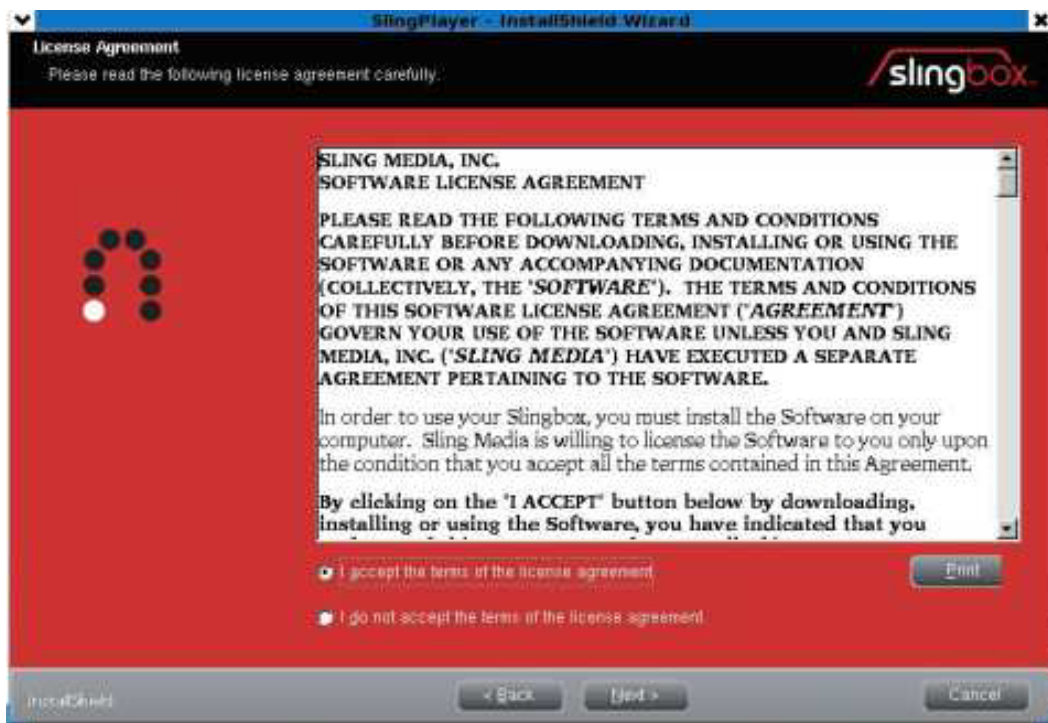


Fig. 17 Instalación de SlingPlayer

El aplicativo se programa con el host [olivellacrespo.dyndnd.tv](http://olivellacrespo.dyndnd.tv) como dirección IP a través del puerto 5001 (bloqueado en FUSM) para conectarse al servidor desde cualquier parte del mundo.

Una vez que se realizó el proceso de instalación de los diferentes programas, se configuró el sistema para cargar el programa de manera inicial y así convertirlo en un sistema dedicado.



Fig. 18 Entorno del aplicativo IPTV

Hasta este punto solo se podían ver los programas de televisión en un monitor, entonces descargamos el driver adecuado de esta tarjeta, el archivo “NVIDIA-Linux-x86-96.43.07-pkg1.run” se descarga desde la pagina [www.nvidia.com](http://www.nvidia.com). Al instalar este driver ya pudimos editar el archivo encargado del manejo de la tarjeta de video, teniendo en cuenta el tamaño de pantalla 800x600, estándar de televisión NTSC-M, frecuencia horizontal de sincronización y frecuencia vertical de refresco, y entonces se pudo apreciar todas las imágenes en el televisor analógico convencional.

## 7. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las primeras pruebas que se realizaron en este proyecto; fueron al hardware del receptor de IPTV, ya que fueron necesarias para obtener los requerimientos mínimos de hardware para la implementación de este proyecto.

### Hardware 1:

Se utilizó un PC de marca Compaq Presario 7212 con las características mostradas en la tabla 4.

<b>Procesador</b>	Intel Pentium 133 MHz
<b>Memoria</b>	RAM 32 MB
<b>Puertos</b>	PS2
<b>Audio</b>	Integrado
<b>Video</b>	2MB
<b>Disco Duro</b>	4GB
<b>Red</b>	Por puerto ISA, LAN 10BT
<b>Modem</b>	28.8Kbps

Tabla 4. Especificaciones Compaq Presario 7112

Se realizaron pruebas de funcionamiento del PC, dichas pruebas arrojaron los resultados mostrados en la tabla 5.

<b>Encendido</b>	Ok
<b>Instalación software</b>	Ok
<b>Procesamiento</b>	Muy Lento
<b>Navegación</b>	Ok
<b>Video</b>	Regular
<b>Audio</b>	Ok

Tabla 5. Pruebas realizadas en hardware 1

Este tipo de equipo con los requerimientos de la tabla 4, no permitieron la implementación de receptor de IPTV, ya que se encontraron problemas al ejecutar la aplicación, y se tornaba el equipo muy lento.

### Hardware 2:

Se optó entonces por un segundo hardware que se tiene a la mano (el descrito en el desarrollo de este documento) y cumple exitosamente con las pruebas realizadas en la tabla 6. A este hardware lo tomamos como requerimiento mínimo para la implantación del receptor de IPTV ya que no presentó problema alguno al instalar aplicaciones y realizar el funcionamiento del receptor de IPTV.

<b>Encendido</b>	Ok
<b>Instalación software</b>	Ok
<b>Procesamiento</b>	Ok
<b>Navegación</b>	Ok
<b>Video</b>	OK
<b>Audio</b>	Ok

Tabla 6. Pruebas realizadas en hardware 2.

## Pruebas al receptor de IPTV

Las pruebas al dispositivo receptor de IPTV se realizaron en diferentes escenarios de acuerdo a las velocidades de conexión que encontramos con los diferentes operadores que ofrecen acceso a Internet; teniendo en cuenta la calidad del audio-video y el comportamiento de la información transmitida a través de la red utilizada, esta información se obtiene por medio del programa Wireshark, el cual es un analizador de protocolos de red.

- **Primer escenario (Conexión mayor a 10 Mbps)**

Esta prueba se realizó en una red LAN en donde se encuentran interconectados el dispositivo receptor de IPTV y el servidor de IPTV a través de un modem-switch adsl marca SpeedTouch.

En este escenario no tenemos limitaciones en velocidades de ancho de banda, ya que los dispositivos se encuentran en una misma red de datos.



Fig. 19 Imagen en una red LAN

## Resultado:

Notamos que la calidad de la imagen es muy alta, permitiendo apreciar un movimiento adecuado del video y un audio sincronizado con la imagen. Además se encontró que al momento de solicitar el cambio de canal, esta petición se realizó de manera inmediata y se visualizó el canal deseado.

Con el uso del programa Wireshark en esta prueba se obtuvo la figura en donde muestra el uso jerárquico de protocolos.

Protocol	% Packets	Packets	Bytes	Mbit/s	End Packets	End Bytes	End Mbit/s
[-] Frame	100,00%	1287	937491	0,471	0	0	0,000
[-] Ethernet	100,00%	1287	937491	0,471	0	0	0,000
[-] Internet Protocol	99,69%	1283	937287	0,471	0	0	0,000
[-] User Datagram Protocol	3,81%	49	10115	0,005	0	0	0,000
Data	2,49%	32	3840	0,002	32	3840	0,002
Hypertext Transfer Protocol	1,32%	17	6275	0,003	17	6275	0,003
[-] Transmission Control Protocol	95,65%	1231	927020	0,465	358	19622	0,010
Data	67,83%	873	907398	0,456	873	907398	0,456
Internet Group Management Protocol	0,23%	3	152	0,000	3	152	0,000
Address Resolution Protocol	0,31%	4	204	0,000	4	204	0,000

Tabla 7. Jerarquía de protocolos en la transmisión en red LAN

En la tabla 7. Podemos ver que la información transmitida a través de esta red se encuentra dentro del protocolo de Internet (IP). Y la gran parte de la información se encuentra transmitida por TCP, ya que por medio de este protocolo se establecen sincronismos, peticiones de tramas siguientes (cumplir secuencias) y finalización de la transmisión.

Encontramos que el protocolo UDP tiene un porcentaje muy pequeño en la transmisión, esto sucede ya que el protocolo UDP nos sirve como control entre la comunicación entre servidor y receptor.

También se obtuvo la tabla 8, que nos muestra diferentes direcciones IP presentes en esta red LAN que son: 192.168.1.1 dirección secundaria del Modem DSL, 192.168.0.3 Receptor de IPTV, 192.168.0.1 dirección principal del Modem DSL, 192.168.0.2 Servidor IPTV, las direcciones restantes no se tienen en cuenta por que son direcciones con enlaces a través de la red WAN y no influyen en este escenario.

Address A	Address B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B	Duration	bps A->B	bps A<-B
192.168.1.1	224.0.0.1	1	60	1	60	0	0	0	N/A	N/A
192.168.0.3	239.255.255.250	1	46	1	46	0	0	0	N/A	N/A
192.168.0.3	224.0.0.252	1	46	1	46	0	0	0	N/A	N/A
192.168.0.3	192.168.0.255	16	1184	16	1184	0	0	15,859	597,26	N/A
192.168.0.1	239.255.255.250	17	6275	17	6275	0	0	0,223	2250212,92	N/A
192.168.0.2	192.168.0.3	1247	929676	894	906948	353	22728	15,8996	456336,23	11435,73

Tabla 8. IP de dispositivos en la red LAN

Nos centramos en las direcciones 192.168.0.2 y 192.168.0.3 las cuales son el inicio y el destino de la información, donde se encuentra la gran parte de la transmisión. Apreciamos que el servidor IPTV envía un mayor número de paquetes comparado con el receptor de IPTV.

Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes
192.168.0.2	1247	929676	894	906948	353	22728
192.168.0.3	1265	930952	371	24004	894	906948
192.168.0.1	17	6275	17	6275	0	0
192.168.1.1	1	60	1	60	0	0
192.168.0.255	16	1184	0	0	16	1184
239.255.255.250	18	6321	0	0	18	6321
224.0.0.1	1	60	0	0	1	60
224.0.0.252	1	46	0	0	1	46

Tabla 9. Tabla de transmisión – recepción de datos por dispositivo en la red LAN

La siguiente tabla 9 nos muestra los paquetes y bytes enviados – recibidos por cada dispositivo. Al comparar los valores de la tabla anterior, encontramos que el número de paquetes enviados por el servidor de IPTV son los mismos recibidos por el receptor de IPTV, pero los paquetes transmitidos por el receptor de IPTV no son iguales en número a los recibidos por el servidor de IPTV; ya que el receptor de IPTV se identifica con los dispositivos de la red.

La figura 20 muestra un pequeño segmento del flujograma (ventana deslizante) de la transmisión en la red LAN. Esta transmisión no presenta pérdidas de paquetes, ya que en la transmisión se respetan secuencias, peticiones y solicitudes de paquetes nuevos.

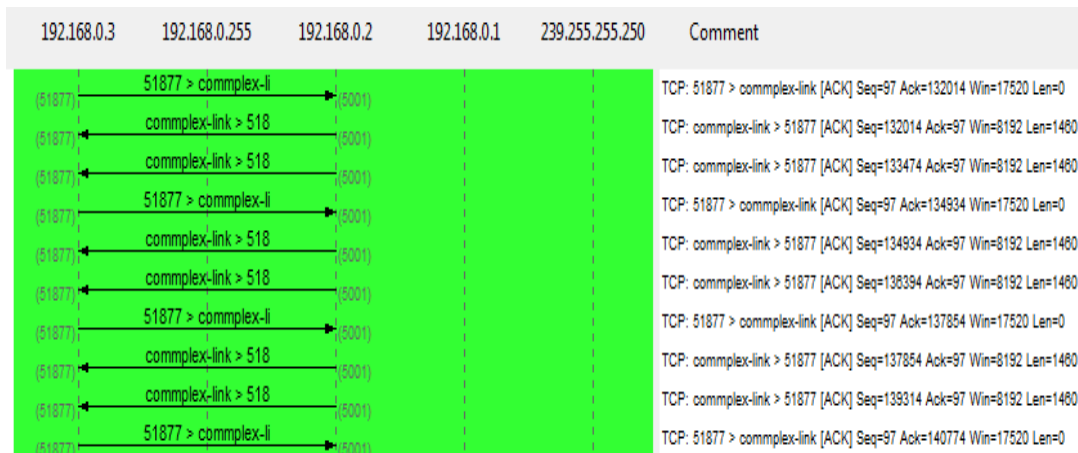


Fig. 20 Flujograma de la red LAN.

- **Segundo escenario (Conexión entre 1Mbps y 10Mbps)**

Esta prueba se realizó utilizando un enlace entre el receptor IPTV y el servidor IPTV, a través de Internet con la red del operador ETB; con este operador encontramos conexiones entre 1Mbps y 6Mbps, pero se utilizaron los resultados realizados con una conexión de 3500Kbps; ya que es una velocidad intermedia de las que podemos encontrar sin generar más costos.



Fig. 21 Imagen utilizando Internet de alta velocidad (3500K)

**Resultado:**

Entre las diferentes velocidades que se utilizaron en este escenario, encontramos que la calidad de las imágenes no tuvo cambios, ya que el servidor de IPTV se encuentra en un enlace hacia Internet de velocidad

constante, a la cual, el servidor puede enviar la información a través de Internet. En la función de cambio de canal encontramos que se realiza la petición de manera adecuada y se realiza el cambio inmediato.

Notamos que la calidad de imagen es buena pero no excelente comparada con el primer escenario; la calidad del video nos mostro un movimiento de imágenes suave y un audio sincronizados entre si. Esta calidad de imagen se presenta, porque nos encontramos en un enlace de 3500Kbps (Downstream) de ancho de banda en el receptor de IPTV y un enlace de 830Kbps (Upstream) en el servidor de IPTV que nos brinda el operador.

Con el uso del programa Wireshark obtuvimos los siguientes resultados:

Protocol	% Packets	Packets	Bytes	Mbit/s	End Packets	End Bytes	End Mbit/s
[-] Frame	100,00%	2118	1521091	0,250	0	0	0,000
[-] Ethernet	100,00%	2118	1521091	0,250	0	0	0,000
[-] Internet Protocol	100,00%	2118	1521091	0,250	0	0	0,000
[-] User Datagram Protocol	3,02%	64	4950	0,001	0	0	0,000
Data	2,31%	49	3594	0,001	49	3594	0,001
Domain Name Service	0,09%	2	178	0,000	2	178	0,000
NetBIOS Name Service	0,57%	12	1104	0,000	12	1104	0,000
Kerberized Internet Negotiation of Key	0,05%	1	74	0,000	1	74	0,000
[-] Transmission Control Protocol	96,98%	2054	1516141	0,249	866	131286	0,022
[-] Hypertext Transfer Protocol	0,19%	4	1530	0,000	2	438	0,000
Line-based text data	0,09%	2	1092	0,000	2	1092	0,000
Data	55,62%	1178	1379949	0,227	1178	1379949	0,227
Secure Socket Layer	0,19%	4	364	0,000	4	364	0,000
[-] DCE RPC	0,09%	2	3012	0,000	0	0	0,000
Data	0,09%	2	3012	0,000	2	3012	0,000

Tabla 10. Jerarquía de protocolos en enlace de 3500Kbps

La tabla 10 es similar a la tabla 7, donde la gran parte de la información se transmite a través Internet en el protocolo TCP. Una pequeña parte de la transmisión es utiliza Http, ya que el receptor de IPTV también posee una aplicación para navegación (Firefox). También vemos un pequeño porcentaje de la transmisión utilizando DNS y “NetBIOS Name Service” del protocolo UDP, esto sucede ya que el receptor de IPTV se conecta al servidor de IPTV por medio de una URL (olivellacrespo.dyndns.tv).

Address A	Address B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B	Duration	bps A->B	bps A<-B
192.168.0.141	200.69.107.40	1	60	0	0	1	60	0	N/A	N/A
192.168.0.1	192.168.0.141	2	178	1	97	1	81	0,545	N/A	N/A
192.168.0.141	224.0.0.252	4	264	4	264	0	0	11,1641	189,18	N/A
64.94.18.145	192.168.0.141	6	472	2	182	4	290	30,5112	47,72	76,04
70.42.244.147	192.168.0.141	18	2806	9	1974	9	832	42,1984	374,23	157,73
192.168.0.141	192.168.0.255	58	4508	58	4508	0	0	47,6717	756,51	N/A
190.26.53.102	192.168.0.141	2029	1512803	1234	1456522	795	56281	41,9182	277974,26	10741,11

Tabla 11. IP de dispositivos en enlace 3500Kbps

En la tabla 11, para esta prueba las direcciones 190.26.53.102 y 192.168.0.141 se refieren al servidor de IPTV y al receptor de IPTV respectivamente, como el receptor de IPTV se encuentra en un conectado a la red de un café internet es necesario que se identifica con el router (192.168.0.1) y a su operador de servicio (200.69.107.40 de ETB), Vemos que la cantidad de paquetes enviados por cada dispositivo conserva la lógica de servidor-receptor, donde el numero de paquetes enviados por el servidor de IPTV es mayor (casi el doble) que los paquetes enviados por el receptor de IPTV y otros dispositivos.

Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes
190.26.53.102	2029	1512803	1234	1456522	795	56281
192.168.0.141	2118	1521091	871	62256	1247	1458835
70.42.244.147	18	2806	9	1974	9	832
64.94.18.145	6	472	2	182	4	290
192.168.0.1	2	178	1	97	1	81
200.69.107.40	1	60	1	60	0	0
192.168.0.255	58	4508	0	0	58	4508
224.0.0.252	4	264	0	0	4	264

Tabla 12. Trasmisión – recepción por dispositivo en enlace de 3500Kbps

En la tabla 12, notamos que el número de paquetes enviados por el servidor de IPTV no es el mismo que recibe el receptor de IPTV y viceversa, esto sucede porque en la trasmisión se pierden paquetes o demoran en llegar a su destino y se solicitan retrasmisiones de paquetes, como también el enlace con los diferentes dispositivos involucrados en la red. Algunos de estos paquetes enviados y recibidos entre dispositivos se podrían descartar, pero son esenciales para el enlace y el funcionamiento del sistema en este escenario.

La figura 22 nos muestra una parte de la trasmisión entre el servidor de IPTV y el receptor de IPTV; en donde se realizan retrasmisiones de paquetes para la adecuada secuencia de paquetes que intervienen en el audio y video a mostrar. En los comentarios encontramos respuestas de

paquetes recibidos, solicitud de paquetes nuevos en secuencia y solicitudes de retransmitir paquetes antiguos.

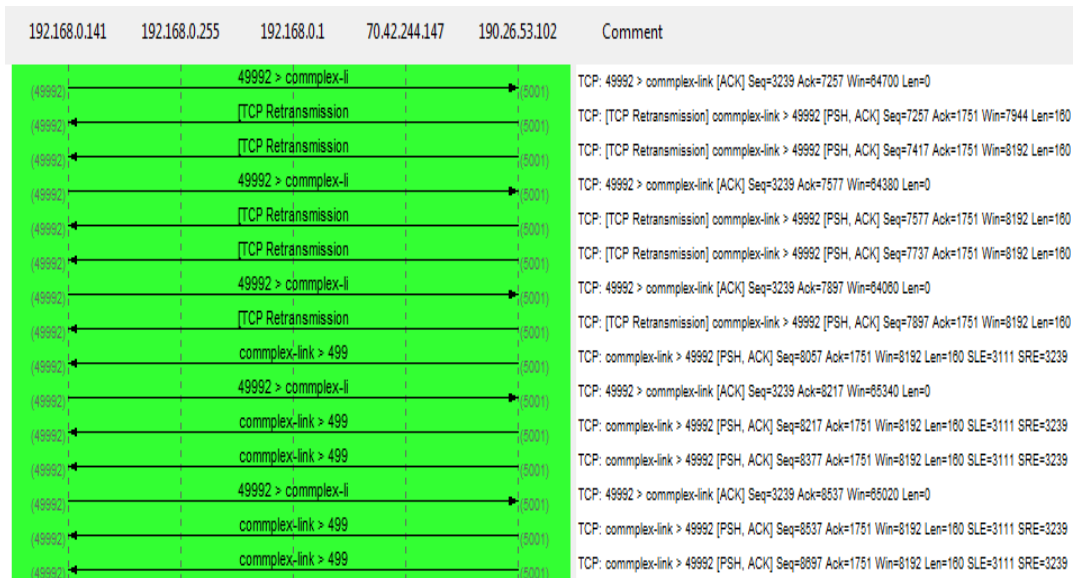


Fig. 22. Ventana deslizante en 3500Kbps

- **Conexión menores a 1000Kbps**

Esta prueba se realiza a través de Internet, utilizando conexiones GPRS, EDGE y velocidades menores a 1000Kbps ofrecidas por los diferentes operadores en Colombia.



Fig. 23 Imagen con conexión de 600Kbps

## Resultado:

Encontramos que la calidad de imagen no es buena, ya que se encuentra muy pixelada y las siluetas de la imagen no son muy definidas, además se encontró que en ciertos lapsos de tiempo se presenta desincronización entre audio y video, como también, saltos abruptos en la secuencia de video. En el momento de solicitar cambio de canal, este demora varios segundos para empezar a visualizar el canal deseado.

Entonces se obtuvieron las siguientes tablas con el programa wireshark:

Protocol	% Packets	Packets	Bytes	Mbit/s	End Packets	End Bytes	End Mbit/s
[-] Frame	100,00%	15734	11105904	0,540	0	0	0,000
[-] Ethernet	100,00%	15734	11105904	0,540	0	0	0,000
[-] Internet Protocol	99,68%	15684	11103084	0,540	0	0	0,000
[-] Transmission Control Protocol	99,66%	15680	11102673	0,540	6249	389594	0,019
Data	59,01%	9284	10676421	0,519	9284	10676421	0,519
Hypertext Transfer Protocol	0,93%	146	36508	0,002	146	36508	0,002
Universal Computer Protocol	0,01%	1	150	0,000	1	150	0,000
[-] User Datagram Protocol	0,01%	1	243	0,000	0	0	0,000
[-] NetBIOS Datagram Service	0,01%	1	243	0,000	0	0	0,000
[-] SMB (Server Message Block Protocol)	0,01%	1	243	0,000	0	0	0,000
SMB MailSlot Protocol	0,01%	1	243	0,000	0	0	0,000
Microsoft Windows Browser Protocol	0,01%	1	243	0,000	1	243	0,000
Internet Group Management Protocol	0,02%	3	168	0,000	3	168	0,000
Address Resolution Protocol	0,32%	50	2820	0,000	50	2820	0,000

Tabla 13. Jerarquía de protocolos en enlace de 600Kbps

La tabla 13 nos muestra también que la gran parte de la información se transmite a través Internet en el protocolo TCP. El resto de los protocolos que usa esta conexión tienen un valor sumamente pequeño pero importante para el enlace de los dispositivos a través de internet. Se notan nuevos protocolos en la parte de UDP como SMB que se cree que solo se utiliza en sistemas operativos de Microsoft pero con este sistema (Linux) también se utiliza, este protocolo aparece por ingresar a una página de correos al momento de la prueba.

Address A	Address B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B	Duration	bps A->B	bps A<-B
190.248.3.139	192.168.1.67	1	54	0	0	1	54	0	N/A	N/A
192.168.1.66	192.168.1.255	1	243	1	243	0	0	0	N/A	N/A
192.168.1.254	224.0.0.1	1	60	1	60	0	0	0	N/A	N/A
192.168.1.67	224.0.0.22	2	108	2	108	0	0	3,5001	246,85	N/A
190.248.3.137	192.168.1.67	3	168	1	60	2	108	96,3094	N/A	8,97
70.42.244.144	192.168.1.67	6	348	4	240	2	108	10,1746	188,71	84,92
74.201.75.197	192.168.1.67	15	1180	5	455	10	725	121,1559	30,04	47,87
192.168.1.67	192.168.1.254	1346	175601	639	70132	707	105469	163,1120	3439,70	5172,84
190.25.21.78	192.168.1.67	14309	10925322	9039	10600190	5270	325132	164,3994	515826,16	15821,56

Tabla 14 IP de dispositivos en enlace 600Kbps

En la tabla 14, observamos muchas direcciones, pero nos centramos en 190.25.21.78 y 192.168.1.67 que son las direcciones del servidor de IPTV y

el receptor de IPTV respectivamente, encontrando un gran flujo de paquetes en esta transmisión, ya que en este escenario se solicitaron muchas repeticiones de paquetes como lo muestra la figura 24. Esto también lo podemos deducir de acuerdo a los valores mostrados en la tabla 15, que nos muestra los paquetes enviados y recibidos por cada dispositivo de la red. Las otras direcciones que aparecen en esta prueba, pertenecen a otros dispositivos en la red como por ejemplo otro PC (192.168.1.66).

Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes
190.25.21.78	14309	10925322	9039	10600190	5270	325132
192.168.1.67	15682	11102781	5926	396367	9756	10706414
192.168.1.254	1347	175661	708	105529	639	70132
74.201.75.197	15	1180	5	455	10	725
70.42.244.144	6	348	4	240	2	108
190.248.3.137	3	168	1	60	2	108
192.168.1.66	1	243	1	243	0	0
190.248.3.139	1	54	0	0	1	54
192.168.1.255	1	243	0	0	1	243
224.0.0.1	1	60	0	0	1	60
224.0.0.22	2	108	0	0	2	108

Tabla 15 Trasmisión – recepción por dispositivo en enlace de 600Kbps

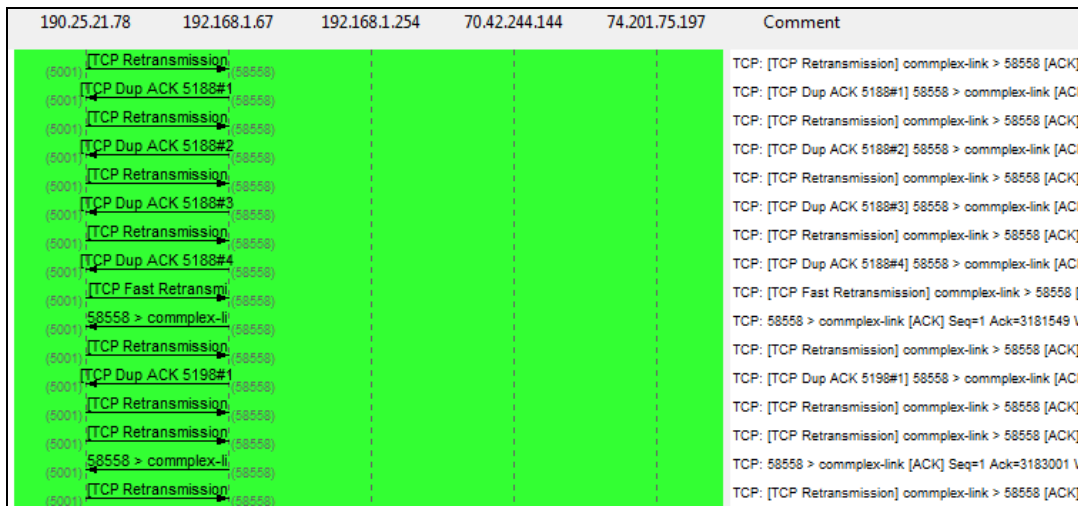


Fig. 24 Ventana deslizante en 600Kbps

En este escenario se presentan muchas pérdidas de paquetes, al igual que muchas peticiones de retransmisión. Y esto hace que la información no sea muy confiable, y se pierda la secuencia de transmisión. Ya que no se manejan velocidades adecuadas para el streaming.

## **8. CONCLUSIONES**

Por medio de equipos no avanzados y bajos costos de implementación, podemos realizar proyectos de actualidad y dar una mejor utilidad a los servicios que poseemos; en este caso el acceso a banda ancha. Utilizando componentes que nos parecen inservibles por estar descontinuados, y programas que podemos encontrar en la web podemos realizar este proyecto.

La velocidad de Internet a la cual nos conectamos, influye en la calidad de la imagen y sonido, al igual que la rapidez de la petición de visualizar otro canal. En conexiones mayores a 10Mbps encontramos imágenes definidas y de buena calidad, pero en pocos sitios encontramos este tipo de velocidades. En el caso de velocidades un poco más bajas, la imagen que se muestra es buena y sincronizada con su audio; y gracias a que los operadores de Internet cada día nos ofrecen un mejor servicio y mejores velocidades.

En Colombia no contamos con servicios de acceso a Internet que nos permitan subir información a la red con velocidades similares a las de descargas. Estos servicios son muy costosos y se encuentran en E.E.U.U. y Europa. Si encontráramos este tipo de servicio fácilmente en Colombia podríamos tener altas calidades de imagen en el STB de IPTV.

## 9. RECOMENDACIONES

Se hacen varias recomendaciones para las personas interesadas en realizar este tipo de proyectos como son:

- Manejo adecuado del sistema Linux (comandos básicos)
- Velocidades adecuadas a Internet mayores a 1000Kbps.
- Utilizar como servidor el dispositivo “SlingBox™”
- Utilizar hardware compatible con el sistema operativo.
- Tener presente normas y regulaciones vigentes, expedidas por los entes gubernamentales de control de este tipo de transmisión de información.

## **10. TRABAJO FUTURO**

Por medio de este proyecto, pretendo incentivar a futuros ingenieros de nuestra universidad a realizar investigaciones y profundizaciones en este tema, para así realizar un canal universitario en conjunto entre la facultad de "Publicidad y Mercadeo" y nuestra facultad de Ingeniería.

Además incentivar la creatividad de los estudiantes, para adaptar un receptor de señales infrarrojas para ser manejado el STB por control remoto.

Implementar en el aplicativo la opción de guardar información, permitiendo al usuario retroceder, pausar o repetir escenas sin perder la recepción continuada del programa en tiempo real.

## 11. GLOSARIO

- **DNS:** Domain Name System.
- **FTP:** Protocolo de transferencia de archivo.
- **ISP:** Proveedor de servicios de Internet.
- **LAN:** Red de Área Local.
- **NTSC:** Comisión Nacional de Sistemas de Televisión.
- **OSI:** Open System Interconnection.
- **PAL:** Línea Alternada en Fase.
- **RGB:** Sistema de Síntesis aditiva basado en rojo, verde y azul.
- **SECAM:** Color Secuencial con Memoria.
- **STREAMING:** Tecnología encargada de oír o ver archivos sin necesidad de descargarlos al ordenador.
- **UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- **WAN:** Red de área extendida.
- **WLAN:** Red de Área Local Inalámbrica.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- [AMO2008]Mac OS <http://www.apple.com/es/macosx/>
- [BVBR2008]Biblioteca Virtual del Banco de la República. [http://www.lablaa.org/blaavirtual/exhibiciones/historia\\_tv/index2.htm](http://www.lablaa.org/blaavirtual/exhibiciones/historia_tv/index2.htm)
- [ETB2008]ETB Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá <http://www.etb.net.co>
- [H2612008]H261.com <http://www.h261.com/>
- [H2632007]H.263 Video Coding <http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/peter/h263/h263.html>
- [IOAT2007]Ing. Omar Alejandro Trigal, Televisión Digital en Argentina.
- [MONO2008]Monografias.com <http://www.monografias.com/trabajos13/televis/televis.shtml>
- [MPEG2007]MPEG Moving Picture experts group <http://www.chiariglione.org/mpeg/>
- [REEN2005]Revista Enter, Mayo 17 2005, Artículo Televisión sobre IP
- [SMCZ2007]Sandra Milena Campos Zabala, DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA DIAGNOSTICAR EL COMPORTAMIENTO DE IPTV SOBRE LA RED DE INTERNET UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE.
- [TVCA2008]TV CABLE Bogota <http://www.tvcable.com>
- [WIIP2008]Wikipedia Dirección IP [http://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n\\_IP](http://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n_IP)
- [WLCC2008]Linux Colombia <http://www.linux.com.co/>
- [WMV2007]afterdawn.com <http://www.afterdawn.com/glossary/terms/wmv.cfm>
- [WOSO2008]OpenSolaris [www.opensolaris.org](http://www.opensolaris.org)

En orden alfabético por apellido del autor. Ver detalle de ésta sección y de cómo hacer referencias dentro de un marco teórico, en la parte de “seminario de grado”.

## 13. ANEXOS