

# IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED PARA TRANSMITIR VIDEO STREAMING DE IPV6 A IPV4

Johana Katherine Junca Ortiz  
Kathyda21@hotmail.com  
Facultad de Ingeniería electrónica y Telecomunicaciones  
Fundación Universitaria San Martín.  
Bogotá  
Enero 2009

**Resumen.-** La creciente demanda de usuarios en la red, hace casi inmediata la migración a IPv6, sin embargo por falta de conocimiento sobre este tema, se crea temor para implementarlo, no obstante existe una técnica de transición como es el túnel que permite comunicar IPv4 con IPv6, a través de la infraestructura existente en IPv4, reduciendo gastos y ofreciendo una solución rápida y segura.

**Abstract.-** *The recent growth of internet users, have made the migration to IPv6 almost immediate, however the lack of knowledge about it creates fear over using it, nevertheless there is a transition technique such as "the tunnel" that allows communication between IPv4 and IPv6 through the existing infrastructure on IPv4, lowering expenses and offering a fast and safe solution.*

**Palabras Claves:** IP, IPv6, IPv4, Tunneling.

## I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de comunicación están cambiando y el resultado es la creciente demanda de los servicios multimedia sobre redes actuales y su rápida evolución. Es también indiscutible la implementación definitiva del protocolo IP desde ámbitos empresariales a domésticos, haciendo casi inmediata la migración a IPv6, es por esta razón que nacen diversas alternativas para incorporar poco a poco ipv6, entre ellas están los nodos dual Stack y los túneles. La técnica conocida como el túnel consistente en una transición que brinda una solución rápida y segura, el cual permite encapsular paquetes IPv6 en datagramas IPv4 y enviarlas mediante la infraestructura IPv4 ya existente desde un sitio IPv6 a otro. Este método se puede realizar a través de software y/o routers. Si bien está es la teoría que más se encuentra hoy; se puede afirmar sin temor a equivocaciones que si es posible realizar una comunicación a través de un túnel IPv6IP

## II. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Analizar e implementar una red para la transmisión de video Streaming de ipv6 a ipv4

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Seleccionar el equipo de transmisión para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.
- Diseñar y realizar una conexión que permita la interacción entre IPv6/IPv4.
- Realizar la configuración apropiada, en el equipo de transmisión para comunicar IPv4 e IPv6.
- Definir el tipo de enrutamiento a utilizar.
- implementar un nodo Dual Stack y/o un Túnel que permitan enviar y recibir datagramas de IPv4 e IPv6.
- Realizar las pruebas correspondientes para analizar las tramas de IPv4 e IPv6.

## III. CONTENIDO

### A. Marco teórico

#### Protocolo de Internet (IP) [MILLA2003]

El Protocolo Internet está diseñado para su uso en sistemas interconectados de redes de comunicación de ordenadores por intercambio de paquetes. El protocolo Internet proporciona los medios necesarios para la transmisión de bloques de datos llamados datagramas desde el origen al destino, donde origen y destino son hosts identificados por direcciones de longitud fija. El protocolo Internet también se encarga, de la fragmentación y el re ensamblaje de grandes datagramas para su transmisión a través de redes de trama pequeña.

#### Protocolo de Internet versión 4 (IPv4) [VERD2000]

El protocolo IP facilita un sistema sin conexión y no fiable de entrega de datagramas entre dos ordenadores cualesquiera conectados a Internet.

La primera versión del protocolo de Internet que se implementó fue la IPv4. El cual usa direcciones de 32 bits. Los bits se dividen en dos campos: el campo de subred, que identifica la subred a la que está conectado el sistema, y el campo de sistema, que identifica al equipo dentro de la subred.

## Cabecera IPv4

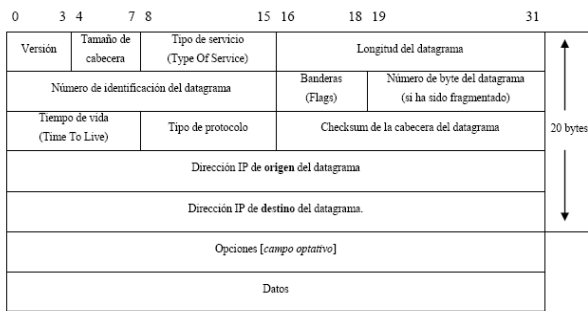


Figura 1. Cabecera IPv4 [STAL2000]

## Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) [VERD2000]

El principal motivo que llevo a crear una nueva versión del protocolo de Internet, es debido a la falencia en la asignación de direcciones en los últimos años, ya que con IPv4 se asigna  $2^{32}$  direcciones, que equivale a 4.294.967.267 direcciones únicas, mientras que con ipv6 se pueden asignar hasta 128 bits de direcciones. No obstante se aprovecho en mejorar otras fallas de IPv4.

## Cabecera IPv6

La nueva cabecera del protocolo IP versión 6, no es mas que una evolución de la anterior versión. No se han introducido grandes cambios de contenido o estructura, sino que simplemente se ha mejorado y optimizado con los conocimientos y experiencias adquiridas durante los últimos 20 años. Se han suprimido algunos campos redundantes u obsoletos y se han ampliado algunas características para hacer frente a las nuevas necesidades de los usuarios (comunicaciones en tiempo real, seguridad...).

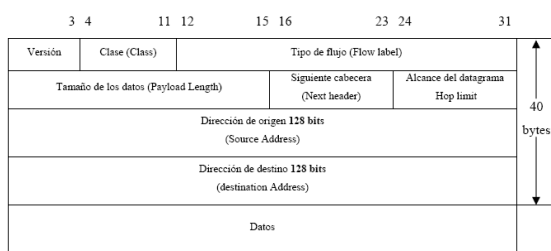


Figura 2. Estructura de un datagrama IPv6. [VERD2000]

El protocolo IP versión 6 sigue siendo al igual que las versiones anteriores, un protocolo no fiable y sin conexión. Esto continua siendo así debido a que la experiencia ha enseñado que este sistema funciona y da flexibilidad a la comunicación. Además permite que sean los protocolos de las capas superiores los encargados de mantener un estado de conexión o fiabilidad según crean necesario, manteniendo la estructura en capas del modelo TCP/IP.

IPv6 tiene cabeceras de expansión las cuales son opcionales:

Orden	Cabecera	Características
1	Cabecera IPv6	Encabezado del paquete IPv6
2	Cabecera de opciones Hop by Hop	Contiene información opcional que debe ser analizada por cada nodo a lo largo de la ruta del paquete
3	Cabecera de opciones de Destino	Contiene opciones que serán procesadas por el primer destino que aparezca en el campo de dirección destino, más destinos subsecuentes que aparezcan listados en la cabecera de enrutamiento
4	Cabecera de Enrutamiento	Este encabezado opcional lista todos los nodos intermedios que deben ser visitados por el paquete en su trayecto hacia el nodo destino
5	Cabecera de Fragmentación	Es utilizada por un emisor IPv6 para enviar un paquete que es más grande que la Unidad Máxima de Transmisión (MTU) más pequeño de los nodos intermedios hacia el destino
6	Cabecera de Autenticación	Provee integridad de datos y autenticación del origen de los datagramas IP, con esto se logra tener protección contra reenvío de paquetes
7	Cabecera de Encapsulación de seguridad de la cara	Está diseñado para proveer confidencialidad, autenticación del origen de los datos, integridad sin conexión y servicio anti-reenvío
8	Cabecera de opciones de Destino (2)	Contiene opciones que serán procesadas solamente por el destino final
9	Cabecera de protocolos de capas superiores	Encabezados de protocolos de transporte tales como TCP ó UDP deben ir aquí

Figura 3. Orden en el que deben ser colocados los encabezados de extensión IPv6

## Ventajas de IPv6 sobre el IPv4

En cuanto a las ventajas que presenta la versión IPv6 con respecto a la IPv4, podemos mencionar las siguientes:

- **Direcciones más largas:** El nuevo tamaño de la dirección es el cambio más notable. IPv6 cuadruplica el tamaño de la dirección del IPv4 de 32 a 128bits. El espacio disponible para una dirección IPv6 es tan grande que no puede llegar a agotarse en un futuro previsible.
- **Formatos de cabecera flexible:** IPv6 utiliza un nuevo formato de datagrama. A diferencia del IPv4, que utiliza una cabecera de datagrama de formato fijo, donde todos los campos, excepto la parte opcional ocupan un número fijo de octetos, el IPv6 utiliza un conjunto opcional de cabeceras.
- **Fragmentación end-to-end:** Esta ventaja radica en el hecho de que a los enrutadores se les elimina la función de fragmentar los paquetes que les lleguen debido al MTU. En cambio, esta función queda determinada para el nodo de origen que quiere enviar la información por medio de la red.
- **Soporte para reserva de recursos:** IPv6 reemplaza la especificación del tipo de recursos del IPv4 con un mecanismo que permite la reserva con anterioridad de recursos de red. En particular, el nuevo mecanismo soporta aplicaciones como video en tiempo real, el cual requiere que se garantice el ancho de banda y el retardo.
- **Provisión de extensiones al protocolo:** Quizás el cambio más significativo en el IPv6 es el desplazamiento de un protocolo en el que estaban especificados totalmente todos los recursos a otro que permite características adicionales. La capacidad de extensión tiene el potencial para permitir que el protocolo se adapte a cambios en el hardware de la red o a nuevas aplicaciones.
- **Número de saltos.** Al cambiarse el tiempo de vida en un paquete IPv4 por el número de saltos en IPv6 se está mejorando el hecho de que si existe congestión en la red,

este paquete no sea eliminado sin que tenga la opción de llegar hasta el nodo de destino.

#### Mecanismos de transición

- **Dual Stack:** Este mecanismo de transición permite a un enrutador, host o servidor utilizar un stack IPv4 y un stack IPv6 simultáneamente, lo que trae consigo dos grandes ventajas: por un lado un nodo con dual stack puede comunicarse con nodos que solo tienen un stack IPv4 de manera nativa y por el otro también puede comunicarse con nodos que solo tengan habilitado el stack IPv6 de manera nativa. Su principal desventaja es la necesidad de contar con una infraestructura de red que soporte el tráfico IPv6 de manera nativa.

- **Túneles:** Este mecanismo de transición permite a un enrutador IPv6, host IPv6 o servidor IPv6 comunicarse con otras redes IPv6 a través de la infraestructura IPv4 actual. Esta técnica consiste en encapsular los paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4 y entonces enviarlos sobre una red IPv4 a un nodo IPv4 destino el cual se encargará de extraer los paquetes IPv6 y entregarlos a su destino final. La principal ventaja de éste mecanismo de transición es que solo es necesario tener un Dual Stack en los nodos que servirán como extremos del túnel. Su principal desventaja es el retardo adicional ocasionado por el encapsulado y desencapsulado de paquetes IPv6 en datagramas IPv4, así como el tráfico de un mayor número de paquetes ocasionado por la reducción de espacio para datos en los datagramas IPv4 que contienen dentro paquetes IPv6.

- **Traducción de protocolos:** Este mecanismo de transición permite a un nodo que solo cuenta con el stack IPv6 habilitado dentro de una red IPv6 comunicarse con otro nodo que solo tiene el stack IPv4 habilitado dentro de una red IPv4. Sin embargo, ésta técnica requiere tener habilitados mecanismos de traducción entre IPv4 e IPv6 en las orillas de ambas redes (enrutadores). La principal desventaja es que todo el peso de este mecanismo de transición recae en los dispositivos encargados de hacer dicha traducción, a los que no siempre se tiene acceso

#### Streaming

Se le llama streaming a la transmisión en tiempo real de un video o audio, es decir, en el caso de no ser utilizado el medio streaming, para mostrar un contenido multimedia en la red, se tendrá que descargar primero el archivo entero y luego ejecutarlo, para finalmente ver y escuchar lo que el archivo contenía. Por esta razón este servicio streaming tiene como función precipitar la descarga y por supuesto la ejecución, para que de esta manera se pueda visualizar el datagrama enviado mientras este se va descargando.

### III. DESARROLLO

En el desarrollo del proyecto, se presentaron diversos obstáculos y a su vez soluciones: en un principio se quiso realizar la transmisión de video usando Windows Vista, ya

que es un sistema operativo que soporta IPv6, no obstante trae diversos permisos y defectos que impiden realizar una comunicación fácilmente, de igual manera los codificadores de video existentes para este sistema operativo, a la hora de utilizarlos no funcionan óptimamente como en otros sistemas operativos. En el sistema operativo MAC es posible trabajar con IPv6, sin embargo es de conocimiento de todos, que es algo costoso, los programas en la gran mayoría no son compatibles y no es común el uso de este acá en Colombia. Es por esta razón que en este proceso se toma la determinación de trabajar usando el sistema operativo Linux Ubuntu, ya que en primer lugar es un software libre y permite ser manipulado más fácilmente.

Es importante tener claro que la transmisión de IPv6/IPv4 se puede hacer de diversas maneras, tales como: por medio de software o bien por Routers, como se desarrollo este caso, sin embargo si se usan Routers también existen diversas alternativas, ya sea configurándolos con los diferentes tipos de tunnel, o por dual stack o bien por translación.

Sin embargo en el proyecto se llevo a cabo un tunnel ipv6ip, el cual permite encapsular los paquetes IPv6 en datagramas IPv4, haciendo uso de la infraestructura IPv4 existente y a su vez poder minimizar costos.

El desarrollo del proyecto se llevo a cabo en las siguientes 6 etapas:

#### 1. Etapa: Seleccionar el equipo de transmisión para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

En esta etapa se debe tener en cuenta que el equipo, en este caso un Router cisco, permita instalar un IOS actual, el cual soporte IPv6.

en el proceso de selección de un equipo, se tuvo claro que se quería llevar a cabo con un router Cisco, no obstante no fue una tarea fácil, ya que cuando se inicio el proyecto no se encontraba mucha información sobre este tema, sin embargo enviando una solicitud a DESCA que es una empresa que maneja estos router y que los importa a Colombia, se hizo una reunión en Cisco México, concluyendo que un router no muy costoso que podía soportarlo era el router Cisco 801, no obstante este solo maneja un puerto con IPv6 que es el WAN y los cuatro Ethernet solo soportan IPv4, pero no consta de un puerto serial para comunicarse con otro, router, es por esto que después de realizar diversos intentos para realizar la comunicación, como hacer una translación de direcciones, se toma la determinación que no es posible dar una solución óptima, debido a sus características y por ello se determina trabajar con dos router Cisco 1841.

#### 2. Etapa: Diseñar y realizar una conexión que permita la interacción entre IPv6/IPv4 [CISCO2008]

En primera instancia se realiza el diseño, especificando las direcciones estáticas que se manejan en este caso son unicast como se muestra en la figura 19.

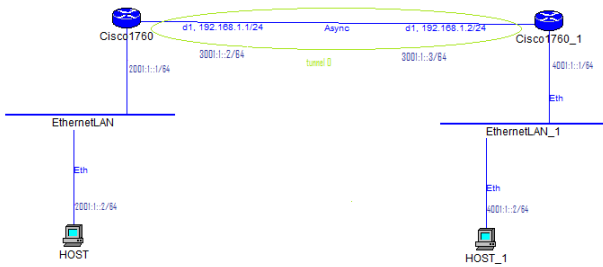


Figura 4. Diseño del túnel IPv6IP

Después del diseño se hace la implementación del mismo como se observa en la figura 20.



Figura 5. Conexión física túnel.

La infraestructura para llevar a cabo este proyecto, consta de dos Router Cisco 1841 conectados a través del puerto serial, y cada uno de ellos está conectado a un equipo que soporte IPv6, en este caso específicamente se realizó sobre el sistema operativo Linux Ubuntu.

3. etapa: Realizar la configuración apropiada, en el equipo de transmisión para comunicar IPv4 e IPv6. [CISCO2008]

Como se ha nombrado anteriormente los Router a utilizar son Cisco 1841 con un IOS 12.4(15), los cuales al ser programados realizan un túnel, es decir este mecanismo permite que se envíen datagramas IPv6 encapsulados en paquetes IPv4.

4. etapa: Definir el tipo de enrutamiento a utilizar [CISCO2008]

Protocolo de enrutamiento EIGRP [CISCO2008]

En el proyecto específicamente se utiliza el protocolo EIGRP (extendido Protocolo de enrutamiento de gateway interior) que es una versión mejorada de IGRP (Protocolo de enrutamiento de gateway interior) desarrollada por Cisco, también conocido como protocolo de enrutamiento híbrido, utiliza el mismo algoritmo de vector de distancia, emplea el algoritmo de actualización de difusión (DUAL), el cual garantiza el bucle libre de funcionamiento.

El EIGRP envía los paquetes, que son encapsulados en IPv4 o IPv6 y es responsable de la redistribución de rutas aprendidas de otros.

Ofrece propiedades de convergencia y eficacia operativa superiores, y combina las ventajas de los protocolos del estado de enlace con las de los protocolos por vector de distancia.

Entre otras características se encuentra, que aumenta el ancho de la red hay que soporta de 15 hops a 224 hops, realiza actualizaciones parciales cuando el estado de un destino cambia, eso reduce el ancho de banda para los paquetes EIGRP, de igual manera el neighbor discovery es utilizado para informar de los routers vecinos, esto en el caso de IPv6.

5. etapa: Implementar un nodo Dual Stack y/o un túnel que permita enviar y recibir datagramas de IPv4 e IPv6 [IETF2008].

En este proyecto como se observa en la segunda etapa, se diseñó e implementó un túnel usando dos routers y dos computadores.

Una Dual Stack permite recibir datagramas de IPv4 o IPv6, no obstante el equipo debe soportarlo igualmente, aunque el enfoque sea *dual stack*, éste puede variar en función de qué partes de la pila de protocolos son compartidas y cuáles son independientes para cada versión de IP. Lo ideal sería que sólo la capa de red estuviese duplicada y que las demás capas fuesen compartidas (arquitectura de capa IP dual). Esto es lo que ocurre en Windows Vista, el nuevo sistema operativo de Microsoft, en contraste con Windows XP que dualiza la capa de red y la de transporte (arquitectura de pila dual generalizada), por lo que en algunos casos los administradores han de aplicar configuración redundante para cada pila. En términos generales, la aproximación *dual stack* no requiere necesariamente la creación de túneles, mientras que para crear túneles es imprescindible una aproximación *dual stack*. Aunque lo normal es que un nodo IPv6/IPv4 implemente ambas tecnologías. No obstante en el proyecto no se lleva a cabo un *dual stack* como tal ya que no se tiene una red IPv6 en cada extremo.

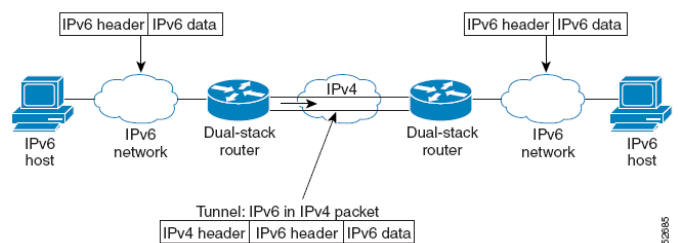


Figura 6. Nodo Dual Stack y Tunneling. [CISCO2008]

La importancia de implementar el túnel es que nos permite implementar IPv6 en redes IPv4, es decir por medio de la unión de dos o más routers es posible que se encapsulen los datagramas de IPv6 en paquetes de IPv4, lo que favorece la emigración al nuevo protocolo de internet, ya que se puede utilizar la infraestructura actual, no obstante existen otros tipos de túnel, que hacen lo contrario, o

también se puede lograr la comunicación a través de una translación, como se explica teóricamente en el marco referencial.

### 6. Etapa: Realizar las pruebas correspondientes utilizando un Sniffer, para analizar las tramas de IPv4 e IPv6.

En la siguiente figura se observa la trama de IPv6 cuando se hace la comunicación entre un equipo 1 con IPV6, pasando por el tunnel el cual encapsula los paquetes de IPV6 en datagramas en IPv4, y luego los desencápsela para que lleguen al equipo 2 que también maneja un direccionamiento ipv6 y se puede divisar la trama en la figura 23.

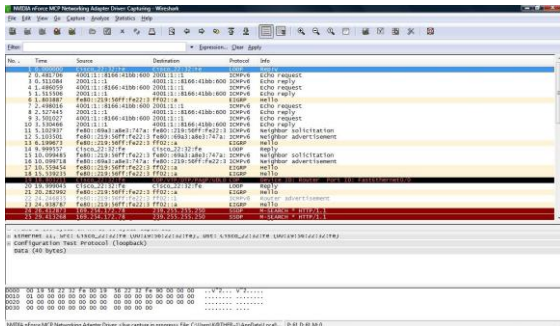


Figura 7. Equipo transmisor

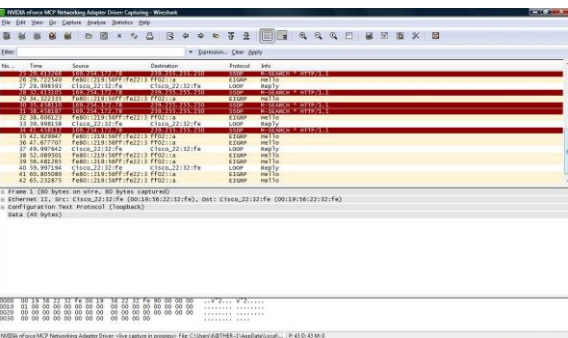


Figura 8. Equipo Receptor

## IV. RESULTADOS

Después de los diferentes experimentos con Windows vista para transmitir video streaming, se realiza la misma prueba con el sistema operativo Linux, ya que en primera instancia es un software libre y segundo permite ser manipularlo mas fácilmente, no obstante en Windows vista aunque es un sistema operativo que soporta trafico IPv6, como es nuevo presenta muchos errores y diversos permisos obstruidos, los cuales no son simples de habilitar y mas por la falta de información

- En la siguiente pantalla se muestra la configuración desde el terminal en el sistema operativo Linux Ubuntu, en este código se indica la dirección de donde se encuentra el archivo y su extensión, de igual manera la dirección del equipo a transmitir y la interface de salida, seguida por el tiempo de vida.

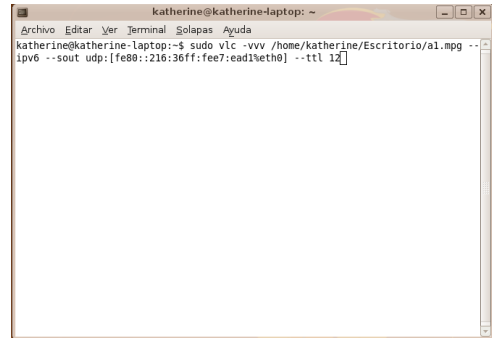


Figura 9. Equipo transmisión de video

- En la siguiente pantallazo se muestra el terminal de Linux Ubuntu desde el equipo receptor con su código correspondiente.

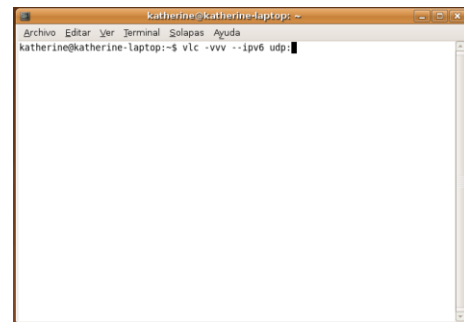


Figura 10 Configuración de equipo receter

- en este pantallazo se muestra cuando el video ya esta transmitiendo y espera respuesta del receptor

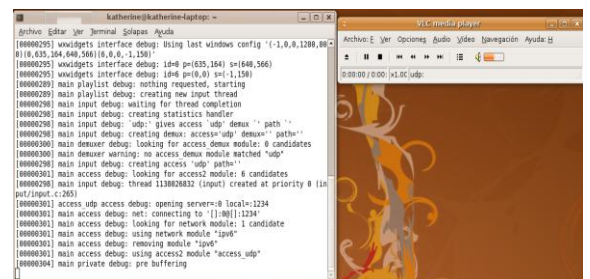


Figura 11. Equipo transmisor

- el video transmitido en el equipo receptor

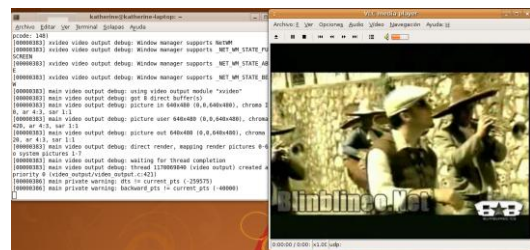


Figura 12. Video transmitido en el equipo receptor

- en los siguientes pantallazos se puede observar los datagramas IPv6, en el equipo transmisor y en el receptor.

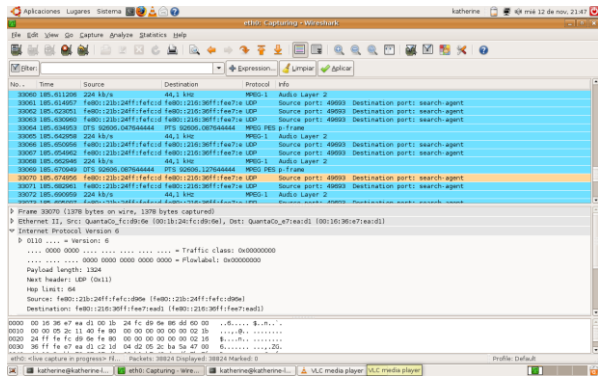


Figura 13. Análisis trama IPv6 en el equipo transmisor

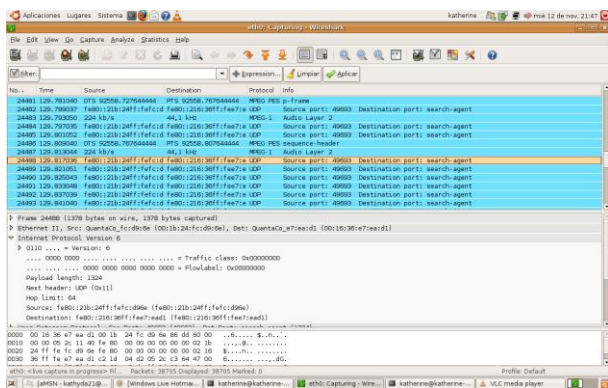


Figura 14. Análisis trama IPv6 en el equipo receptor

## V CONCLUSIONES

- Existen diversos programas que permiten la decodificación de video, sin embargo en este proyecto en primer lugar se quiso usar el Windows media Encoder el cual era útil para realizar la trasmisión de video streaming bajo el protocolo ipv4, no obstante, este no permite realizar la transferencia con el protocolo ipv6, ya que como se dijo anteriormente solo maneja direcciones de 32 bits.
- La dificultad de este proyecto se ve reflejada en la búsqueda del dispositivo a utilizar ya que actualmente cisco maneja diversos router que soportan IPv6 dependiendo del IOS que puedan soportar, no obstante estos equipos tiene un costo elevado y son difíciles de adquirir.
- Algunas de las implementaciones actuales de IPv6, tales como las que hay en el sistema operativo IOS de CISCO son muy limitadas, ya que no cuentan con una implementación de IPSec nativa IPv6, en su lugar utilizan la implementación de IPSec sobre IPv4 y la aplican sobre túneles 6to4, debido a esto se pierde el potencial real de los servicios de seguridad ofrecidos por IPv6.
- La versión 12.2(11)T3 de IOS además no cuenta con soporte para manejo de QoS, ni soporte para tráfico multicast sobre IPv6, por lo tanto fue

necesario utilizar un IOS mas actualizado como es el IOS 12.4 (6) o 12.4(15).

- Realizar una red de IPv6 punto a punto no fue posible por la incompatibilidad de versión del sistema operativo Windows vista, deben ser la misma edición.
- Para realizar una comunicación optima entre redes con IPv4 e IPv6, no basta con un solo Router ya que este no se va a entender con un host sino con otro Router, siendo este el problema principal, presentado en el desarrollo del proyecto, sin embargo es posible usar solo una dual stack cuando en el equipo se ha realizado una configuración oportuna, para que se puedan entender.
- El túnel permite con mayor facilidad, la emigración a IPv6, ya que es un método sencillo, y lo más importante es que minimiza costos porque es posible utilizar las redes actuales.
- Para realizar la transmisión de video Streaming usando el servidor vlc, fue necesario realizarla en el sistema operativo Linux, en este caso Ubuntu, ya que es fácil de manipular las direcciones y vlc tiene un mejor comportamiento en este.

## VI REFERENCIAS

- [SATL2000] Stalling William. Comunicaciones y Redes de Computadores. Sexta edición. Editorial Prentice Hall.2000
- [AUST2002] Austerberry David. La Tecnología del Streaming de Video y Audio. Editorial Focal Press.2002.
- [DAVI2003] Davies Joseph. Understanding IPv6.2003
- [HUNT1997] Hunt Craig. TCP/IP Network Administration. Segunda edicion.1997.
- [MILLA2003] Ramón Jesús Millán Tejedor. El Protocolo de Internet IPv6.

- [VERD2000] Gabriel Verdejo Álvarez. El protocolo IPv6 y sus extensiones de seguridad IPsec. Universidad Autónoma de Barcelona. 2000

#### VII BIBLIOGRAFIA

Johana Katherine Junca Ortiz, nació el 23 de Mayo de 1985 en Fusagasugá (Cund.), el 30 de Noviembre de 2001 se graduó de bachiller en el Colegio “Fundación Manuel Aya”, en el primer semestre de 2002 entró a estudiar Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en la Fundación Universitaria San Martín y actualmente se encuentra en proceso de graduación