

Diseño e implementación de redes IPv6 en MIPYMES – Caso Laboratorio de Informática

Becerra Cobos Juan Camilo,

Simbaqueva Buitrago Jerson Ricardo y Valenzuela Suarez Andrés Felipe.

Proyecto de Grado

Directora del proyecto: Claudia Patricia Santiago Cely

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Septiembre de 2013

Resumen—Este proyecto de grado se realizó con el fin de diseñar y simular una implementación de redes IPv6 en los laboratorios de informática de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito cuya infraestructura es similar a la de una MiPyme, por tal razón es importante aclarar que también se quiso observar si la red IPv4 actualmente utilizada y la IPv6 son o podrían ser compatibles y generar tráfico entre ellas.

Índice de Términos—C

Dirección IP: Es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica; con esta etiqueta un dispositivo que esté conectado a una red es identificado en ella, es decir, como una cédula para nuestros dispositivos en la red.[1]

IPv4: Las direcciones IPv4 se expresan por un número binario de 32 bits, permitiendo un espacio de direcciones de hasta 4.294.967.296 (2³²) direcciones posibles.

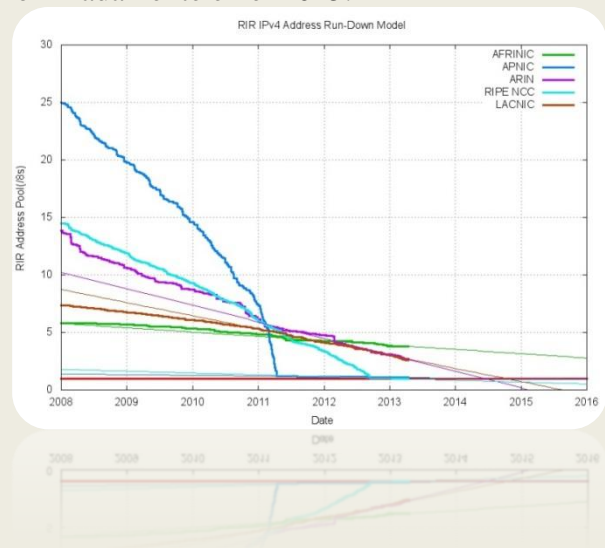
IPv6: Está compuesta por 128 bits y se expresa en una notación hexadecimal de 32 dígitos. IPv6 permite actualmente que cada persona en la Tierra tenga asignados varios millones de IPs, ya que puede implementarse con 2¹²⁸ (3.4×10³⁸ hosts direccionables).

NAT: (Network Address Translation) es una solución que se dio hace varios años cuando empezó a escasear el rango IPv4, una organización tiene una o unas pocas direcciones públicas y NAT realiza la traducción de todas las direcciones privadas de los equipos de la organización hacia las públicas usando los aproximadamente 65000 puertos de red disponibles.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a que la cantidad de direcciones que nos ofrecía IPv4 se fueran agotando con el tiempo, surgió la necesidad de crear un nuevo protocolo. Aunque realmente no es un protocolo nuevo puesto que desde 1996 IPv6 está definido, pero realmente la documentación para su implementación es escasa en comparación a su predecesor.

El protocolo IPv4 que hasta hoy es el más usado en el mundo, presenta un problema; su espacio de direcciones se ha terminado. Debido al gran incremento de usuarios y de dispositivos conectados a la red, según informes de la IANA (Internet Assigned Numbers Authority), actualmente ya no se cuenta con direcciones para U.S.A., Europa ni Asia, y las pocas direcciones que aún quedan son para América Latina y África en se estima que acabaran aproximadamente en el 2015.



[2] Diagrama RIR Adress Pool IPv4

Como se puede observar el máximo número de direcciones IPv4 es 4 billones y se estima que para el 2016 la cantidad de usuarios de Internet ascienda a los 5 billones y por su puesto la de dispositivos a los 20 billones, esto teniendo en cuenta que cada persona tiene y tendrá Smartphone, Computador personal y diferentes equipos electrónicos que van en aumento día a día y que se conectan a la red tales como impresoras, cámaras de seguridad, hornos microondas, televisores, neveras, etc..., sumado a las empresas que nacen o crecen y necesitan conectar toda su infraestructura al mundo y requieren un espacio en la Red.

Cómo va a afectar esto a la MiPyme?

Lo primero que hay que tener en cuenta es que la imposibilidad de que un dispositivo encuentre una dirección IP que le permita conectividad a la red se traduce en la imposibilidad de que un equipo tenga acceso a Internet. En un futuro una empresa nueva que requiera una dirección pública para que sus empleados accedan a Internet, montar su sitio Web y darse a conocer al mundo va a ser una tarea imposible si no se despliega IPv6.

Para las empresas actuales se encuentran dos casos, el primero será que la empresa empiece a ensayar como el nuevo protocolo va a afectar sus servicios e infraestructura y planee la implementar mecanismos de transición. El segundo será la empresa espere a que llegue el día en que los ISP presten el servicio IPv6 nativo por obligación y no esté preparada para las implicaciones que esto conlleva, entonces el proyecto de transición de infraestructura hacia el nuevo protocolo será su prioridad.

II. ASPECTOS HISTÓRICOS

En el año 1996 se empezaron a escribir los primeros documentos acerca del nuevo protocolo que estaba siendo desarrollado, IPv6. Sin embargo hasta 1998 se documentó los RFC que contenían algunas especificaciones exactas de sus creadores.

Aunque este protocolo lleva más de 12 años de existencia, su implementación aún está demorada, solo las grandes compañías como Google, Microsoft, Cisco, Facebook, entre otras ya han

desarrollado sus páginas web de formas accesibles al sistema de direccionamiento IPv6, estos cambios los hacen ajustando todo lo relacionado a sus servicios para que funcionen sobre el protocolo y que ante los ojos de los clientes sea invisible.

A nivel mundial Suiza es el país con más implementación de IPv6 con un 10% sobre la población (a finales de 2013). En cambio para Colombia es mínimo lo que se ha hecho para pasar los diferentes servicios de las empresas o instituciones a IPv6, un especial es la red de instituciones educativas más grande del país RENATA, la cual cuenta con IPv6 para ciertos colegios, universidades, institutos de educación y centros de investigación, el tráfico educativo, videoconferencias y eventos especiales usan este canal IPv6 nativo. Su estructura está soportada por Telefónica Colombia y su sostenimiento patrocinado por el ministerio de Telecomunicaciones.

En cuanto a los proveedores de servicios de internet ISP, cuentan en parte con algo de infraestructura para ofrecer IPv6 en organizaciones, pero su despliegue para que sea IPv6 nativo ha sido demasiado lento, es por eso que aún no es ofrecido a hogares como un paquete común.

III. GENERALIDADES DE IPV6

Este protocolo está compuesto por 128 bits y se expresa en una notación hexadecimal de 32 dígitos. IPv6 permite actualmente que cada persona en la Tierra tenga asignados más del rango IPv4 actual.

En IPv6 cambian servicios como DNS y DHCP principalmente, por otro lado el protocolo NAT es eliminado por completo debido al gran espacio de direcciones ofrecido.

Para el protocolo DNS existe un cambio poco significativo; si se analiza una dirección IPv4, por ejemplo de Google Colombia, se puede ver que tiene la siguiente forma:

181.48.254.40

Pero en IPv6 la dirección pasa a ser algo del estilo:

2607:f8b0:4002:c04::5e

Esto se traduce en un cambio en la forma en que un DNS hace la resolución de nombres, pero si se tiene bien configurado este servicio en el servidor o router encargado, el impacto que genera en la operación a nivel de usuario es mínimo. Cabe destacar, que un DNS destinado a resolver direcciones en IPv4 también puede resolverlas en IPv6, es decir, no está ligado a un solo tipo de dirección para resolverla, esto quiere decir que cualquier DNS está en capacidad de resolver los dos tipos de direccionamiento, solo hay que “decirle” que tipo de resolución se requiere, si en IPv4 o en IPv6 (por los registros A o AAAA). Por ejemplo, si en un browser estuviera configurado para trabajar sólo con IPv4 y se quisiera acceder a www.google.com.co, el DNS simplemente resolvería el nombre con su IP en versión 4, es decir, <http://181.48.254.40/>, pero si pasa lo contrario el DNS respondería con la página en IPv6, es decir, [http://\[2607:f8b0:4002:c04::5e\]](http://[2607:f8b0:4002:c04::5e]).

Para el caso de un DHCP, sucede algo similar, además de hacer algunas configuraciones extra, simplemente se trata de dejar de asignar un rango de direcciones en IPv4 y ponerlo en un rango de IPv6.

Con estas innovaciones se puede decir que cada día se está facilitando para todo el acceso a lo que se conoce como Internet 2.0.

IV. APRENDIENDO IPv6

NOTA: cuando mencionamos sistemas “Windows” en este artículo hacemos referencia a las versiones Vista, 7 y 8 que tienen IPv6 implementado por defecto.

Lo primero que se hizo fue conocer el protocolo IPv6, se realizó una amplia investigación donde se generó un documento que contiene definiciones, antecedentes históricos, características del protocolo, enrutamientos, mecanismos de transición entre otros aspectos mucho más específicos y relacionados a su funcionamiento, con esto se podría decir que se tuvo la idea de lo que era IPv6.

Al mismo tiempo se simularon redes simples en IPv6 nativo con la ayuda del programa Cisco Packet Tracer para mirar gráficamente la teoría en funcionamiento y así poniendo en práctica los mecanismos de enrutamiento, asignación de direcciones y comunicación que maneja el protocolo en sus nuevas versiones. Se formularon modelos de traducción IPv4 e IPv6 como los son NAT-PT y su sucesor NAT64, aunque este último no está soportado por la versión de Cisco Packet Tracer usada (Versión 5.3).

Se realizaron configuraciones de protocolos de enrutamiento, para RIPng y OSPF, se hicieron pruebas con resultados exitosos. Nos dimos cuenta que NAT-PT como mecanismo de traducción de direcciones era un protocolo obsoleto actualmente ya remplazado por su sucesor NAT-64 soportado por iOS-XE ó XR y versiones más recientes. NAT-64 en teoría es el mecanismo más eficiente que ha sido desarrollado a la fecha de este artículo para dispositivos Cisco ya que permite comunicación entre equipos IPv4 e IPv6 realizando traducciones en ambos sentidos haciendolo a nivel de capa de red.

Para la segunda parte del proyecto se utilizaron los equipos con los que a la fecha cuenta el Laboratorio de redes de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Luego de un análisis de nuestras investigaciones en la primera parte del proyecto, se concluyó que los servicios que se veían afectados por el cambio a IPv6 principalmente son DHCP y DNS y se propuso observar cuales aplicaciones montadas y ofrecidas en los servidores del Laboratorio de Sistemas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito se iban a afectar.

Se comenzó a levantar información de la infraestructura del laboratorio, todo este proceso estuvo asesorado principalmente por la Ingeniera Claudia Santiago y el personal del Laboratorio.

Los servicios están 100% en plataforma VMWare, se observaron las ventajas de usar servidores virtualizados en VMWareESXi como S.O, entre ellas: fácil administración, seguridad extra, ahorro de costos y fácil interactividad entre S.O Windows

y Linux en un mismo hardware. El detalle de servicios por máquina virtual a la fecha está detallado en uno de nuestros productos.

Posteriormente se recibió una copia del servidor Zafiro (máquina virtual usada en el laboratorio con la función de DNS y DHCP principalmente). Su montaje fue hecho en VMware Server (ya discontinuado) en sistema Windows 7 a 32 Bits ya que esta arquitectura es la única que permite la opción de montar servidores locales además es necesario que IIS esté activo para el funcionamiento del mismo.

El servidor Zafiro corre en SlackWare 13.0, antes que nada se debe configurar las tarjetas de red, tanto en el VMware Server como en Slackware, esto debido a que cuando se realiza una copia de una máquina virtual se tienden a desconfigurar las tarjetas de red, ya que cambia el ambiente hardware original al segundo de pruebas, en SlackWare es necesario acceder al archivo `/etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules`, borrar su contenido, guardar los cambios y reiniciar la máquina. Esto asegura que al iniciar de nuevo el S.O. se reconozcan las dos tarjetas de red en orden.

Para la puesta en marcha del DNS y el DHCP en versión IPv6, solo se requiere modificar algunas líneas en los archivos de configuración propios de los servicios.

Para DNS se trabaja con el archivo `etc/DNS/nombrehost.com.host` y se cambian las líneas de registros A por el llamado *quad A*, de esta forma una nueva línea toma la forma IN AAAA y la dirección IPv6 que se quiera asignar al nombre del host.

Para DHCP se trabaja con el archivo `/etc/dhcpd.conf`, cambian los encabezados subnet por subnet6, se elimina el netmask y se colocan las direcciones en el rango, un fragmento quedaría:

```
subnet6 2001:db8:0:1::/64 {
    # Range for clients
    range6                2001:db8:0:1::129
    2001:db8:0:1::254;
```

NOTA: Para mayor información dentro de nuestros productos se documentaron las guías completas.

El montaje de DNS fue exitoso, resolvía eficazmente las direcciones con IPv6, pero el DHCP no fue el mismo caso, esto debido a que IPv6 maneja dos tipos de direcciones, locales y globales o públicas. Las locales con el prefijo `fe80::/10` pueden ser configuradas por servidor DHCP o automáticamente a partir de la MAC (Stateful y Stateless), estas últimas son las generadas por Windows, que son comprobables bajo la ejecución en una terminal del comando `ipconfig` en cualquier equipo. Windows tiende por defecto a aplicar el algoritmo EUI-64, el cual sirve para generar su propia dirección a partir de la MAC y rechazar la dirección recibida por un servidor. Para permitir a un S.O Windows reciba una dirección IPv6 por servidor debe ejecutarse en CMD como administrador el comando:

```
NETSHINT        IPv6        SET        INT#
ADVERTISE=ENABLED  MANAGED=ENABLED
OTHERSTATEFUL=ENABLED
```

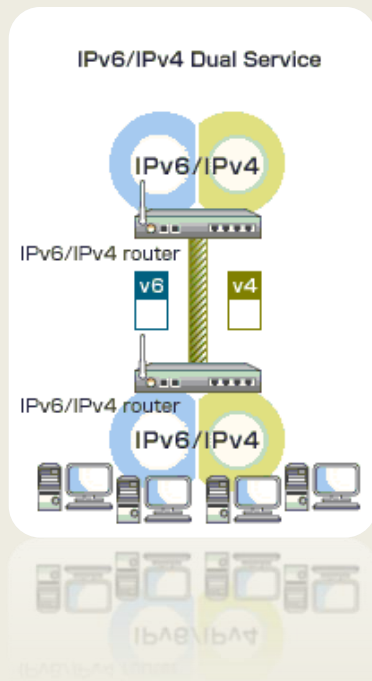
Donde # corresponde al indicador de la interface sacado del comando: `NETSHINT IPv6 SHOW INT`

El alcance del proyecto llegó por tiempo hasta este punto. Se llegó a generar documentos e información útil y pionera en IPv6 para la Escuela Colombiana de Ingeniería, esperamos en unos años inspirar otros proyectos de grado con temas interesantes como “*Configurando DC sobre IPv6 con políticas organizaciones caso Windows, Linux y MAC OS*” ó “*Análisis de seguridad de IPv6, carencia de NAT para las empresas e IPsec*” ya que el conocimiento base se pudo adquirir echando un vistazo a nuestro trabajo.

V POSIBLE ALTERNATIVA DE TRANSICIÓN PARA LA ECI

En los laboratorios de informática de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito no se tienen redes IPv6 establecidas, por el contrario todo funciona con el protocolo IPv4, según las estadísticas de las que hemos hablado anteriormente tener IPv6 no va a ser cuestión de lujo en T.I si no

que por el contrario se volverá una necesidad.



[3] Diagrama Dual Stack

Una vez logramos tener los conceptos claros acerca de IPv6, comenzamos a hacer la documentación y las pruebas correspondientes a los diferentes equipos del laboratorio, de todo esto se llegó a que íbamos a utilizar una interface Dual Stack en un Router para mantener tráfico IPv6 e IPv4 concurrente.

Sabíamos entonces que existen mecanismos de encapsulamiento llamados túneles para generar interconexión entre IPv4 e IPv6 pero su rendimiento es deficiente. Probamos con NAT-PT a nivel de Router para realizar traducciones pero es un protocolo discontinuado y NAT64 su predecesor es muy nuevo por lo que los Routers del Laboratorio al por su S.O actual no soportó ninguno de los dos.

La solución propuesta es mantener a los host con ambas direcciones válidas y configurar el router de punto de salida de la Escuela para que distribuya paquetes en ambas versiones a sus respectivas salidas, donde un ISP nos dará pleno soporte IPv4 y otro IPv6 o podría ser el mismo.

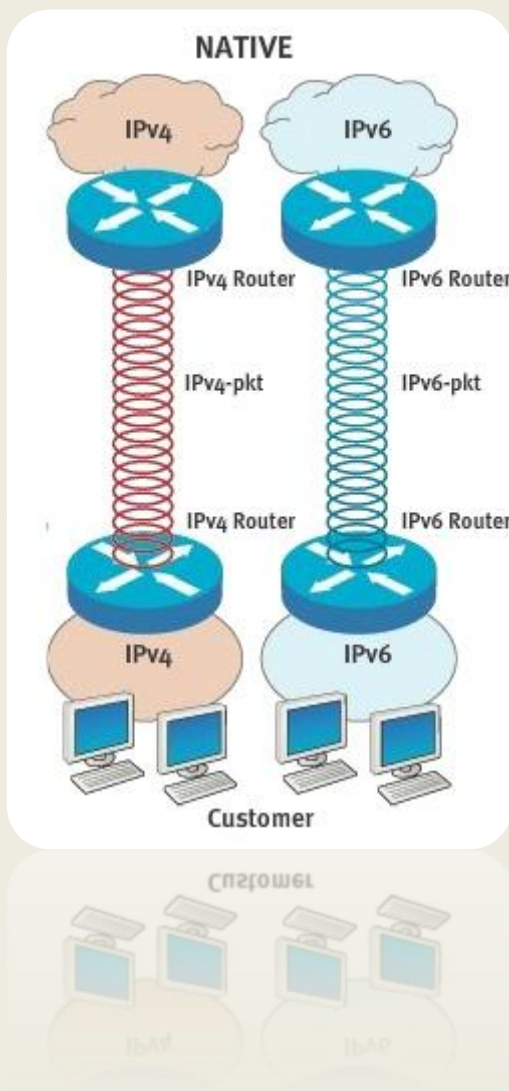
Se debería mirar la posibilidad de conectar los dos routers de salida (IPv4 ETB e IPv6 Telefónica) para

probar si se podría mandar tráfico por los canales de RENATA y aprovechar este enlace poco usado. Retomando, concluimos que nuestro punto de salida debe tener un Dual Stack (direcciones de ambos protocolos en una interfaz) y el proveedor o proveedores nos deben garantizar un IPv6 nativo como servicio nuevo, ya que con las pruebas que realizamos para acceder a Internet 2.0 en Túneles Teredo de Microsoft, los paquetes IPv6 son muy dependientes de los de su antecesor y no hay una comunicación nativa del nuevo protocolo. Por otro lado es importante aclarar cómo se mencionó anteriormente que el ISP o ISP(s) nos deben garantizar ambos tráficos, ya que el proceso de pasar de Internet 1.0 a 2.0 es largo y el despliegue lento, quedarnos con una configuración IPv6 nativa simplemente nos desconectaría del 99% del internet.

La red RENATA que habíamos mencionado anteriormente, está conectada a la Escuela mediante un router de telefónica con soporte IPv6 puro solamente para tráfico educativo y publicado por las universidades. Cualquier otra página o servicio IPv6 solamente fue accesible por túneles Teredo y salidas IPv4 al router de ETB. Sin mencionar que teredo no resuelve nombres a direcciones la utilidad de este es casi nula si queremos acceder a Internet 2.0.

VI. UN MODELO DE IPv6 NATIVO EN EL LABORATORIO

Para los funcionarios de los Laboratorios de Informática de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, es importante tener un control absoluto sobre todos los equipos que trabajan en el laboratorio, este control se da mediante permisos, políticas de administrador y mediante la dirección IP de cada equipo.



[1] IPv6 nativo

Como las direcciones en IPv6 son demasiado extensas, LACNIC que es la entidad encargada de otorgar los bloques de direcciones IP's para América Latina, le está asignando los rangos 2800::/16, 2801::/16, 2802::/16 y 2803::/16 a Colombia, el cual va a ser el tipo de rango de direcciones que tendría la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito al solicitarla por ISP. En el laboratorio se colocarán direcciones Stateless Link Local de tipo fe80::/10 producidas por autoconfiguración donde lo siguiente al prefijo corresponden a la dirección MAC, esto con el fin de permitir el uso de políticas de los controladores de dominio mencionadas anteriormente. Estas direcciones Link Local son para uso de red local y la salida deberá ser una distribución de la Global asignada por el ISP. Este modelo propuesto será la distribución futura para un IPv6 nativo.

Puesto que no necesitaremos de NAT con IPv6 el rendimiento del Router de salida será óptimo ya que podrá recibir más de 65536 sesiones activas puras sin necesidad de convertirlas a través de un NAT. Mucho se ha dicho acerca de la eliminación del NAT como un problema de seguridad ya que las estructuras de las organizaciones quedarían al descubierto.

VII. ANÁLISIS DE IMPACTO DE IPV6 EN LAS MYPIME

Con IPv6 nativo a futuro van a existir grandes ventajas:

- Se elimina el NAT, mayor rendimiento y velocidad de los routers de salida.
- Mayor rango de direcciones públicas para la organización.
- Cifrado de todos los paquetes por IPsec, mayor seguridad.
- Auto-configuración de los equipos, similar a Plug & Play
- Voz sobre IP más eficiente, mejor calidad.
- Mejor velocidad y eficiencia multimedia, IPv6 maneja Jumbogramas (paquetes que limitan el límite de carga útil de IPv4 de 64 Kb hasta un máximo de 4 Gb).
- Nuevos modelos para los negocios, como el aprovechamiento del espacio de direcciones para rastrear vehículos, equipos, mercancía, y personas, que no será cosas de ficción.

Desventajas de IPv6:

La única desventaja conocida es la incertidumbre de que tan seguro va a ser IPv6 sin el NAT, la estructura de la organización prácticamente quedaría al descubierto y da la impresión de facilidad para rastrear equipos a los atacantes.

Impacto de la transición:

Pasar a IPv6 nativo toda la compañía y dejar a un lado IPv4 es perder servicios y aplicaciones que no han sido actualizados aún, además de perder activos de hardware como Impresoras. Lo ideal es mantener los dos soportes tanto por ISP como por

infraestructura interna. Usar IPv6 para servicios y sitios web ya soportados va a ser una experiencia que adquirirá las ventajas anteriormente mencionadas y para lo demás se debe continuar con IPv4 mientras se realiza el despliegue completo. Experimentar la transición de una vez permitirá a la empresa ir mirando cuales de sus servicios se ven afectados positivamente como los son Intranets, Extranets, Bases de Datos, Sitios Web, repositorios como Share Point con las ventajas de IPv6 ya que en teoría no suponen ningún cambio en funcionalidad. Permitirá a la empresa ir mirando si su hardware y software es compatible en todos los dispositivos conectados, personalizar sus direcciones públicas e ir planteando soluciones de reestructurado de toda su red interna sin NAT.

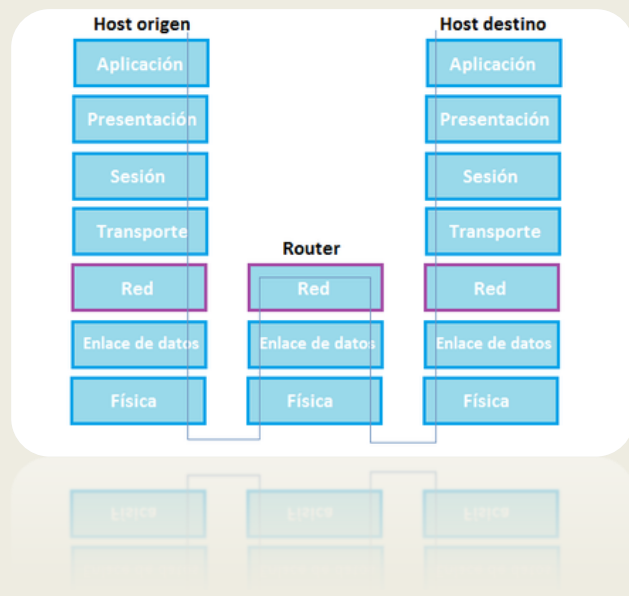
Mecanismo de transición:

Como lo mencionamos anteriormente, los túneles son poco eficientes y requieren configuraciones complicadas, en lugar de esto lo más recomendable es el Dual Stack, acordar con el ISP una dirección global IPv6 y solicitar la asignación de esta en la interfaz de salida del router corporativo junto con la IPv4 y así mantener el ambos tráfico nativos, obviamente el ISP debe garantizar un soporte completo al tráfico IPv6.

VIII. Propuesta para implementar DNS, DHCP y demás servicios con mayor eficiencia

Según los ejercicios y pruebas realizados para las configuraciones independientes en un servidor Slackware de un DNS y un DHCP, resulta bastante evidente, ver que la configuración de una red en IPv6 por más compleja que sea se vuelve bastante simple al momento de “delegarla” a un router; es decir, desde cualquier router, medianamente moderno, se puede configurar bastante rápido un DHCP, un DNS y obviamente el direccionamiento en IPv6, sin necesidad de acceder a toda complejidad que tiene un servidor como Slackware; basta con ejecutar en la consola de un router comandos bastante claros y evidentes para hacer la configuración completa de la red.

Aunque no se hicieron tantas pruebas de carga sobre una red compleja del funcionamiento y desempeño de un servidor dedicado a DNS y DHCP contra unos routers debidamente configurados, en teoría el funcionamiento de la red se ve mejorado por el uso de routers y no tanto de servidores, un buen tema de investigación sería comprobarlo. Una explicación a esto es que teóricamente el router proporciona conectividad a nivel de red, es decir, se ubica en la capa de red del modelo OSI.



Mientras que un servidor, por lo general, se ubica e implementa más niveles del modelo OSI que un router; entonces podemos darnos cuenta que el hecho de que un paquete tenga que “escalar” la mayoría los niveles del modelo OSI para que un servidor DNS o DHCP pueda entenderlo y direccionarlo o hacer el proceso que deba hacer con él, resulta mucho más ineficiente que el trabajo “simple” que hacer un router. Pero tampoco podemos descartar del todo a un servidor, ya que éste puede tener mayor capacidad de procesamiento que un router y puede ser dedicado a otras labores que requieran mayor carga de trabajo; ¿entonces cuál es la solución para una red sea eficiente en este cambio a IPv6 y que no se vea afectada por los problema que hemos puesto al descubierto en nuestra investigación?

Una posible solución sería dejar de usar tantos servidores, donde su potencia pueda ser usada para administrar servicios, y en cambio usar otros dispositivos que están en capacidad de desempeñarse mucho más rápido y eficiente, como lo son los routers o algunos switch especiales; de esta manera no solo se descongestionan los canales si no que realmente se está haciendo una división o asignación de responsabilidades mucho más efectiva.

IX. Bibliografía

- [1] <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/plotend.png>, 21 06 2011.
[Online]. Available: <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/plotend.png>.
[Accessed 2013 07 12].
<http://www.eu.ntt.com/>, "<http://www.eu.ntt.com/>,"
<http://www.eu.ntt.com/>, [Online]. Available:
http://www.eu.ntt.com/uploads/pics/img_service_ipv6_2_01.gif.
[Accessed 08 07 13].
- [2] <http://www.eu.ntt.com/>, "<http://www.eu.ntt.com/>,"
<http://www.eu.ntt.com/>, [Online]. Available:
http://www.eu.ntt.com/uploads/pics/img_service_ipv6_2_01.gif.
[Accessed 08 07 13].
- [3] RENATA, "renata.edu.co," RENATA, 26 Agosto 2008.
[Online]. Available:
<http://www.renata.edu.co/index.php/ipv6.html?start=3>. [Accessed 15
07 2013].