PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA TRANSICIÓN DEL PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 4 (IPV4) AL PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 6 (IPV6) EN LA EMPRESA MARKET MIX S.A.S

PRESENTADO POR:

LEIDY JESNETH MELO MORENO

COD 2092000

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

2015

PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA TRANSICIÓN DEL PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 4 (IPV4) AL PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 6 (IPV6) EN LA EMPRESA MARKET MIX S.A.S

LEIDY JESNETH MELO MORENO

Proyecto de Pasantía Empresarial Para Optar al Título De Ingeniera Electrónica

DIRECTOR:

DAVIS MONTENEGRO MARTINEZ

INGENIERO ELECTRONICO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

015

HOJA DE ACEPTACIÓN

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del jurado

_____

_____

Firma del Director de la Monografía

_____

_____

Ciudad y fecha de entrega (día, mes, año)

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco especialmente a Dios por acompañarme y guiarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de nuevas experiencias y aprendizajes.

Le doy gracias a mis padres Guillermo y Norela por apoyarme en todo momento quienes me acompañaron a lo largo de este camino, enseñándome que un profesional no solo vale por sus conocimientos teóricos, también vale por su calidad como persona.

Tabla de contenido

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABLAS

GLOSARIO

BLENDING: mezcla de llamadas, es un intercambio entre llamadas salientes o entrantes en un mismo *Contact Center*

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol, (Protocolo de Configuración Dinámica de Host)

DNS: Domain Name System, (Sistema de Nombres de Dominio)

FTP: File Transfer Protocol, (Protocolo de Transferencia de Archivos)

HTML: HyperText Markup Language, (Lenguaje de Marcado de Hipertexto)

HTTP: Hypertext Transfer Protocol, (Protocolo de Transferencia de Hipertexto)

IANA: Internet Assigned Numbers Authority

ICMPv6: Internet Control Message Protocol for IPv6, (Protocolo de Mensajes de Control de Internet para IPV6)

IEEE 802.1Q: Institute of Electrical and Electronics Engineers,

IETF: Internet Engineering Task Force, (Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet)

IPsec: Internet Protocol Security,

ISATAP: Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol

INBOUND: Llamadas entrantes

ISP: Internet Service Provider, (Proveedor de servicios de Internet)

LAN: Local Área Network, (Red de área local)

MRU: Maximum Receive Unit, (Unidad Máxima de Recepción)

MTU: Máximum Transfer Unit, (Unidad Máxima de Transferencia)

OUTBOUND: Llamadas salientes

QoS: Quality of Service, (Calidad de Servicio)

RAM: Random Access Memory, (Memoria de Acceso Aleatorio)

RIP: Routing Information Protocol, (Protocolo de Información de Enrutamiento

RIPng: Routing Information Protocol Next Generation, (Protocolo de Información de Enrutamiento de la siguiente generación)

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol, (Protocolo Simple de Transferencia de Correo)

SNMP 3: Simple Network Management Protocol, (Protocolo Simple de Administración de Red)

TCP/IP: (Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet),

TFTP: Trivial File Transfer Protocol, (Protocolo de Transferencia de Archivos Trivial)

UDP: User Datagram Protocol

VLAN: (Red de Área Local Virtual)

VLSM: Variable Length Subnet Mask, (Máscaras de Subred de Tamaño Variable

VoIP: Voice over IP, (Voz sobre el Protocolo de Internet)

WAN: Wide Área Network, (Red de Área Amplia)

PARTE I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende referir y entregar un marco de referencia, para aquellas personas que deseen desarrollar un diseño dentro de una PYME (Pequeña y Mediana Empresa) para la migración de protocolos de internet.

La solución se enfoca en las necesidades de clientes pertenecientes a la pequeña y mediana empresa, que busca promover una solución rápida y efectiva, para lograr la transición de IPv4 a IPv6, basándose en estudios previos y un análisis acerca de la nueva nomenclatura del protocolo y especificaciones en seguridad en las redes, con el fin de garantizar un manejo óptimo de la información dentro de la organización.

Desde la perspectiva de la Ingeniería Electrónica, este trabajo se presenta como un marco conceptual para el diseño de soluciones de redes, al abarcar temas relacionados directamente con el área de protocolos de red y comunicaciones.

El presente documento se divide en cinco partes, las cuales consisten en:

La primera parte presenta la introducción al proyecto, donde se puede ver su importancia, el contexto en el cual se desarrolla, sus antecedentes, el problema a resolver, al igual que su alcance y limitación.

En la segunda parte se presenta el marco conceptual, en el cual se muestra una breve descripción teórica de cada uno de los recursos que hacen parte del diseño de la solución propuesta.

En la tercera parte se evidencia el desarrollo del proyecto, que incluye el diseño metodológico, los elementos pertinentes al trabajo como lo son las fuentes de información utilizadas y el cronograma de trabajo.

La cuarta parte contempla las conclusiones y resultados que se obtienen con este proyecto.

Finalmente, se tiene la parte de los anexos, los cuales se relacionan directa e indirectamente con el tema abarcado y, con los cuales se complementa el trabajo.

CONTEXTO

MarketMix S.A.S desarrolla, integra y comercializa de manera efectiva y segura los servicios de:

- Contact Center el cual diseña y desarrolla campañas Inbound, Outbound y Blending, a nivel local, nacional o internacional mediante una plataforma CallCenter. La cual se basa en tecnología IP para gestionar los centros de llamadas y de atención al cliente. Proporcionando un encaminamiento inteligente de las llamadas y una gestión multimedia de estas.
- Logística y de personal, para el apoyo o ejecución de operaciones de mensajería y domicilios. La primera reside en la entrega o recolección de documentos, integrando los procesos de ventas de productos como: seguros, tarjetas de crédito, etc. Y la última se basa en los protocolos y normas de cada cliente, todo esto soportado por el sistema web de control Logístico.
- El último servicio que ofrece es el de alianzas el cual elabora la consecución y administración de uniones estratégicas, que se traducen en beneficios para cada uno de sus clientes y sus grupos de interés.

Su foco de atención son los diferentes sectores industriales en varios mercados por lo que al tener la combinación de estos tres servicios la hacen única y con una gran variedad de clientes potenciales. Está dirigido básicamente a aquellas empresas que desean centralizar sus negocios.

Para ser una compañía líder a través de soluciones integrales donde se maximicen los servicios en alto rendimiento y valor. Se debe generar un crecimiento físico, personal y mantenerse a la vanguardia tecnológica es por esto que se plantea a la empresa MarketMix S.A.S. la implementación de la transición de IPv4 a IPv6.

Para realizar la ejecución de esta idea simplemente se van utilizar los conocimientos adquiridos durante la carrera y el desarrollo de la pasantía, complementándose con la teoría del diplomado de CISCO CCNAv2. Con todo esto se busca realizar una buena práctica en la realización de esta innovación.

1. TÍTULO

PLANTEAMIENTO DE LA TRANSICIÓN DEL PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 4 (IPV4) AL PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 6 (IPV6) EN LA EMPRESA MARKET MIX S.A.S

2. PROBLEMA

La IANA (Autoridad de Números Asignados en Internet) es la autoridad encargada de supervisar la asignación de direcciones IP, debido a que esta entregara las últimas direcciones IPv4. Y que el bloque entregado a Latinoamérica y Caribe, este previsto su agotamiento en 2013 o a lo sumo en el 2014. Razón por la cual se comienza a idear un nuevo protocolo por la falta de direcciones. La versión 4 tiene un espacio de direcciones de 32 bits, en cambio la versión 6 ofrece un espacio de 128 bits. La cantidad insuficiente de direcciones de IPv4, junto con la de coordinación para su asignación, ya que esta se realizó, sin ningún tipo de optimización, dejando espacios de direcciones discontinuos, que generaron, dificultades no previstas, haciendo necesaria la adopción y transición al protocolo IPv6.

Colombia liderado por el MINTIC ha comenzado adoptar y promocionar de estas nuevas técnicas incluidas en la circular del 6 de Julio del 2011 con asunto “Promoción de la Adopción de IPv6 en Colombia” del Ministerio de Tecnologías y el manual GEL V3.0 que incorporan claras iniciativas de políticas y planes para la adopción de esta, donde uno de sus propósitos es garantizar que la tecnología proyectada sea la adecuada.

En busca desarrollar un proyecto que ayude a ampliar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la pasantía y lo descrito anteriormente, se diseña para la empresa MarketMix S.A.S. una estrategia de migración de IPv4 a IPv6, sin afectar la operación normal de la red

De la misma forma con IPv6 se busca dar un respaldo a los requerimientos de calidad de servicio que solicitan las nuevas aplicaciones y servicios de red que surgen de la conectividad con las redes de alto desempeño a las cuales quiere competir MarketMix S.A.S.

3. ANTECEDENTES

El desarrollo de Internet, se ha convertido progresivamente en una pila de información de contenidos, en gran parte por sí misma y por el desarrollo de las nuevas redes y mercados. Cuando comenzó a difundirse, a comienzos de la década de los años 90, se utilizaba prácticamente sólo en los espacios de la investigación y la educación; hoy en día su uso está más extendido en contextos empresariales e incluso residenciales, hasta el punto de que esta generalización se ha convertido en el principal catalizador para que, al día de hoy, la dimensión del tráfico de datos haya sobrepasado al del tráfico de voz en las redes.

El aspecto más interesante de Internet es que permite crear espacios de mercado para un conjunto de nuevos actores, cada uno de los cuales incrementa la creación de valor a través de los contenidos.

Debido a estos precedentes y requerimientos cambiantes dentro de las empresas y para que estas gocen de una mayor cantidad de aplicaciones multimedia y de red que dominan el ancho de banda. El cambio de IPv4 a IPv6 es crítica para la viabilidad de las redes empresariales y las redes públicas de la Internet para que sigan creciendo. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Técnicamente en éste momento el sistema de direccionamiento ya no es suficiente para la gran cantidad de equipos conectados a la misma red, la demanda actual y futura no podrá ser satisfecha por la versión actual de IP, además, las tablas de enrutamiento actuales son demasiado grandes debido a la gran cantidad de direcciones que existen sin tener una autoconfiguración.
- Socialmente las necesidades de los usuarios de la Internet han aumentado exponencialmente, exigiendo nuevas capacidades que la versión 4 no proporciona como lo son seguridad, privacidad, velocidad, VoIP, multimedia, teleconferencias y aplicaciones de gran demanda.

Para tener las bases suficientes para el cambio primero se debe de entender cómo se estructuró la Internet desde sus inicios, ver su crecimiento, conceptos y generalidades, ver las versiones de IP, recalcar los beneficios de IPv6 y ver porque se debe de cambiar a la nueva versión de IP.

4. JUSTIFICACIÓN

Se plantea a la empresa MarketMix S.A.S la necesidad de iniciar la transición de su infraestructura de servicios informáticos (equipos y aplicaciones) hacia IPv6, con el fin de ser partícipes de la nueva generación de tecnologías, permitiendo así seguirse consolidando y volverse un referente de calidad. Ya que dentro de sus objetivos busca mantenerse a la vanguardia de las nuevas tecnologías que contribuyan a un mejor desempeño en el manejo de la información y así avanzar en un proceso de innovación que permitirá disponer de una mayor calidad sobre los servicios que presta.

Con la implementación de esta versión, se busca seguir con la evolución tecnológica con la que ha ido avanzado las redes en el ámbito de los protocolos de internet más específicamente a la tendencia “The Internet of Things”(Cisco 2014), de esta manera, poder brindarles a los clientes mayor calidad en los servicios. El uso de esta, dará beneficios como: mayor espacio de direccionamiento, cabecera IPv6 más simple, autoconfiguración mediante la utilización del protocolo Neighbor Discovery, incorpora una etiqueta que proporciona flexibilidad para los ISPs, seguridad a nivel de red nativa y menor congestión en la transmisión; además puede ser un caso de estudio para otras empresas que quieran asumir el reto de realizar esta migración en cuanto a diseño y solución.

Finalmente los aportes en el área de la ingeniería están basados en el rendimiento y la calidad de servicio, que en la actualidad son puntos críticos para el desarrollo en redes y solución de servicios.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Plantear un marco conceptual que permita la implementación de la transición del protocolo de internet versión 4 (IPv4) al protocolo de internet versión 6 (IPv6).

5.2. Específicos

- Identificar los conocimientos y tecnologías que se requieren para la implementación de este proyecto.
- Investigar aplicaciones y servicios en telecomunicaciones para la migración de IP's
- Analizar el funcionamiento que posee IPv6 que permitirán el manejos de las de redes de a información dentro de MarketMix S.A.S
- Diseñar la topología propuesta, tomando en consideración las necesidades y recursos que exige el proyecto.

6. FACTIBILIDAD

Los usuarios y las aplicaciones de red cada vez exigen de Internet y sus protocolos funcionalidades para las cuales no fueron diseñados originalmente. En la actualidad es muy común que la sociedad en general use el Internet como el medio de comunicación, entretenimiento y negocios más popular, accesible y rentable del mercado.

Es por eso que la transición a IP versión 6 por parte de la red de MarketMix S.A.S. es un trabajo no exento de tropiezos y costos. La mayoría sólo serán apreciados hasta el momento de llevar a cabo el diseño.

Los riesgos se relacionan con la posible pérdida de eficiencia en la red o sectores de la red en que se implante IPv6 en el periodo de transición. Es de esperar que durante el tiempo en que demora la red en converger en prestaciones y servicios de la versión 6, se presenten traumatismos o inconsistencias en el normal funcionamiento de la infraestructura, tales como la integridad y seguridad de la información.

Los posibles costos generados en la transición dependen de los cambios o actualizaciones requeridas en hardware y software, específicamente en routers o switches. No obstante, la inclusión de un nuevo protocolo de red no implica que se deban realizar cambios físicos en los dispositivos de red en los equipos de usuarios o en la infraestructura de acceso a la red.

Además debemos ser conscientes que el proceso de transición a nivel de red y de servicios es sólo una parte de la migración, ya que si se quiere sacar provecho a las nuevas características del protocolo, es necesario emplear nuevos esfuerzos en extender la red con aplicaciones que soporten QoS, sistemas que gestionen la seguridad en los procesos y la imposición de la movilidad como agente facilitador de servicios a los usuarios, entre otras cosas.

PARTE II

7. MARCO TEÓRICO

Es necesario ubicarse en contexto sobre las arquitecturas de red y del funcionamiento interno de su familia de protocolos, ya que cada vez más, se trata de redes que nos conectan, personas que se comunican en línea de todo el mundo. Actuales servicios que se están ampliando diariamente para tomar ventaja de la red.

Por tal razón en vez desarrollarse sistemas únicos y diferentes para la entrega de cada nuevo servicio, la industria de la red ha adoptado un marco de desarrollo que permite a los diseñadores entiendan las plataformas de redes actuales, y mantenerlos. Al mismo tiempo, se utiliza este marco para facilitar el desarrollo de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades de comunicaciones futuras y mejoras tecnológicas.

7.1. Contextualización de IP

Una dirección IP es un ID que representa a cada host dentro de una red de datos. Se caracteriza por ser exclusiva, ya que no sería lógico que dentro de una misma ciudad existieran varias direcciones con la misma nomenclatura. Estas se conforman de dos partes: Una de estas, identificador de red y la otra un identificador de host, teniendo en cuenta que todos los dispositivos que pertenecen a la misma red requieren que su ID de red sea el mismo.

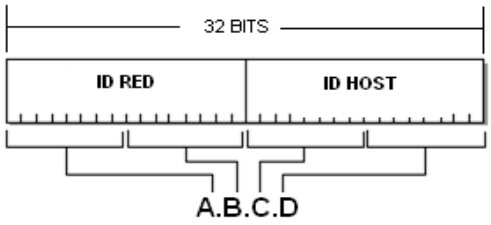


Figura 1. Formato de dirección IP

Fuente:https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc787434%28v=ws.10%29.aspx

7.1.1. Estructura del datagrama del protocolo IPv4[1]

La estructura de un datagrama IP, se divide en bloques de 32 bits (4 bytes), comenzando de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, el primer bit es el bit 0, el orden es importante ya que dependiendo del equipo al que se está

[1]SÁNCHEZ, G. L. A. Capitulate II. Teoría y métodos de transición IPv4 e IPv6 2011., pág. 26

comunicando es su manera de guardar los bits en memoria, ver figura. A ésta manera de transmitir los bits se le denomina network byte order.

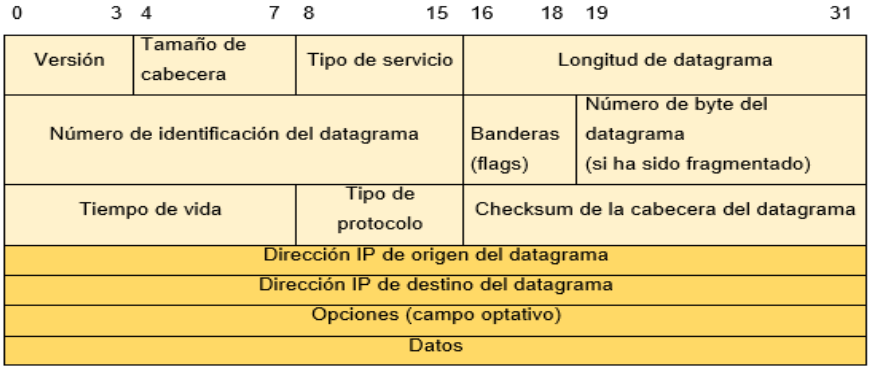


Figura 2. Estructura de un datagrama IPv4
Fuente: Autora

Los datos del encabezado son importantes ya que son la manera de dar a conocer al ruteador o al otro host lo que se está enviando. Para tener más claros los campos se detalla su contenido a continuación.

El campo de versión especifica que formato de versión es el datagrama, ésta información solamente lo utilizan los ruteadores y la capa IP de la conexión, permite que coexistan varias versiones de IP en las diferentes redes conectadas a la Internet sin que el usuario sepa de su existencia.

El campo de tamaño del encabezado indica el número de palabras de 32 bits que ocupa el encabezado, estos 4 bits limitan el tamaño del encabezado a 60 bytes, sin embargo por lo regular se ocupan 20 bytes.

El campo de tipo de servicio son 8 bits, los primeros 3 no se usan, los siguientes 4 definen el tipo de servicio y el último bit no se utiliza pero debe de tener valor de 0 siempre, en los bits de tipo de servicio, solamente uno puede estar activo a la vez.

7.2. IPv6

El IP versión 6 (IPv6) es el nuevo Protocolo Internet, diseñado como el sucesor para la actual tecnología que se encuentra en funcionamiento IP versión 4 (IPv4). Las principales novedades del IPv4 al IPv6 recaen principalmente en las siguientes categorías tal como se define en RFC2460(S. Deering 1998):

- Capacidades de Direccionamiento Extendida

El IPv6 incrementa el tamaño de dirección IP de 32 bits a 128 bits, para dar soporte a más niveles de direccionamiento jerárquico, un número mucho mayor de nodos direccionables, y una autoconfiguración más simple de direcciones. La escalabilidad del enrutamiento multienvío se mejora agregando un campo "ámbito" a las direcciones multienvío. Y se define un nuevo tipo de dirección llamada "dirección envío a uno de", usado para enviar un paquete a cualquiera de un grupo de nodos.

- Simplificación del Formato de Cabecera

Algunos campos de la cabecera IPv4 se han sacado o se han hecho opcional, para reducir el costo del caso común de proceso de tratamiento de paquete y para limitar el costo del ancho de banda, de la cabecera IPv6.

- Soporte Mejorado para las Extensiones y Opciones

Los cambios en la manera en que se codifican las opciones de la cabecera IP permiten un reenvío más eficiente, límites menos rigurosos en la longitud de opciones, y mayor flexibilidad para introducir nuevas opciones en el futuro.

- Capacidad de Etiquetado de Flujo

Una nueva capacidad se agrega para permitir el etiquetado de paquetes que pertenecen a "flujos" de tráfico particulares para lo cual el remitente solicita tratamiento especial, como la calidad de servicio no estándar o el servicio en "tiempo real".

7.2.1. Formato de la Cabecera IPv6

El encabezado de la versión 6 es una versión mejorada, no se realizó mayores modificaciones a la estructura ni el contenido, no obstante se han hecho cambios en cuanto a seguridad y suprimiendo datos que eran inútiles o redundantes.

Los cambios se realizaron principalmente en dos aspectos:

- Ampliación del campo de dirección IP a 128 bits, aumentando de 32 a 128 bits cada dirección, se aumentó el número de direcciones significativamente.
- Campos de longitud fija, para facilitar el proceso que se le da a cada datagrama en los ruteadores para encaminarlo hacia su destino, se adoptó

un formato fijo el cual agiliza el tráfico de los datagramas y las opciones siguen estando pero ya no como parte del encabezado.[2]

En esencia el protocolo IPv6 sigue teniendo las mismas características de la versión 4 como se puede ver en la figura, el servicio que presta funciona y es lo suficientemente flexible para las necesidades que se presentan hoy en día.

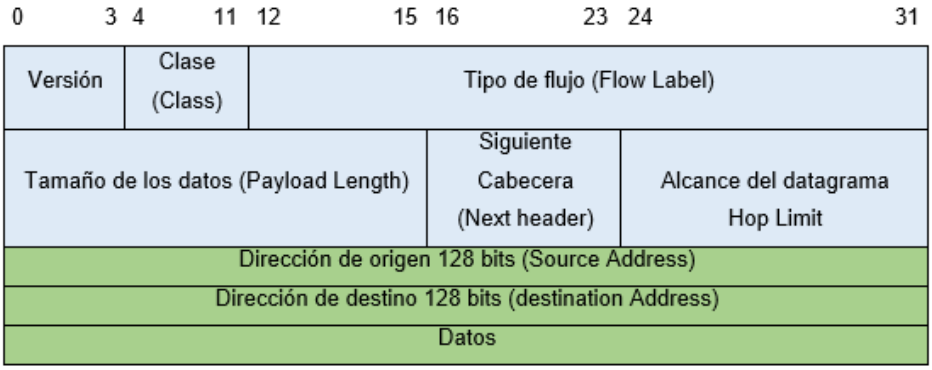


Figura 3.Estructura de un datagrama IPv6

Fuente: Autora

7.3. Tipos de direcciones IPv6

7.3.1. Direcciones UNICAST[3]

Estas direcciones identifican de manera única a cada nodo de la red, permitiendo la comunicación punto a punto entre ellos.

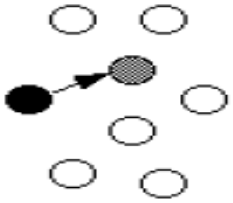


Figura 4.Unicast. Identifica una única interface de red (identificación individual)

Fuente:http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/Tik-110.551/1996/gifs/cast.gif

[2]Ibid., pág. 38

[3]R. HINDEN, S. D., E. NORDMARK. IPv6 Global Unicast Address Format (RFC3587) [online]. 2003. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc3587.txt.pdf>.

7.3.2. Direcciones ANYCAST[4]

Es aquella que identifica a un grupo de interfaces. Los paquetes enviados a una dirección Anycast son reenviados por la infraestructura de enrutamiento hacia la interfaz más cercana al origen del paquete que posea una dirección Anycast perteneciente al grupo. Con el fin de facilitar la entrega, la infraestructura de enrutamiento debe conocer las interfaces que están asociadas a una dirección Anycast y su distancia en métricas de enrutamiento, para que se envíen siempre al nodo más cercano o de menor métrica. Una dirección Anycast no puede ser nunca una dirección de origen.

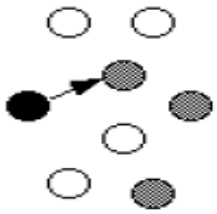


Figura 5. Anycast. Es asignada a un grupo de interfaces, normalmente de nodos diferentes (identificación selectiva)

Fuente:http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/Tik-110.551/1996/gifs/cast.gif

7.3.3. Direcciones MULTICAST[5]

Una dirección multicast en IPv6, puede definirse como un identificador para un grupo de nodos. Identifica un conjunto de interfaces. Un paquete enviado a una dirección multicast es entregado a todas las interfaces del conjunto identificadas con dicha dirección.

[4]D. JOHNSON, S. D. Reserved IPv6 Subnet Anycast Addresses (RFC2526) [online]. 1999. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2526.txt.pdf>.
[5]R. HINDEN, S. D. IPv6 Multicast Address Assignments (RFC2375) [online]. 1998. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2375.txt.pdf>.

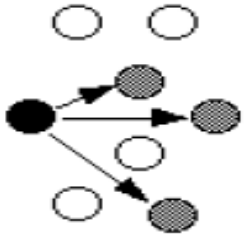


Figura 6. Multicast. Es usada por múltiples hosts, participando en el protocolo de multidifusión (identificación grupal)

Fuente:http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/Tik-110.551/1996/gifs/cast.gif

IPv6 no implementa direcciones broadcast. Puede lograrse enviando un paquete al grupo de multicast de enlace-local todos los nodos

Tabla 1. Representa todas las direcciones reservadas para IPv6

TIPO	Longitud (Bits)	DIRECCIÓN
Sin asignar	128 bits	::
Loopback	128 bits	::1
Multicast	8bits	FF::
Unicast Link Local	10bits	FE80::
Unicast Site Local	10 bits	FEC0::
Global Unicast	3 bits	001 (base 2)

7.4. Protocolos de enrutamiento IPv6

7.4.1. RIPng[6]

RIPng es un protocolo de enrutamiento vector distancia con un límite de 15 saltos que usa actualizaciones. Su simplicidad proviene del hecho de que no requiere ningún conocimiento global de la red. Sólo los routers vecinos intercambian mensajes locales, debe ser implementado solo en routers, sigue implementando la misma métrica que RIPv1, las tablas de enrutamiento presentes en los routers

[6]G. MALKIN, X.-R. M., IPSILON NETWORKS. RIPng for IPv6 (RFC2080) [online]. 1997a. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2080.txt.pdf>, G. MALKIN, X. RIPng Protocol Applicability Statement (RFC2081) [online]. 1997b. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2081.txt.pdf>.

contienen entradas con la siguiente información: El prefijo Ipv6 de destino, la métrica o número de saltos para llegar a este destino, la dirección del siguiente salto (esta dirección debe ser Ipv6) , una bandera que indica los cambios recientes en el estado de la ruta y los temporizadores asociados a la entrada

Se basa en el intercambio de información entre routers, de forma que puedan calcular las rutas más adecuadas, de forma automática.

RIPng sólo puede ser implementado en routers, donde requerirá como información fundamental, la métrica o número de saltos (entre 1 y 15), que un paquete ha de emplear, para llegar a determinado destino. Cada salto supone un cambio de red, por to general atravesando un nuevo router.

RIPng es un protocolo basado en UDP. Cada router tiene un proceso que envía y recibe datagramas en el puerto 521 (puerto RIPng).

7.4.2. OSPFv3 [7]

Es la versión de OSPF para IPv6 basada en OSPFv2, con varias adiciones usada para distribuir prefijos de IPv6, utiliza IPv6 como transporte aunque tiene el mismo nombre que OSPFv2, son dos protocolos diferentes. Se trata de un protocolo de encaminado dinámico, que detecta rápidamente cambios de la topología (como un fallo en un router o interfaz) y calcula la siguiente ruta disponible (sin bucles), después de un corto período de convergencia con muy poco tráfico de routing.

Cada router mantiene una base de datos que describe la topología del sistema autónomo (de la red), y esto que denominamos base de datos de "estado de enlaces". Todos los routers del sistema tienen una base de datos idéntica, indicando el estado de cada interfaz, y de cada "vecino alcanzable".

Los routers distribuyen sus "estados locales" a través del sistema autónomo (la red) por medio de desbordamientos ("flooding").

Todos los routers utilizan el mismo algoritmo, en paralelo, y construyen un árbol de las rutas más cortas, como si fueran la raíz del sistema. Este árbol de "rutas más cortas" proporciona la ruta a cada destino del sistema autónomo.

[7]R. COLTUN, S. S.-D. F., JUNIPER NETWORKS - J. MOY, SYCAMORE NETWORKS. OSPF for IPv6 (RFC 2740) [online]. 1999. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2740.txt.pdf>.

Si hubiera varias rutas de igual costo a un determinado destino, el tráfico es distribuido equilibradamente entre todas. El costo de una ruta se describe por una métrica simple, sin dimensión.

A pesar de la mayor longitud de las direcciones, se ha logrado que los paquetes OSPFv6 sean tan compactos como los correspondientes para IPv4, eliminando incluso algunas limitaciones y flexibilizando la manipulación de opciones.

7.4.3. BGP-4[8]

Es el protocolo de enrutamiento utilizado en internet por los ISPs para interconectar distintos sistemas autónomos y sus redes. Su objetivo es proveer un enrutamiento entre sistemas autónomos libre de bucles. Soporta VLSM y CIDR, lo cual ayuda en gran medida a reducir el tamaño de grandes tablas de enrutamiento. BGP no requiere una arquitectura jerárquica y posee la capacidad de soportar múltiples conexiones, acompañándolas con excelentes políticas de control de rutas.

7.5. Mecanismos de transición de IPv4 hacia IPv6

Aun no se ha definido el día concreto para la implantación definitiva de IPv6 y la consecuente desaparición de IPv4, por lo tanto es necesario seguir manteniendo la infraestructura y aplicaciones IPv4 mientras se avanza en la consolidación de IPv6 como el protocolo encargado del direccionamiento en Internet.

Los mecanismos definidos a continuación son la principal herramienta para hacer de la transición un proceso menos traumático para los usuarios y las aplicaciones. Aplicaciones y sitios deben decidir que técnicas son apropiadas para sus necesidades específicas. Existen tres mecanismos básicos que han sido planteados:

- Gestión de migración en protocolos de red
- Gestión del transporte (tunelización)
- Gestión de traducción de encabezado y de protocolo.

[8]Y. REKHTER, E., T. LI, ED., S. HARES, ED. A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4) (RFC4271) [online]. 2006. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc4271.txt.pdf>.

7.5.1. Gestión de migración en protocolos de red[9]

El proceso de migración requiere que durante su duración los dispositivos de red implementen tanto el protocolo IPv4 como el protocolo IPv6, de esta manera pueden gestionar paquetes de ambas versiones y también paquetes híbridos, es decir, paquetes para su uso en entornos IPv6, pero que deben circular a través de redes basadas en IPv4. Lo realizan utilizando el método de:

Doublestack IP

Pila dual es una tecnología de transición en la que IPv4 e IPv6 operan en tándem a través de enlaces compartidos o dedicados. En una red de doble pila, IPv4 e IPv6 están totalmente desplegados en toda la infraestructura, por lo que los protocolos de configuración y enrutamiento manejan IPv4 e IPv6 y adyacencias.

- Requiere una infraestructura de red actual que es capaz de desplegar IPv6. En muchos casos, sin embargo, la red actual no puede estar listo y puede requerir actualizaciones de hardware y software.
- IPv6 necesita ser activado en casi todos los elementos de la red. Para cumplir este requisito, puede necesitar ser rediseñado, presenta retos de continuidad de negocio de la red existente.

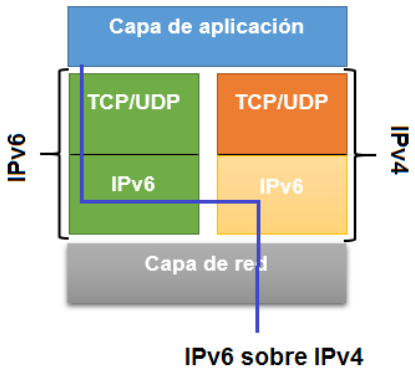


Figura 7.Implementación de paquetes IP en arquitectura de pila IP dual

Fuente:http://i.technet.microsoft.com/gg397901.Infraestructuras_Awareness_2_6_IPv6_1%28es-es,MSDN.10%29.jpg

[9]MTI.AA. Direccionamiento de Red - Dr.Microsoft - Site Home - TechNet Blogs [online]. 2011. Available from World Wide Web:<http://blogs.technet.com/b/adunatech/archive/2013/02/24/direccionamiento-de-red.aspx>.

7.5.2. Gestión de transporte (tunelización)

Los túneles proveen un modo de utilizar una infraestructura de enrutamiento IPv4 para llevar tráfico IPv6, siendo este proceso transparente para los usuarios finales.

Los túneles pueden ser usados en una variedad de formas:

Router a router

Los routers IPv6 / IPv4 interconectados por medio de una infraestructura IPv4 pueden establecer un túnel de paquetes IPv6 entre ellos. En este caso, el túnel se extiende de extremo a extremo por el segmento que el paquete tome. El túnel en este caso se establece entre los routers de ambas redes, que deben ser dispositivos que implementen tanto IPv4 como IPv6.

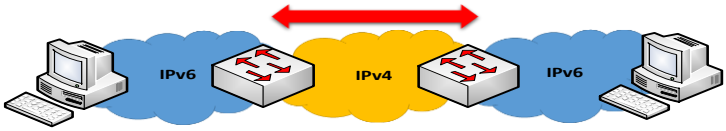


Figura 8. Tunelización de router a router

Fuente : Autora

Host a router

Los hosts IPv6 / IPv4 pueden establecer un túnel de paquetes IPv6 a un router intermedio IPv6 / IPv4 que esté asequible por medio de una infraestructura IPv4. Este tipo de túnel se extiende sólo por el primer segmento que el paquete tome en su camino de extremo a extremo.

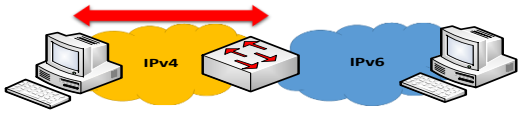


Figura 9. Tunelización host a router

Fuente : Autora

Host a host

Los hosts IPv6 / IPv4 que están interconectados por medio de una infraestructura IPv4 pueden establecer un túnel de paquetes IPv6 entre ellos. En este caso, el

túnel se extiende palmo a palmo por todo el camino que el paquete tome de extremo a extremo.

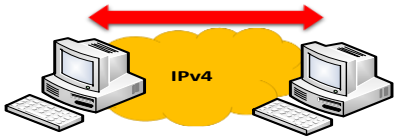


Figura 10.Sistemas IPv6 aislados

Fuente : Autora

Router a host

Los routers IPv6 / IPv4 pueden establecer un túnel de paquetes IPv6 al destino final, en este caso un host IPv6 / IPv4. Este túnel se extiende sólo en el último segmento del camino de extremo a extremo.

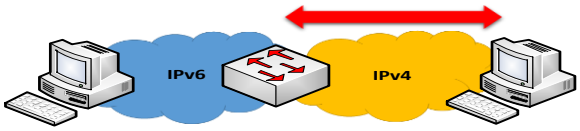


Figura 11. Sistema destino sin router IPv6 local

Fuente : Autora

Los túneles se clasifican según el mecanismo por el que el nodo que realiza el encapsulado determina la dirección del nodo extremo del túnel. En los dos primeros casos (router a router y host a router), el paquete IPv6 es creado hacia un router. El extremo final de este tipo de túnel es un router intermedio que debe desencapsular el paquete IPv6 y reenviarlo a su destino final. En este caso, el extremo final del túnel es distinto del destino del destino final del paquete, por lo que la dirección en el paquete IPv6 no proporciona la dirección IPv4 del extremo final del túnel. La dirección del extremo final del túnel ha de ser determinada a través de información de configuración en el nodo que realiza el túnel. Es lo que se denomina “túnel configurado”, describiendo aquel tipo de túnel cuyo extremo final es explícitamente configurado.[10]

[10]BELÉN ALDECOA SÁNCHEZ DEL RÍO LUIS ALBERTO, R. S. IPv6 “Redes de Banda Ancha” [online]. 2012. Available from World Wide Web:<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/redes-banda-ancha/redes-banda-ancha.pdf>.

En los otros dos casos (host a host y router a host), el paquete IPv6 es encapsulado durante todo el recorrido a su nodo destino. El extremo final del túnel es el nodo destino del paquete, y por tanto, la dirección IPv4 está contenida en la dirección IPv6.

Entre los mecanismos de transición de los protocolos IPv4 a IPv6mediante túneles se encuentran los siguientes:

7.5.2.1. TunnelBroker[11]

Este mecanismo actúa como servidor sobre la red IPv4, recibe peticiones de nodos con dual stack para configurar túneles automáticamente, estas peticiones son enviadas vía http sobre IPv4 por el nodo que se quiere configurar el túnel.

Este tipo de túneles permite configurar automáticamente gran cantidad de usuarios. Mediante una interfaz gráfica (web), que va a permitir que los usuarios se registren y automáticamente tengan una dirección propia de su red.

7.5.2.2. Tunnel 6to4[12]

Es el protocolo usado por defecto para comunicación enrutada IPv6 entre nodos remotos, cuando la conexión debe atravesar redes IPv4.

6to4 se implementa en escenarios de túneles de router a router. En este protocolo los routers son los encargados de la gestión del direccionamiento, basado en el uso de direcciones específicas llamadas direcciones 6to4, que se obtienen con un prefijo especial y la dirección IP pública de cada router.

Todos los routers entre dos equipos que se comuniquen con 6to4 deben o bien implementar el protocolo 6to4, o bien no implementar NAT, lo que limita mucho el uso de este protocolo para comunicación entre redes de cliente final, ya que el uso de routers sin soporte para 6to4 y con NAT está muy extendido.

[11]A. DURAND, P. F., I. GUARDINI, D. LENTO. IPv6 Tunnel Broker (RFC3053) [online]. 2001. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc3053.txt.pdf>.

[12]V. KUARSINGH, E., Y. LEE, O. VAUTRIN. 6to4 Provider Managed Tunnels (RFC6732) [online]. 2012. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc6732.txt.pdf>.

7.5.2.3. Tunnel ISATAP[13]

(Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol) es el protocolo usado por defecto para comunicación IPv6 entre nodos de una misma red local basada en IPv4.

ISATAP se implementa en escenarios de túneles tanto de equipo a equipo, como de equipo a router, o de router a equipo.

Para el establecimiento del túnel, el protocolo ISATAP se configura automáticamente, en cada equipo participante en la comunicación, con una dirección IPv6 específica, llamada dirección ISATAP, obtenida a partir de la dirección IPv4 del equipo, un identificador de interfaz fijo (que varía según que la dirección IPv4 sea pública o privada) y un prefijo válido de longitud 64 bits.

7.5.2.4. Tunnel Teredo[14]

También denominado protocolo NAT-T (NAT traversal); es un protocolo usado para la comunicación enrutada IPv6 entre nodos remotos cuando, además de atravesar redes IPv4, el tráfico va a ser sometido a procesos de traducción de direcciones de red (NAT).

Para evitar el problema que el uso de NAT representa para los paquetes IPv6 tunelizados sobre IPv4, Teredo realiza la tunelización usando el formato de los paquetes IPv4 de tipo UDP, en vez de como paquetes TCP, lo cual evita que los procesos de NAT los manipulen.

7.5.2.5. Tunnel 6over4

Este mecanismo es también conocido como túnel de multidifusión de IPv4, El túnel 6over4 permite la comunicación entre nodos IPv6 e IPv4 mediante IPv6 a través de una infraestructura IPv4. En 6over4 se utiliza la infraestructura IPv4como vínculo con capacidad de multidifusión. Para que 6over4funcione correctamente, la infraestructura IPv4 debe estar habilitada para multidifusión

[13]F. TEMPLIN, T. G., D. THALER. RFC5214 - Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP) [online]. 2008. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc5214.txt.pdf>.

[14]HUITEMA, C. RFC4380 - Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through Network Address Translations (NATs) [online]. 2006. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc4380.txt.pdf>.

7.5.3. Traducción de encabezado y de protocolo.

Otra forma de facilitar la coexistencia de IPv4 e IPv6 es mediante el uso de traducción, el cual permite un enrutamiento transparente para comunicar nodos sólo IPv6 con nodos sólo IPv4. Este mecanismo de transición usa una combinación de Traducción de Direcciones de Red (NAT).

7.5.3.1. NAT64[15]

Network Address Translation IPv6 a IPv4, o NAT64, la tecnología facilita la comunicación entre IPv6 y IPv4 sólo los hosts y redes (ya sea en un tránsito, un acceso, o una red de borde). Se traduce una dirección IPv6 en una IPv4 y viceversa. Uno de los interfaces está conectado a la red IPv4, y el otro a la red IPv6. La red estará configurada de modo que los paquetes de la red IPv6 a la red IPv4 son encaminados a través de este router. El router realizará todas las traducciones necesarias para transferir paquetes de la red IPv6 a la red IPv4, y viceversa.

La traducción no es simétrica, dado que el espacio de direcciones IPv6 es mucho mayor que el de direcciones IPv4 (compara: 2128 en IPv6 y 232 en IPv4), por lo que no es posible una traducción una-una. Para poder llevar a cabo la traducción, el equipo NAT64 debe mantener un mapeo de direcciones IPv6 a IPv4 (es decir, mantiene estado). Este tipo de mapeo de direcciones se configura estáticamente por los administradores del sistema o, habitualmente, se crea automáticamente cuando llega el primer paquete IPv6 al servidor NAT64. Después de que se haya creado este flujo, los paquetes pueden pasar en ambas direcciones.

En general, NAT64 está diseñado para usarse cuando las comunicaciones son iniciadas por los hosts IPv6. Pero también existen algunos mecanismos, (tales como mapeos estáticos de direcciones) para permitir lo contrario.

[15]M. BAGNULO, P. M., I. VAN BEIJNUM. RFC6146 - Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers [online]. 2011. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc6146.txt.pdf>.

PARTE III

8. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN IPV4 DE LA EMPRESA MARKETMIX S.AS

8.1. Identificación de la red de datos

La red de la empresa se compone de la interconexión de dos pisos que se encuentran en mismo edificio, en la Figura 12 se presenta la topología simplificada de la red de datos referencial.

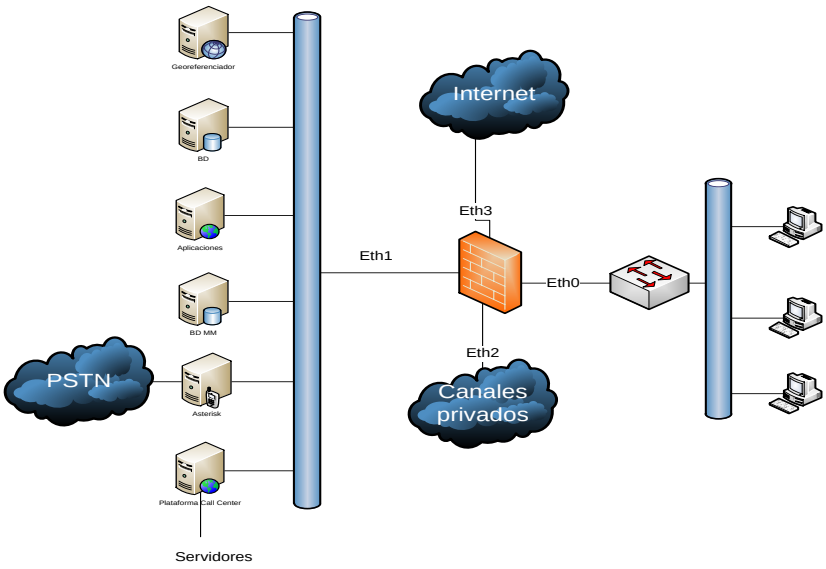


Figura 12.Topología de la red MarketMix S.A.S

Fuente: Base de datos MarketMix

La red posee cuatro enlaces de Internet contratados directamente por la empresa o por el cliente, el servicio principal es otorgado por el ISP de Movistar cuya velocidad es de 46 Mbps.

Principalmente la red de datos permite la comunicación desde el switch principal hacia cada las diferentes áreas contando con enlaces de fibra óptica de 1Gbps. La comunicación desde los switch a cada una de las zonas de usuarios finales se realiza utilizando enlaces de cable UTP CAT 6A.

El router principal cuya función es ayudar a direccionar mensajes mientras viajan a través de una red, se encuentra instalado en el rack del piso 11 al igual que los switch cuya función es interconectar dos o más segmentos de red se encuentran concentrados en

dicho piso a excepción de uno que se encuentra en el piso 7 y da conexión para el cliente final olímpica. De esta forma los equipos conforman el núcleo principal de la red, y permiten manejar toda la configuración de las VLAN y el enrutamiento de la red.

La mayoría de los switch cuentan con 48 puertos para la interconexión de los usuarios, son de marca LinkSyS. Anexo 7 se encuentra el detalle de dichas distribuciones.

Los servidores cuya función es proporcionar diferentes servicios a los clientes. A continuación se detalla las funciones de estos servidores dentro de la red de la empresa.

Tabla 2. Descripción de servidores instalados en MarketMix S.A.S

Servidor	Descripción
Aheeva antiguo	Se encuentra la versión desactualizada 3.1
Asterisk 1	Proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Permite conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP. BackUp
WEB	Almacena documentos HTML, material web con la finalidad distribuir este contenido hacia la red
BD Olimpica	Encargado de almacenar, recuperar y administrar los datos del cliente Olimpica
BD Market Mix	Encargado de almacenar, recuperar y administrar los datos de la empresa
Desarrollo	Es un equipo de pruebas el cual sirve para almacenar datos o administrar cuentas de usuario
Asterisk 2	Proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Permite conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP. Principal
Georeferenciador	Contiene mapas del sector de Bogotá dando ubicación a los lugares donde pueden llegar los domicilios
Backup	Se utilizará en caso de emergencia
Dominio	Permite mantener la base de datos de cuentas de usuario y de grupo, y administrar el dominio

Aheeva Replica	En caso de fallar se conmutará a este
Aheeva producción	Se encuentra instalado el software Aheeva que para el caso en concreto gestiona las llamadas y el almacenamiento de las mismas

El objetivo de este diseño es mantener la misma de red referencial IPv4 de la empresa para la transición a IPv6 con el fin de soportar la conexión de la red LAN hacia internet. De esta forma cada uno de las áreas podrán contar con acceso IPv6 al Internet. Mediante dicho análisis estaremos dando el primer paso hacia una futura migración total de la red general de la empresa

8.2. Obtención del diagrama lógico

El diagrama lógico de la red de datos muestra las partes principales de los equipos de sistemas de redes y como están interconectados.

El diagrama lógico incluye los siguientes componentes:

- Routers.
- Switches.
- Firewalls.
- Servidores.
- Access Point.
- Estaciones de trabajo.

La red de la empresa posee una topología en estrella extendida que conecta estrellas individuales entre sí mediante la conexión de switch.

La topología en estrella es una de las ventajas que posee la red debido a que si se desconecta o se rompe el cable de red solo esa computadora se verá afectada, mientras que el resto de la red mantendrá su comunicación de forma normal.

El diseño de la topología de red se desarrolló en el Software Cisco Packet Tracer cuya función es el aprendizaje y la simulación de redes de forma interactiva. Permitiendo a los usuarios crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones visuales.

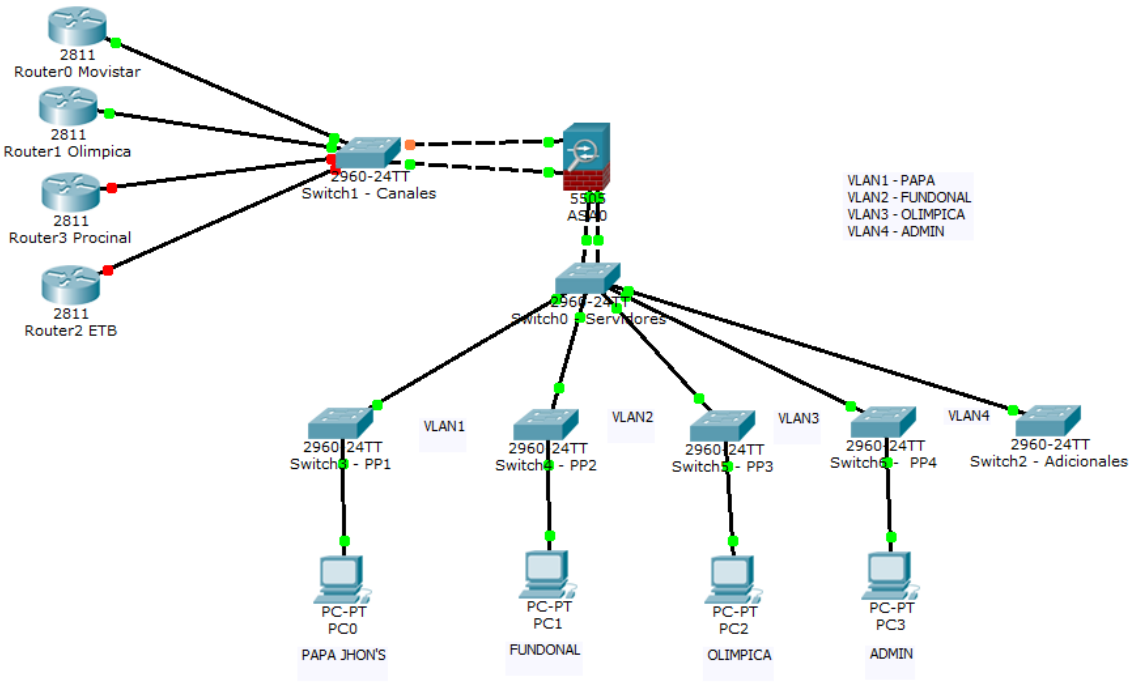


Figura 13. Topología de red implementada en software de simulación (Packet Tracer)

Fuente: Autora

9. METODOLOGÍA PARA LA TRANSICIÓN IPv6

La transición de IPv4 a IPv6 no es tan simple, por lo cual se debe realizar de forma progresiva ya que la coexistencia entre el protocolo actual y la versión 6 es un hecho, tiene que producir un cambio de direcciones de 32 a 128 bits sin afectar a los servicios que se ofrecen actualmente.

El primer paso hacia la transición es la instalación de aplicaciones y equipos que sean capaces de procesar los paquetes generados por ambos protocolos, a su vez se debe diseñar una estrategia encaminada a guiar a los nuevos usuarios hacia el protocolo IP versión 6.

En el presente apartado se muestra el tipo y método de investigación que se realizó, mediante la metodología de Ingeniería de la información la cual define como: la aplicación de una serie de técnicas formales integradas para el planeamiento, análisis, diseño y construcción de sistemas de información para la totalidad de una empresa, o un sector importante de ella.(Informática 2015)

Figura 14. Metodología de Ingeniería de Información

Fuente : Autora

En general se debe pensar en el diseño de transición como un proceso lineal con etapas, se va que vaya alineando aspectos de infraestructura, procesos y aplicaciones existentes, para este caso en concreto solo se va a llegar hasta la tercera etapa debido a que todo el proceso es complejo y no se puede llevar a cabo en poco tiempo, por lo que planificar la transición permitirá que los procesos se cumpla eficazmente pero a un largo plazo.

Fase 1: Investigación sobre información existente de proyectos semejantes o relacionados con la transición de IPv4 a IPv6

Fase 2: Decidir el diseño general del sistema:

- La frontera entre el sistema y los usuarios

- Túneles automáticos o manuales y su forma
- Protocolo de enrutamiento
- Beneficios

Fase 3: Especificación de requisitos:

- Arquitectura
- Identificación de recursos dependientes de IPv4
- Documentación del proceso

Fase 4: Opciones técnicas del sistema: Esta etapa es la primera hacia una implementación física del sistema. Se consideran para elegir la opción final:

- Adquisición de software y hardware de red
- Infraestructura, servidores, clientes, seguridad, etc.
- Las limitaciones físicas
- El formato general de la interfaz
- Diseño y creación modelo de infraestructura de red IPv6
- Adquisición de un bloque de direcciones IPv6 dedicado

10. ELABORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Como parte del presente trabajo de investigación no se encuentra una aceptación generalizada dentro de los autores al respecto del uso de la metodología para realizar la transición a IPv6. Varios entes continúan realizando foros de discusión y fuerzas de tarea orientadas a desarrollar propuestas integrales para la migración. Por lo cual resulta evidente que para realizar dicho proceso, se requieren soportar ambos protocolos durante varios años, y para ello, en esta sección se refieren los mecanismos descritos en el marco teórico del presente trabajo, la elección del mecanismo se realiza tomando en cuenta el esquema de red de la empresa así como los equipos de la misma.

10.1. DoubleStack

Inicialmente se implementará una red de estudio la cual nos servirá para realizar todas y cada una de las configuraciones necesarias para establecer comunicación entre los equipos con sistema operativo Windows que establecen comunicación con un switch, con la finalidad de configurar las direcciones en DoubleStack, para que los equipos soporten el doble direccionamiento.

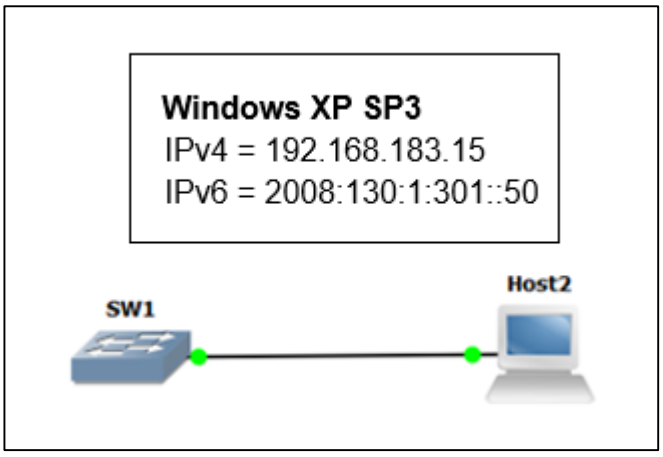


Figura 15. Esquema de red de pruebas Double stack

Fuente: Autora

De esta manera se convierte en una isla IPv6 para que sea posible la comunicación entre otra la isla IPv6 con nodos DoubleStack y así utilizar el mecanismo de transición túneles.

10.1.1. Implementación Double Stack

- Configuración de los dispositivos a nivel de sistema operativo (Windows). para utilizar direcciones IPv6.

- Configuración en Windows SP3. para gestionar las preferencias entre v4 y v6 en caso de que el host destino tenga ambas direcciones.
- Configuración de las aplicaciones de red para que soporten ambos tipos de direccionamiento.

10.2. Tunelización

Como en Internet se ejecuta comúnmente IPv4, los paquetes de IPv6 de una isla deben desplazarse por Internet a través de túneles hacia las redes IPv6 de destino. En donde los routers interconectados con una infraestructura IPv4 pueden transportar paquetes (voz, datos y video) entre las dos versiones del protocolo IP.

Por eso el uso de túneles, en especial para la interconexión de redes pequeñas con redes grandes, en nuestro caso en concreto se manejara mediante un simulador de pruebas (GNS3) utilizando un túnel automático de la forma router a router sobre la tecnología 6to4 mediante el protocolo de enrutamiento OSPF.

Se toma en consideración el protocolo OSPF ya que este es uno de los protocolos de enrutamiento interior más implementados para redes corporativas.

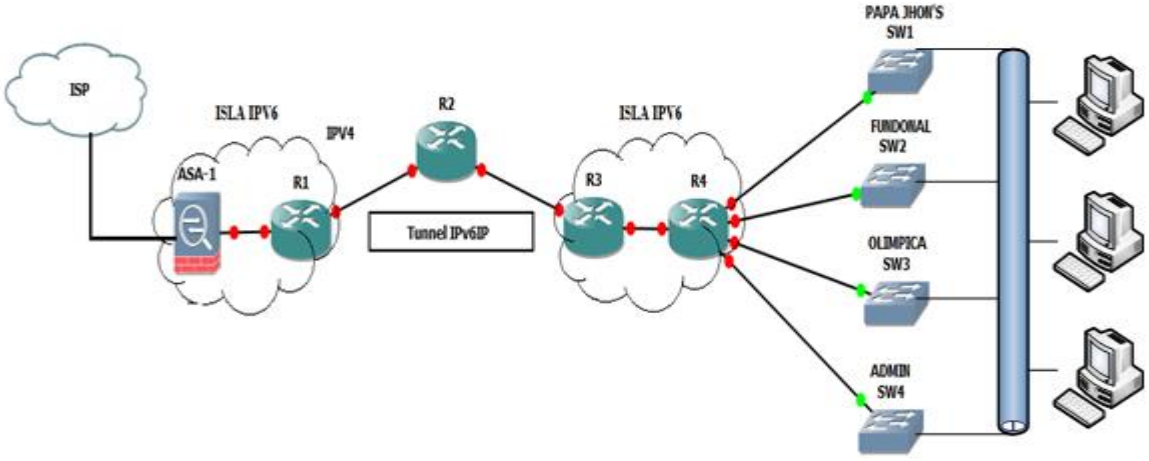


Figura 16. Topología tunelización

Fuente: Autora

10.2.1. Implementación del túnel

- Configuración de los routers para utilizar direcciones IPv6.

- Configuración de las aplicaciones de red para que soporten ambos tipos de direccionamiento.

La configuración de ambas redes de prueba se encuentra detallada en la sección Anexos

11. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

La elaboración del presente proyecto se desarrolló en un periodo de seis meses (24 semanas) e involucró la realización de una serie de actividades y acciones, cada una de las cuales requerían de un determinado tiempo para su ejecución.

A continuación se presenta el cronograma del proyecto, con la descripción de cada una de las actividades y su respectiva duración en semanas:

Tabla 3. Cronograma de actividades año 2014

	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ACTIVIDADES																								
Recolección de Información																								
Análisis de la información obtenida																								
Búsqueda de tecnologías a usar																								
Construcción teórica del proyecto																								
Diseño Investigación Descriptiva																								
Diseño de Información Experimental																								
Propuesta del proyecto																								
Presentación del Anteproyecto																								
Corrección Propuestas																								
Planteamiento del diseño de la implementación del Proyecto																								
Escritura de la Monografía																								

PARTE IV

12. CONCLUSIONES

Manteniendo un orden de ideas, en conclusión se pudo observar que:

- La elaboración del diseño de red planteado en el presente trabajo de grado se adecua fundamentalmente a la topología actual que existe en la empresa lo cual le permitirá entrar rápidamente en el mundo IPv6. Esto hace que no sea necesario que los proveedores ISP nos den conectividad nativa a IPv6 para poder emplear esta nueva tecnología.
- Según las características de la estructura de red de la empresa, para poder realizar la transición a IPv6 es preciso realizar la activación de DoubleStack en los equipos de la LAN, logrando con esto una isla IPv6, para posteriormente lograr conectividad con el exterior haciendo uso del mecanismo de transición “6to4” el cual permitirá la enlazar los dos protocolos.
- Con los estudios realizados se concluye que los equipos propuestos para la transición se ajustan eficientemente a la topología de la empresa para lograr a futuro la implementación del presente proyecto.
- Para que exista la coexistencia de las dos versiones, se debe mantener la versión actual “IPv4”, ya que la transición total de ésta nueva tecnología será progresiva. IPv6 no es una tecnología aislada, pues implica muchas interacciones con las tecnologías actuales y emergentes.
- En el escenario planteado se presenta una solución para lograr que en la empresa fluya tráfico en ambas versiones del protocolo IP (IPv4 – IPv6), mediante los mecanismos DoubleStack y túnel 6to4, permitiendo así la coexistencia de los mismos.
- Como back up se podrá proponer un escenario en el cual fluya el tráfico en lPv6 se hará uso del túnel 6to4, mientras que cuando el tráfico sea IPv4 se conectará directamente con el ISP. Para así de esa manera tener un respaldo.

13. RECOMENDACIONES

A continuación se presenta una serie de recomendaciones, que se deben tener en cuenta si se va a profundizar el tema aquí tratado o si se va a realizar un diseño similar al aquí propuesto para la empresa.

- El esquema de la red actual aunque cubre las expectativas de servicio para lo cual fue diseñada cabe mencionar que en el área de la interconexión entre los pisos en el cableado estructurado de la red se evidencia algunas deficiencias, motivo por el cual se recomienda dotar de los equipos necesarios para sostener el buen funcionamiento de la red en la empresa.
- Planear y preparar la red de la empresa con dispositivos, sistemas operativos y aplicaciones que estén realmente listos o en camino de desempeñar las especificaciones del nuevo protocolo, sin descartar completamente las aplicaciones que son admitidas en IPv4.
- Se recomienda que el reemplazo debe ser paulatino entre los túneles y demás mecanismos utilizados por la transición IPv6 empezando por el área administrativa para luego complementarlo con el área del callcenter.
- Impulsar la difusión de la investigación y formación sobre IPv6 en las pequeñas empresas, para fortalecer la cultura del aprovechamiento racional de esta nueva tecnología en el las diferentes instancias para cooperar con el engrandecimiento de la misma en varios sectores económicos.
- El establecimiento de este nuevo protocolo es una necesidad inmediata puesto que la mayoría de las aplicaciones y dispositivos que están siendo desarrollados hacen uso de las ventajas que éste ofrece calidad y clase de servicio.
- La implementación de IPv6 en la red de las PYMES para este caso en específico en MarketMix S.A.S es un asunto de gran trascendencia para ayudar con las diferentes estrategias de migración que tiene el gobierno colombiano y así comenzar con la innovación de la era de las tecnologías de información en las diferentes áreas, impulsando el desarrollo del protocolo de la nueva Generación, en lo referente a Seguridad, Multicast, Calidad de Servicio, Movilidad y Telefonía en IPv6 como próxima meta.

14. BIBLIOGRAFÍA

a) De Internet

[1] The TCP/IP Guide(2014). - OSI Reference Model Layer Mnemonics. Available: http://www.tcpipguide.com/free/t_OSIReferenceModelLayerMnemonics.htm

[2] Stateful Network Address Translation 64(2015). - iadnat-stateful-nat64.pdf. Available: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipaddr_nat/configuration/xe-3s/nat-xe-3s-book/iadnat-stateful-nat64.pdf

[3] C. B. Jiménez. (2009). Transición de IPv4 a IPv6 bajo un enfoque de la gestión de las Tecnologías de Información. Available: http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Transici%C3%B3n%20sistema%20Gesti%C3%B3n_04_PO-ISC_PIT_E.pdf

[4] Cisco. (2014). Internet of Things (IoT). Available: http://www.cisco.com/web/solutions/trends/iot/overview.html

[5] C. N. Academy. (2013). Introduction to Networks. Available: http://static-course-assets.s3.amazonaws.com/IntroNet50ENU/module6/index.html#6.1.4.3

[6] I. E. G. R. A. M. C. T. G. Martínez. (2009). Transición de IPv4 a IPv6 en las Empresas. Available: http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Transici%C3%B3n%20IPV4-IPV6%20Gesti%C3%B3n_04_PO-ISC_PIT_E.pdf

[7] A. M. C. T. g. M. ISE Eduardo Granados Reyes. (2012). Transicion IPV4-IPV6 Gestión TI - Transición IPV4-IPV6 Gestión_04_PO-ISC_PIT_E.pdf. Available: http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Transici%C3%B3n%20IPV4-IPV6%20Gesti%C3%B3n_04_PO-ISC_PIT_E.pdf

[8] J. P. (Consultinel). (2011). IPv6_para_españa_v1_7 - ipv6_spain.pdf. Available: http://www.consulintel.es/pdf/ipv6_spain.pdf

[9] M. C. Périssé. (2015). Internet2 e IPV6. Available: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/ipv6/ipv6.htm

[10] M. T. Blogs. (2014). Direccionamiento de Red - Dr.Microsoft - Site Home. Available: http://blogs.technet.com/b/adunatech/archive/2013/02/24/direccionamiento-de-red.aspx

[11] O. A. Mejia. (2011). Migración del protocolo IPv4 a IPv6. Available: http://spminds.net16.net/introcomp/ipv6.pdf

b) Publicaciones

[5] L. E. Bolivar, F. G. Guerrero, and O. Polanco, "Diseño e implementación de una red IPv6 para transición eficiente desde IPv4," 14, 2013-01-08 2013.

[6] C. RENATA, "Transición de IPv4 a IPv6 Red LanMinTIC Colombia," 2014.

15. REFERENCIAS

A. DURAND, P. F., I. GUARDINI, D. LENTO. IPv6 Tunnel Broker (RFC3053) [online]. 2001. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc3053.txt.pdf>.

BELÉN ALDECOA SÁNCHEZ DEL RÍO LUIS ALBERTO, R. S. IPv6 “Redes de Banda Ancha” [online]. 2012. Available from World Wide Web:<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/redes-banda-ancha/redes-banda-ancha.pdf>.

CISCO. Internet of Things (IoT) [online]. 2014. Available from World Wide Web:<http://www.cisco.com/web/solutions/trends/iot/overview.html>.

D. JOHNSON, S. D. Reserved IPv6 Subnet Anycast Addresses (RFC2526) [online]. 1999. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2526.txt.pdf>.

F. TEMPLIN, T. G., D. THALER. RFC5214 - Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP) [online]. 2008. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc5214.txt.pdf>.

G. MALKIN, X.-R. M., IPSILON NETWORKS. RIPng for IPv6 (RFC2080) [online]. 1997a. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2080.txt.pdf>.

G. MALKIN, X. RIPng Protocol Applicability Statement (RFC2081) [online]. 1997b. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2081.txt.pdf>.

HUITEMA, C. RFC4380 - Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through Network Address Translations (NATs) [online]. 2006. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc4380.txt.pdf>.

INFORMÁTICA, I. N. D. E. E. I. E. P. L. S.-J. D. *¿QUE ES LA INGENIERIA DE LA INFORMACION?*Edtion ed., 2015.

M. BAGNULO, P. M., I. VAN BEIJNUM. RFC6146 - Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers [online]. 2011. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc6146.txt.pdf>.

MTI.AA. Direccionamiento de Red - Dr.Microsoft - Site Home - TechNet Blogs [online]. 2011. Available from World Wide Web:<http://blogs.technet.com/b/adunatech/archive/2013/02/24/direccionamiento-de-red.aspx>.

R. COLTUN, S. S.-D. F., JUNIPER NETWORKS - J. MOY, SYCAMORE NETWORKS. OSPF for IPv6 (RFC 2740) [online]. 1999. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2740.txt.pdf>.

R. HINDEN, S. D. IPv6 Multicast Address Assignments (RFC2375) [online]. 1998. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2375.txt.pdf>.

R. HINDEN, S. D., E. NORDMARK. IPv6 Global Unicast Address Format (RFC3587) [online]. 2003. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc3587.txt.pdf>.

S. DEERING, R. H. Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification (RFC 2460) [online]. 1998. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc2460.txt.pdf>.

SÁNCHEZ, G. L. A. Capitulate II. Teoría y métodos de transición IPv4 e IPv6 2011.

V. KUARSINGH, E., Y. LEE, O. VAUTRIN. 6to4 Provider Managed Tunnels (RFC6732) [online]. 2012. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc6732.txt.pdf>.

Y. REKHTER, E., T. LI, ED., S. HARES, ED. A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4) (RFC4271) [online]. 2006. Available from World Wide Web:<http://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc4271.txt.pdf>.

PARTE V
ANEXOS

ANEXO 1. RFC’s Consultados como referencia en el IETF

Número de RFC	Nombre
2185	Aspectos de enrutamiento de la transición de IPv6.
2460	Especificación de IPv6.
2463	Especificación de ICMPv6.
2473	Túnel de paquete genérico en especificación de IPv6.
3053	Tunnel broker de IPv6.
3056	Conexión de dominios IPv6 a través de nubes IPv4.
3177	Recomendaciones de IAB/ESG para asignación de direcciones IPv6 a sitios.
3627	Utilización de prefijo /127 de longitud entre ruteadores considerado dañino.
3484	Selección de dirección por omisión para Protocolo de Internet versión 6.
3768	Protocolo de redundancia de ruteador virtual (VRRP) versión 3 para IPv4 e IPv6.
3493	Extensiones básicas de Interfaz para IPv6.
4213	Mecanismos básicos de transición para hosts y ruteadores de IPv6.
4291	Arquitectura de direccionamiento IP versión 6.

4380	Teredo: Túnel de IPv6 sobre UDP a través de Traducciones de Dirección de Red (NATs).
4852	Análisis de red empresarial IPv6 – Enfocado a IP capa 3.
4890	Recomendaciones para filtrado de mensajes ICMPv6 en cortafuegos.
4862	Autoconfiguración IPv6 de dirección sin estado.
4864	Protección de red local para IPv6.
4942	Consideraciones de seguridad en IPv6 para transición / coexistencia.
5175	Opción de anuncio de banderas en ruteador IPv6.
5156	Direcciones de IPv6 de uso especial.
5157	Implicaciones de búsqueda de red para IPv6.
5214	Protocolo de Direccionamiento de Túnel Automático Intra-Sitio (ISATAP).
5308	Enrutamiento de IPv6 con IS-IS.
5340	OSPF IPv6 para IPv6.
5375	Consideraciones en asignación de dirección unicast de IPv6.
5453	Identificadores de Interfaz IPv6 reservados.
5454	IPv4 móvil de doble pila.

5514	IPv6 sobre redes sociales.
5569	Implementación rápida de IPv6 en infraestructuras IPv4 (6rd).
5572	Túnel bróker de IPv6 con Protocolo de Establecimiento de Túnel (TSP).
5579	Transmisión de paquetes IPv4 sobre interfaces ISATAP.
5844	Soporte de IPv4 para proxy móvil de IPv6.
5871	Directrices de asignación de IANA para encabezado de enrutamiento de IPv6.
5942	Modelo de subred IPv6: La relación entre enlaces y prefijos de subred.
5969	Rápida implementación de IPv6 sobre infraestructuras IPv4 (6rd) – Especificación de protocolo.
5963	Implementación de IPv6 en Puntos de Intercambio de Internet (IXP´s).
5991	Actualizaciones de seguridad para Teredo.

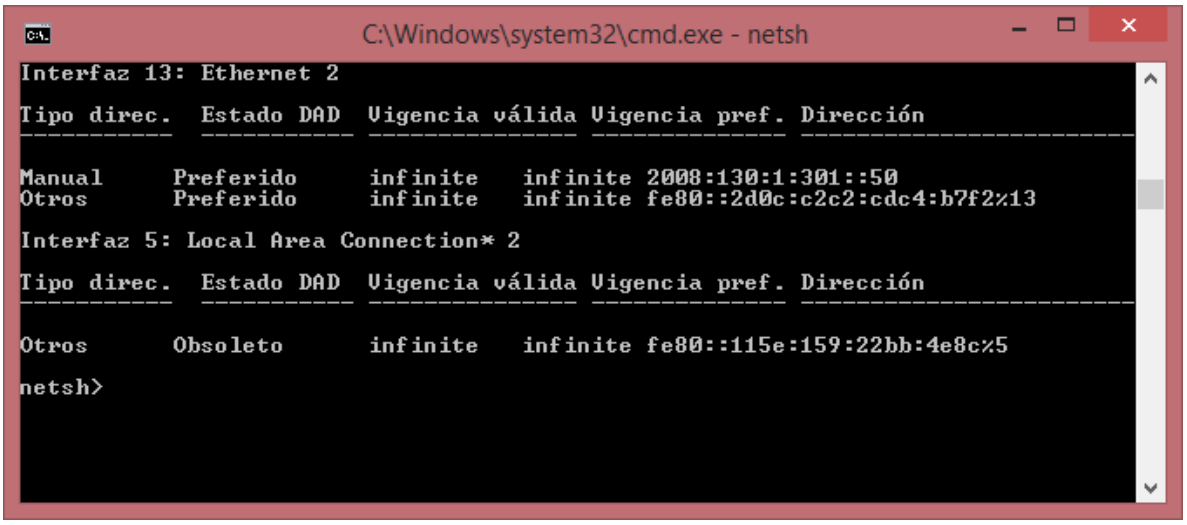
ANEXO 2. Configuración Double Stack

Configuración de IPv6 en Windows XP SP3:

En Windows XP, IPv6 ya se encuentra instalado pero es necesario activarlo. Para ello debe contar con privilegios de administrador y hacer los siguientes pasos (Menú de Inicio –Ejecutar – CMD – Enter) e ingresar el siguiente comando

C:\Users\Leidy>netsh interface ipv6 install

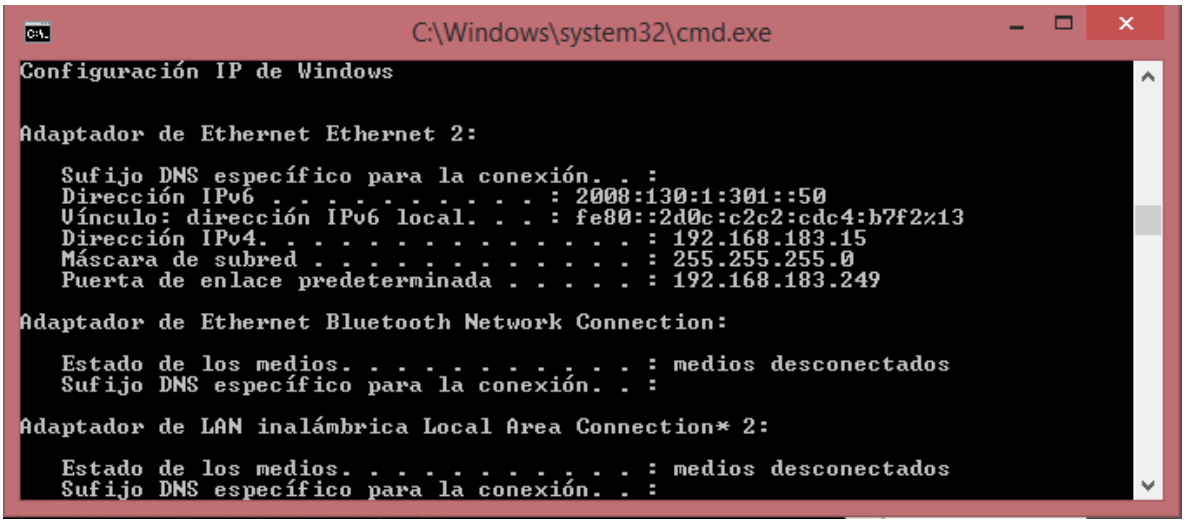
Una vez realizado se debe verificar que las interfaces de red ya cuentan con el protocolo IPv6 habilitado.



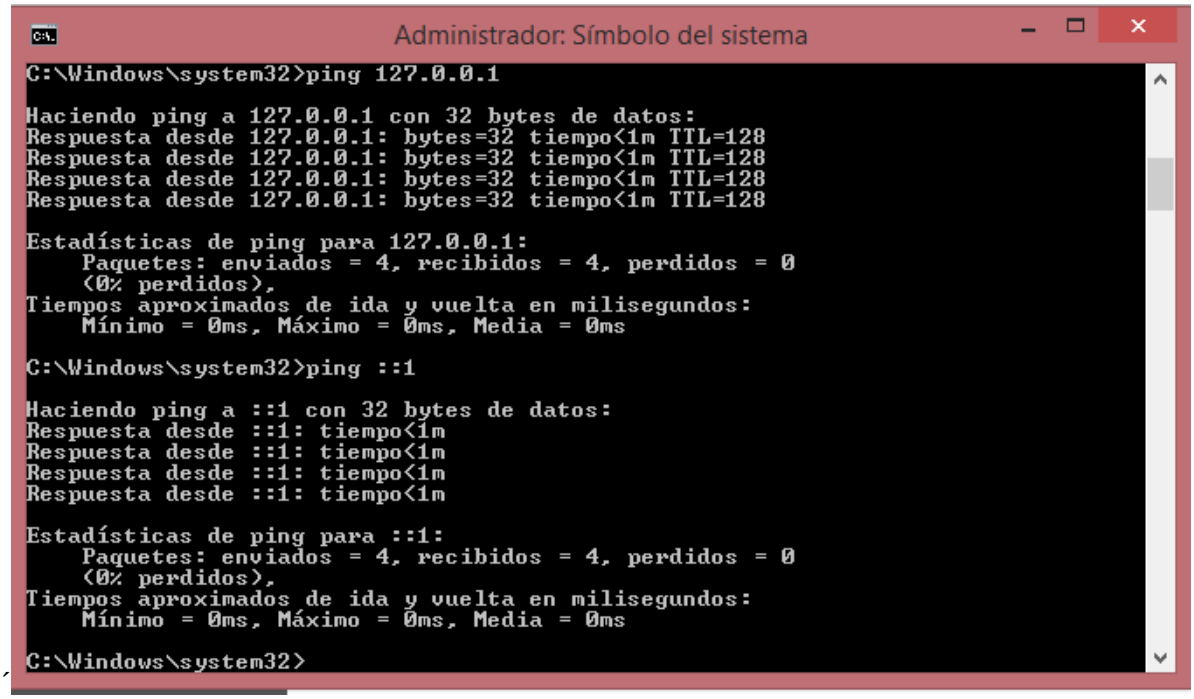
Ya arriba las interfaces tanto en la Pila IPv4 como en la Pila IPv6, el paso siguiente es realizar la configuración para asignar el direccionamiento en IPv6, contar ya con una dirección válida para IPv6, ya que en primera instancia al activar IPv6 se instala una dirección de host local (fe80::202:55ff:febf:8991%13), la misma que no sirve para tener salida hacia el Internet, entonces debemos proceder a asignar una dirección válida en IPv6 de manera manual ya que es la forma como se ha realizado las pruebas de configuración para el presente proyecto, además de la forma manual de la asignación de direcciones IPv6, existe la forma dinámica DHCPv6.

Al asignar manualmente la dirección estática en IPv6, se podrá contar con un direccionamiento en DoubleStack, el cual servirá para realizar el transporte y envío de paquetes en doble pila (IPv4 e IPv6), así como también la salida hacia el Internet. Mediante el siguiente comando:

netsh interface ipv6 set address "Ethernet 2" address=2008:0130:0001:0301::0050



Además para verificar el funcionamiento de las pilas tanto en IPv4 como en IPv6, se hace ping a la dirección de loopback en ambos protocolos, tal como se muestra:



ANEXO 3. Configuración completa R1

```
R1(config)#hostname Router1
Router1(config)#enable secret password
Router1(config)#line console 0
Router1(config-line)#password password
Router1(config-line)#login
Router1(config-line)#password password
Router1(config-line)#login
Router1(config-line)#exit

Activar IPv6 en el router
ipv6 unicast-routing

Configuración de la interfaz loopback 0 100
interface Loopback0
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.255
end

interface Loopback100
 no ip address
 ipv6 address 2001:ABCD::1/128
 ipv6 ospf network point-to-point
ipv6 ospf 1 area 0
end

Configuración de la Interfaz FastEthernet 0/0
interface FastEthernet0/0
 ip address 10.210.12.1 255.255.255.252
 ip ospf network point-to-point
duplex auto
 speed auto
end

Configuración del protocolo de enrutamiento mediante tunnel 6to4
interface Tunnel0
 no ip address
 ipv6 address autoconfig
 ipv6 ospf 1 area 0
 tunnel source Loopback0
 tunnel destination 10.0.0.3
 tunnel mode ipv6ip
end

Configuración protocolo de enrutamiento OSPF
router ospf 1
router-id 10.0.0.1
 log-adjacency-changes
 network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0
 network 10.210.12.1 0.0.0.0 area 0
 network 192.168.1.0 0.0.0.0 area 0

ipv6 router ospf 1
 router-id 10.0.0.1
log-adjacency-changes
```

Se construye una red de transporte IPv4 a través de OSPF para intercambio de rutas y crear un Túnel IPv6/IP entre un router que será nuestra isla de Ipv6 y el destino que será un router que cuenta con capacidades tanto para enrutar tráfico versión 4 como 6.

Se utilizó la loopback 0 en IPv4 de la red 10.0.0.x donde X es el número de cada Router, estas loopback son importantes ya que desempeñan el rol de Router ID para OSPF tanto para v4 como para v6.

Configuraremos la loopback 100 IPv6 en los router R1, R3 y R4, en donde se encapsulará transporte IPv6, para esto se utiliza la red 2001:ABCD::X/128 donde X es el número de router

Adicionalmente correremos OSPFv3 en el túnel para el intercambio de rutas IPv6.

Tabla de Enrutamiento para IPv6

```
IPv6 Routing Table - 4 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
D - EIGRP, EX - EIGRP external
LC  2001:ABCD::1/128 [0/0]
     via ::, Loopback100
O   2001:ABCD::3/128 [110/11111]
     via FE80::A00:3, Tunnel0
O   2001:ABCD::4/128 [110/11121]
     via FE80::A00:3, Tunnel0
L   FF00::/8 [0/0]
     via ::, Null0
```

Tabla de Enrutamiento para IPv4

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     10.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
O       10.0.0.2/32 [110/11] via 10.210.12.2, 00:08:18, FastEthernet0/0
O       10.0.0.3/32 [110/21] via 10.210.12.2, 00:08:08, FastEthernet0/0
C       10.0.0.1/32 is directly connected, Loopback0
O       10.210.23.0/30 [110/20] via 10.210.12.2, 00:08:18, FastEthernet0/0
C       10.210.12.0/30 is directly connected, FastEthernet0/0
```

ANEXO 4. Configuración completa R2

Activar IPv6 en el router
ipv6 unicast-routing

Configuración de la interfaz loopback 0
interface Loopback0
 ip address 10.0.0.2 255.255.255.255

Configuración de la Interfaz FastEthernet 0/0 – 0/1
interface FastEthernet0/0
 ip address 10.210.12.2 255.255.255.252
 ip ospf network point-to-point
 duplex auto
 speed auto

interface FastEthernet0/1
 ip address 10.210.23.1 255.255.255.252
 ip ospf network point-to-point
duplex auto
 speed auto

Configuración protocolo de enrutamiento OSPF

router ospf 1
router-id 10.0.0.2
 log-adjacency-changes
 network 10.0.0.2 0.0.0.0 area 0
 network 10.210.12.2 0.0.0.0 area 0
 network 10.210.23.1 0.0.0.0 area 0

Las tablas de enrutamiento son independientes para ambos protocolos, como podrán observar en Router 2 no existe ningún prefijo IPv6, ya que para nuestro caso solamente funcionara como transporte de paquetes IPv4

Tabla de Enrutamiento para IPv4

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
C 10.0.0.2/32 is directly connected, Loopback0
O 10.0.0.3/32 [110/11] via 10.210.23.2, 00:12:58, FastEthernet0/1
O 10.0.0.1/32 [110/11] via 10.210.12.1, 00:12:58, FastEthernet0/0
C 10.210.23.0/30 is directly connected, FastEthernet0/1
C 10.210.12.0/30 is directly connected, FastEthernet0/0

ANEXO 5. Configuración completa R3

Activar IPv6 en el router
ipv6 unicast-routing

Configuración de la interfaz loopback 0 100
interface Loopback0
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.255
!
interface Loopback100
 no ip address
 ipv6 address 2001:ABCD::3/128
 ipv6 ospf network point-to-point
ipv6 ospf 1 area 0

Configuración del protocolo de enrutamiento mediante tunnel 6to4
interface Tunnel0
 no ip address
 ipv6 address autoconfig
 ipv6 ospf 1 area 0
 tunnel source Loopback0
tunnel destination 10.0.0.1
 tunnel mode ipv6ip

Configuración de la Interfaz FastEthernet 0/0 – 0/1
interface FastEthernet0/0
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address autoconfig
 ipv6 ospf network point-to-point
ipv6 ospf 1 area 0

interface FastEthernet0/1
 ip address 10.210.23.2 255.255.255.252
 ip ospf network point-to-point
duplex auto
 speed auto

Configuración protocolo de enrutamiento OSPF

router ospf 1
 router-id 10.0.0.3
 log-adjacency-changes
network 10.0.0.3 0.0.0.0 area 0
 network 10.210.23.2 0.0.0.0 area 0

ipv6 router ospf 1
 router-id 10.0.0.3
log-adjacency-changes

Tabla de Enrutamiento para IPv6

```
IPv6 Routing Table - 4 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
D - EIGRP, EX - EIGRP external
O   2001:ABCD::1/128 [110/11111]
    via FE80::A00:1, Tunnel0
LC  2001:ABCD::3/128 [0/0]
    via ::, Loopback100
O   2001:ABCD::4/128 [110/10]
via FE80::C004:CFF:FE98:0, FastEthernet0/0
L   FF00::/8 [0/0]
    via ::, Null0
```

Tabla de Enrutamiento para IPv4

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
O       10.0.0.2/32 [110/11] via 10.210.23.1, 00:30:43, FastEthernet0/1
C       10.0.0.3/32 is directly connected, Loopback0
O       10.0.0.1/32 [110/21] via 10.210.23.1, 00:30:43, FastEthernet0/1
C       10.210.23.0/30 is directly connected, FastEthernet0/1
O       10.210.12.0/30 [110/20] via 10.210.23.1, 00:30:43, FastEthernet0/1
```

ANEXO 6. Configuración completa R4

Activar IPv6 en el router
ipv6 unicast-routing

Configuración de la interfaz loopback 100
interface Loopback0
 no ip address
!
interface Loopback100
 no ip address
 ip ospf 1 area 0
 ipv6 address 2001:ABCD::4/128
 ipv6 ospf network point-to-point
ipv6 ospf 1 area 0

Configuración de la Interfaz FastEthernet 0/0 – 0/1
interface FastEthernet0/0
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address autoconfig
 ipv6 ospf network point-to-point
ipv6 ospf 1 area 0

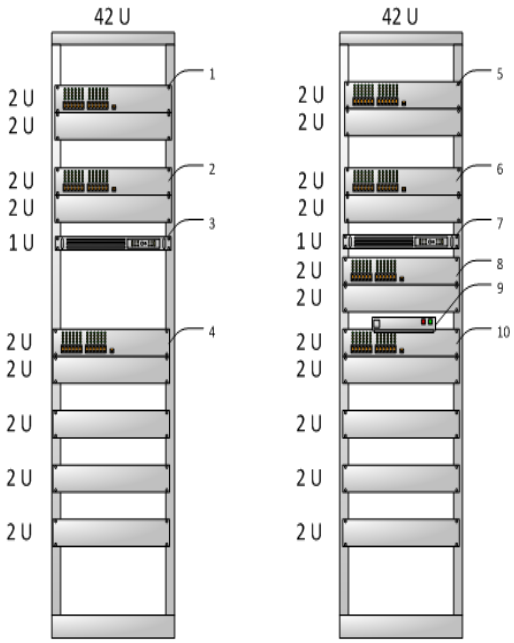
Configuración protocolo de enrutamiento OSPF

router ospf 1
 log-adjacency-changes

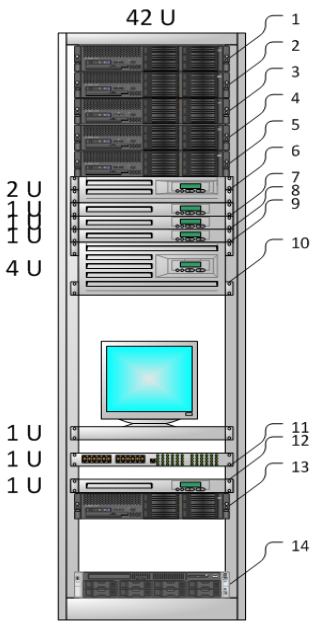
Como se evidencia en Router 4 no existe ningún prefijo IPv4, ya que para nuestro caso es una isla Ipv6 la cual solamente funcionara bajo este.

Tabla de Enrutamiento para IPv6
IPv6 Routing Table - 4 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
U - Per-user Static route, M - MIPv6
I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
D - EIGRP, EX - EIGRP external
O 2001:ABCD::1/128 [110/11121]
via FE80::C003:1FFF:FE9C:0, FastEthernet0/0
O 2001:ABCD::3/128 [110/10]
via FE80::C003:1FFF:FE9C:0, FastEthernet0/0
LC 2001:ABCD::4/128 [0/0]
via ::, Loopback100
L FF00::/8 [0/0]

ANEXO 7. Descripción grafica de los Switch y Servidores en MarketMix



RACK Switches				
	Nombre Equipo	Descripción	Referencia	Dirección IP
1	Switch 1	Switch Servidores	Linksys SRV2024	192.168.183.254
2	Switch 2	Switch Canales vox y datos	Linksys SRV2024	192.168.183.253
3	Toma corriente 1	Alimentación switches	Leviton	
4	Switch 3	Switch calidad y logística	Linksys SRV248G2	192.168.183.248
5	Switch 4	Switch PP 1	Linksys SRV248G2	192.168.183.252
6	Switch 5	Switch PP 2	Linksys SRV248G2	192.168.183.251
7	Toma corriente 2	Alimentación switches	Leviton	
8	Switch 6	Switch PP 3	Linksys SRV248G2	192.168.183.250
9	DVR 3	DVR Cámaras búnker	4CH H.264	
10	Switch 7	Switch PP 4	Linksys SRV248G2	192.168.183.249



Equipos RACK Servidores				
Ítem	Nombre Equipo	Descripción	Marca	Dirección IP
1	Unicron	Servidor Aheeva antiguo	IBMx3650	192.168.180.2
2	Primus	Servidor asterisk 1	IBMx3650	192.168.180.3
3	SV-Optimus	Servidor web	IBMx3650	192.168.180.19
4	9TA2QZ3	Servidor BD Olímpica	IBMx3650	192.168.180.9
5	SV-Fortress	Servidor BD Market Mix	IBMx3650	192.168.180.10
6	Starscream	Servidor desarrollo	HP Proliant DL380 G4	192.168.182.5
7	Jazz	Firewall	HP Proliant DL360 G4	192.168.183.1
8	Blackout	Servidor asterisk 2	HP Proliant DL360 G5	192.168.180.4
9	Prowl	Servidor georeferenciador	Del PowerEdge 1950	192.168.180.7
10	Ironhide	Servidor Backups	Asus Clon	192.168.180.6
11	Router Internet	Router canal Internet	Cisco 2800	186.116.130.209
12	Jetfire	Servidor dominio	Dell PowerEdge R420	192.168.180.18
13	Bumblebee	Servidor Aheeva replica	IBMx3650	192.168.180.20
14	Shockwave	Servidor Aheeva producción	HP Proliant DL380p G8	192.168.180.21