

Capítulo I. Panorama actual del cambio de IPv4 a IPv6

1.1.- Contexto general

Dados los requerimientos cambiantes en las empresas para tener una mayor cantidad de aplicaciones multimedia y aplicaciones de red que ocupan mucho ancho de banda, IPv6 es crítico para que la viabilidad de las redes empresariales y las redes públicas de la Internet sigan creciendo. La creación así como el desarrollo de IPv6 se ha llevado a cabo con mucha cautela y se han aplicado las lecciones aprendidas en IPv4.

El cambio de IPv4 a IPv6 se puede justificar de dos maneras, dos puntos de vista principalmente:

- 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, aunado a esto, 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 como se estructuró la Internet desde sus inicios, ver su crecimiento, ver las versiones de IP, recalcar los beneficios de IPv6 y ver porque se debe de cambiar a la nueva versión de IP.

1.2.- Internet y su historia

Internet como la conocemos es un medio de comunicación que ha revolucionado el mundo tanto de las comunicaciones como de las computadoras. Las bases que ayudaron a su desarrollo, si vemos desde los inicios más básicos, son desde el telegrafo hasta las computadoras personales pasando por el teléfono y la radio [WWW24], también debido a la cantidad de información que se maneja actualmente en la Internet, es un recurso que revolucionó la manera de investigar y tener acceso a información mundial en minutos, mejor dicho, en segundos.

La Internet comenzó siendo una idea de J.C.R. Licklider, quien en algunos memorandums en Agosto de 1962 en el MIT (*Massachussets Institute of Technology*), describía la idea de computadoras interconectadas entre si para tener acceso a la información de las mismas, él la describía como una *Galactic Network* o Red Galáctica. Por éstas ideas radicales en ese momento, a Licklider lo designaron director del programa encargado de desarrollar la DARPA (*Defense Advanced Research Proyects Agency*). Conjuntamente con Licklider trabajaban Ivan Sutherland, Bob Taylor y Lawrence G. Roberts. [WWW26].

La primera WAN (*Wide Area Network*) documentada fue la creada en 1965 por Lawrence G. Roberts y Thomas Merrill, quienes conectaron una TX-2 y un Q-32 desde el MIT en Massachussets hasta California mediante una línea telefónica. Para 1967 se había avanzado

en el diseño de las redes, también Inglaterra aparte de los Estados Unidos había estado investigando por medio de otros grupos de trabajo como el RAND y el NPL. En el DARPA, acordaron interconectar todos sus centros de investigación por medio de una red a la que denominaron ARPANET. [Ver00].

Para finales de 1969 la ARPANET comenzaba a tomar forma, primero conectando el primer nodo en UCLA siendo éste el *Network Measurement Center*, después en el *Stanford Research Institute* instalando e interconectando el *Network Information Center*, posteriormente en la Universidad de California en Santa Barbara el *Culler-Fried Interactive Mathematics*, y finalmente ese mismo año, en Utah el *Graphics*. [Ver00]. Ese mismo año debido a que la red estaba en periodo de pruebas, se debía de tener un flujo de la comunicación de la información e ideas entre los grupos de investigación, por lo que se crearon un tipo de memorandums, los RFC (*Request For Comments*), cada RFC hace referencia a un protocolo o tipo de comunicación referente a la Internet. (Ver Anexo RFCs).

Para 1970 se publica el primer protocolo de comunicación entre dos computadoras (*host-to-host*) de la ARPANET, el NCP (*Network Control Protocol*), su publicación corrió a cargo del NWG (*Network Working Group*). Los avances en la ARPANET continuaban, para 1972, ya se tenía desarrollada la idea de la arquitectura abierta (*Open Architecture*) que significa que la red no dependa en si de ningún servidor o red en particular, lo cual permite una red de nodos heterogéneos en una red homogénea, ésto fue presentado en la “*International Computer Communicaton Conference*” (ICCC).

A la par del desarrollo de la ARPANET se desarrolló un programa capaz de leer y escribir mensajes a otras personas utilizando la red, Ray Tomlinson crea la primera versión de un correo electrónico, en versiones posteriores del *e-mail* se adoptaría el @ (*at sign* en inglés, arroba en español) como separador en las direcciones de correo electrónico, el reenvío de mensajes, el manejo de archivos por medio de FTP (*File Transfer Protocol*), etc. [WWW29]. La capacidad de enviar y recibir mensajes rápidamente, el intercambio de información y el acceso a los RFC, se tornó en el éxito de la ARPANET ya que agilizó el contacto entre los grupos que trabajaban en el proyecto.

Muchas universidades quisieron adherirse a la ARPANET, mientras más crecía, se empezaron a hacer visibles las limitaciones que en ese momento tenía el protocolo NCP ya que se basaba en la propia comunicación de la ARPANET. No había un método de control de paquetes ni errores entre las computadoras que intercambiaban información y en un principio no se pensaba que se iban a conectar demasiadas computadoras a la red por lo que se asignaron pocos números para asignar los nodos. NCP no contaba con un sistema de direccionamiento dinámico. [WWW32].

Debido a esto hubo la necesidad de crear un nuevo protocolo de comunicación entre computadoras, siguiendo con el concepto de *Open Architecture*, se evolucionó el protocolo NCP a TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) con los siguientes principios:

1. Cada una de las redes conectadas debe ser independiente del resto, y no deberán realizarse cambios en estas para su conexión a ARPANET.
2. Si un paquete no alcanza su destino, deberá ser retransmitido por el origen.

3. Se utilizaran unas cajas negras para la interconexión de redes (más tarde se les denominó *gateways* o ruteadores) que no mantendrán información referente a cada una de las conexiones que se estén produciendo en cada momento, permitiendo una cierta tolerancia a fallos. Estas cajas negras tendrán la función de conducir los paquetes hacia los nodos de destino, lo que implica un direccionamiento dentro de la red.
4. Se deben permitir simultáneamente diferentes comunicaciones entre las computadoras (*pipelining*) facilitando la interactividad. Ésto posibilita la existencia de varias conexiones simultáneas en un mismo equipo y obliga a la adopción de un sistema para diferenciarlas.
5. Es necesario un sistema de direccionamiento global para todos los nodos que forman parte de la red.

Tras varios estudios, se asignaron roles a los protocolos TCP/IP, el protocolo IP solamente se encargaría de enviar paquetes a través de la red hacia el destino. Para el control de flujo o asegurar que los paquetes lleguen al destino se tienen 2 protocolos, el TCP y el UDP (*User Datagram Protocol*), en esencia son el mismo pero el segundo no asegura que todos los paquetes lleguen a su destino, es decir, no es confiable. Los diseños de las capas que utiliza TCP/IP se pueden ver en las figuras 1.1 y 1.2 respectivamente, siendo el primero el diseño general de TCP y el segundo la estructura basada en jerarquias que utiliza TCP/IP.

Los grupos encargados para el desarrollo del nuevo protocolo se encontraban en las universidades de Stanford y UCLA, también se incluyó a la empresa *Bolt, Beraneck and Newman* (BBN), designados por la DARPA. [Ver00].

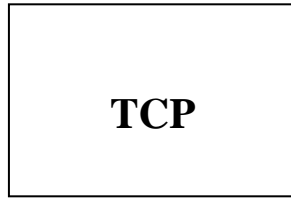


Fig. 1.1: Primer diseño del TCP/IP

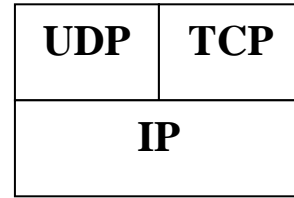


Fig. 1.2: Estructura jerárquica

La introducción de las computadoras personales en los 80's y el desarrollo de las redes locales como Ethernet influyeron al desarrollo de la ARPANET, como se introducían mas y mas redes a la ya tan mencionada ARPANET fue necesario el replanteamiento del direccionamiento en las redes tanto locales como globales (LAN y WAN), dando como resultado el direccionamiento que se conoce actualmente. [WWW35].

Cabe mencionar que Ethernet fue desarrollada por Bob Metcalfe en los laboratorios XEROX PARC (*Palo Alto Research Center*) en 1973. [Ver00]. “Ether” se supone según los griegos que es la materia presente en todas partes y “net” es red en inglés, por lo tanto la Ethernet se suponía debería de ser la red existente en todas partes.

Cuando el Departamento de Defensa estadounidense adoptó los protocolos TCP/IP en 1980, dicho departamento se integró a la topología de ARPANET, creando dos redes, la MILNET, para propósitos militares y la ARPANET para propósitos científicos.

A principios de 1983 se substituyó el protocolo NCP por el protocolo TCP/IP en las dos redes y para 1985 también se suma la red NSFNET a ARPANET, dicha red era la red del NFS (*Nacional Science Fundation*) haciendo crecer más aún la ARPANET. El crecimiento de la ARPANET, también empezó a interesar a las empresas con redes locales (PSI, UUNET, ANS CO+RE), debido a ésto las personas responsables del NSFNET empezaron una campaña de limitar dicha red solamente a propósitos científicos, lo cual impulsa una privatización controlada de la misma. [Ver00]. Por la gran demanda y el control de la integración de redes particulares a la red ARPANET, se determina terminar o dar de baja la ARPANET y dar de alta la Internet en 1990.

Internet crece aún más cuando el CERN (Organización Europea de Investigación Nuclear) [WWW16] en 1991 da a conocer el lenguaje HTML (*Hyper Text Markup Languaje*), que permite de una manera sencilla compartir texto e imágenes en las computadoras locales para que sean accesados por medio de Internet desde cualquier otra máquina conectada en la red. El lenguaje HTML es la base del WWW (*World Wide Web*). El correo electrónico también evoluciona añadiendo capacidades de seguridad y privacidad. [Ver00].

En 1994 el NRCC (*National Research Council Comitee*) en colaboración con la NSF publica el informe “*Towards a National Research Network*”. Este informe impulsó y sentó las bases para las futuras autopistas de la información.

Finalmente, en 1995 culmina la política de privatización impulsada por NSF, lo que provoca la disolución de NSFNET en sub-redes locales, gracias a esto en 8 años y medio se pasó de tener 8 nodos conectados a 56 Kbps a 21 nodos conectados a 45 Mbps, con ésto

finalmente Internet se hizo accesible a prácticamente todo el mundo y elevó su crecimiento exponencialmente como se puede ver en las figuras 1.3 y 1.4.

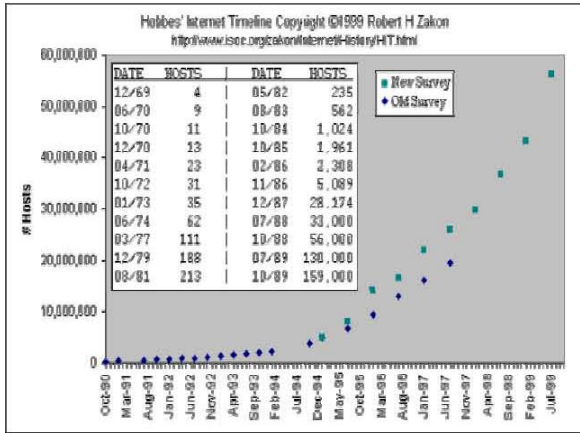


Fig. 1.3: Crecimiento de Internet

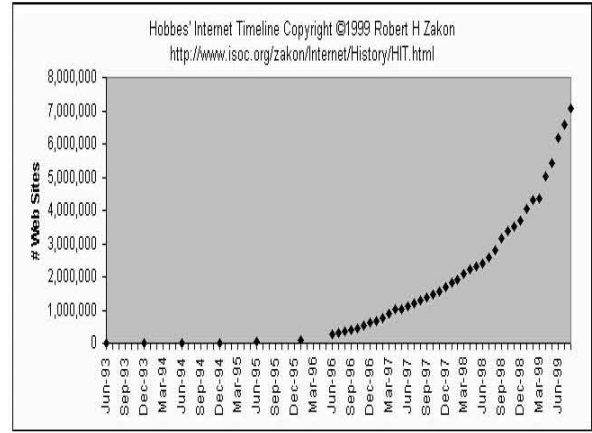


Fig. 1.4: Crecimiento del servicio WWW

En la figura 1.5 se puede ver en forma cronológica el desarrollo de Internet.

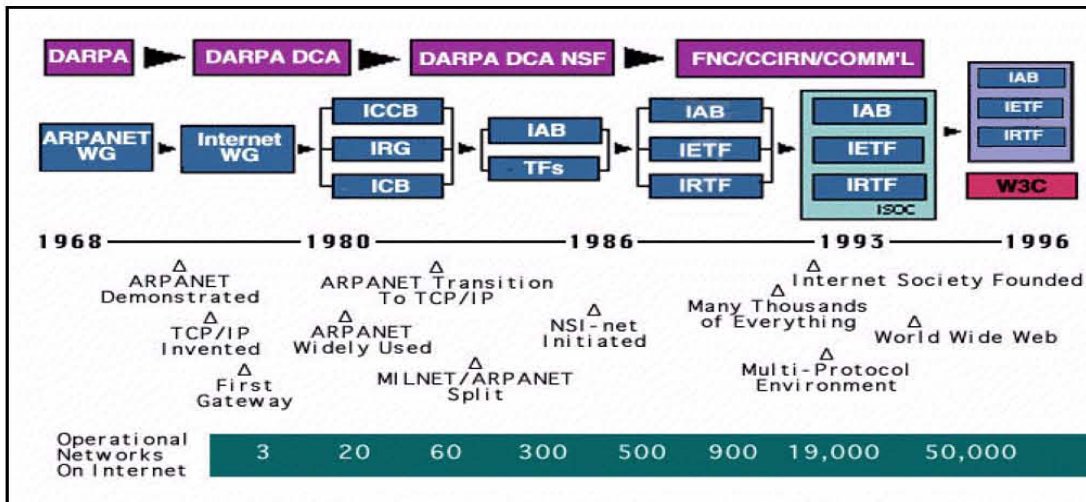


Fig. 1.5: Desarrollo de Internet

Pero, ¿Qué es Internet? Hay muchas definiciones, sin embargo se señalara la definición del *Federal Network Council* del 24 de octubre de 1995.

“La Internet hace referencia a un sistema global de información en que se está lógicamente conectado por un sistema global y único de direcciones basado en el *Internet Protocol* y que presenta las características siguientes:

1. Es capaz de realizar comunicaciones usando el *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* o cualquier extensión compatible con IP.
2. Además proporciona, usa o hace accesible de forma pública o privada mediante servicios basados en un esquema de capas acceso a la información contenida en cualquiera de los nodos conectados.”

Los protocolos de Internet han evolucionado en conjunto con la misma Internet, para comprenderlos un poco más a fondo, a continuación se describe su historia muy brevemente.

1.3.- Protocolos TCP/IP

Para comunicarse, Internet utiliza los protocolos TCP/IP, los protocolos consisten en un esquema de capas las cuales se comunican únicamente con el protocolo situado inmediatamente superior o inferior, sea el caso de recepción o transmisión.

Cada capa tiene una tarea específica para poder comunicar diferentes tipos de computadoras, independientemente de la red en la que estén, el fabricante de los equipos de

cómputo o el sistema operativo que utilicen. El protocolo TCP/IP utiliza cuatro capas, las cuales se pueden ver en la figura 1.6.

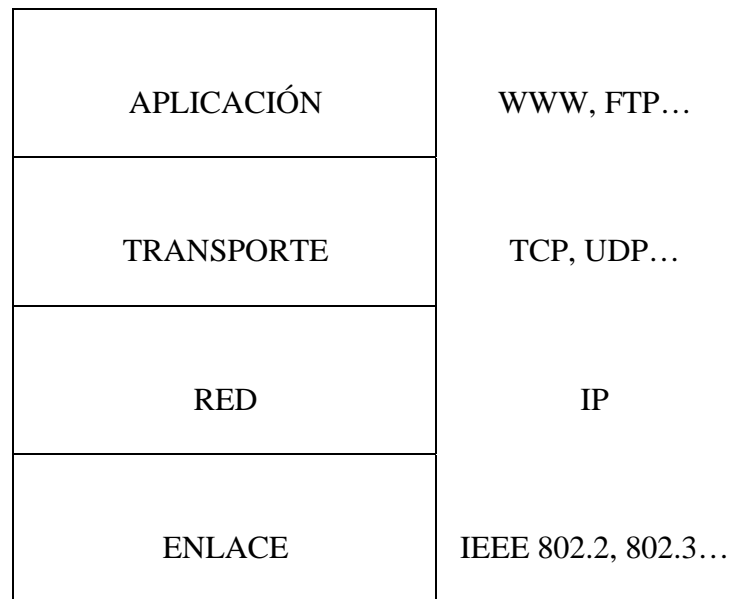


Fig. 1.6: Estructura de cuatro capas

- La capa de aplicación hace la interconexión con las aplicaciones (valga la redundancia) que se van a utilizar en la red. (WWW, Telnet, FTP, etc...)
- La capa de transporte tiene como ocupación el dar el flujo de información a las computadoras en la red, ya sea confiable (TCP) o no confiable (UDP).
- La capa de red se encarga de mover los paquetes a través de la Internet a su destino. A ésta capa también se le denomina capa de INTERNET. Aquí trabaja el protocolo IP.
- La capa de enlace es la encargada de que los sistemas operativos puedan enviar y recibir información, ésta capa también se denomina capa de datos o capa de acceso a red.

Las capas del modelo hacen que la comunicación entre dos computadoras sea por medio de las capas, haciendo cada capa independiente a la otra y así facilitando cambios o mejoras en los modelos. Cada capa en el modelo añade información en el encabezado de los paquetes enviados, es decir, en la encabezado se almacena la información del tipo de protocolo, el numero de paquete a quien va dirigido, de quien viene, etc.

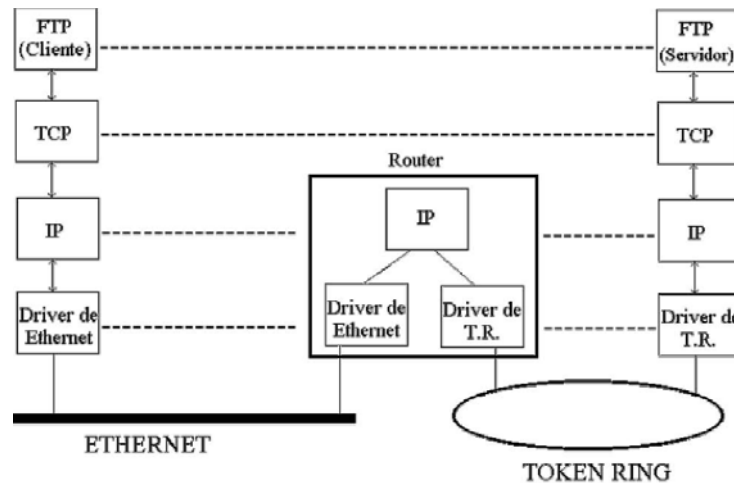


Fig. 1.7: Esquema de conexión entre dos equipos en Internet

Cuando se envía información en el encabezado se pone la información de cada capa y se pasa a la capa inferior hasta que se llega a la capa inferior quien envía los datos a través de la red, cuando se recibe información pasa exactamente lo inverso como se puede ver en la figura 1.7.

Para que cada equipo se comunique con otro en Internet, el modelo genera paquetes los cuales viajan a través de la red por los equipos conectados que son los encargados de hacer la conmutación de paquetes hasta llegar a su destino, existen dos tipos de equipos conectados a Internet, los que envían paquetes de información (*hosts*) y los que hacen la

conmutación para que los paquetes generados lleguen a su destino (*router, gateway, bridge, etc.*).

El cambio a IPv6 no es una tarea fácil, sin embargo, a continuación se ven los escenarios de transición de una manera general ya que en el siguiente capítulo se ven más a fondo.

1.4.- Escenarios de transición

Existen dos escenarios de transición:

1. Apagar la red y volverla a encender con *hardware* y *software* compatible con IPv6.
2. Un cambio lento y gradual.

Considerando el tamaño actual de Internet, la primera opción no es considerable ya que la coordinación requerida para apagar la red es imposible de alcanzar y el esfuerzo administrativo para migrar todo el *hardware* y *software* antes del encendido tampoco es factible, para éste efecto se tendría que apagar la red días, más bien semanas o meses. La diversa variedad de plataformas de *hardware* y *software* también lo hacen ser una tarea imposible.

El escenario más viable es el segundo, una transición lenta y gradual en la cual IPv4 e IPv6 coexistan lateralmente, es posible que la transición dure varios años antes de completarse.

La traducción de encabezados IP, representa un problema serio, se ha convenido que en la práctica será muy difícil de alcanzar un tiempo real de traducción corto, por lo tanto existen dos posibilidades. La primera, que los *hosts* y los ruteadores empleen un *dual-stack* que sea

capaz de manejar datagramas tanto IPv4 como IPv6. La segunda es hacer redes de túneles de IPv6 sobre IPv4, hasta que la transición se haya completado.

Los mecanismos actuales de transición que están integrados en el diseño de IPv6 incluyen *hosts* y ruteadores con un *dual-stack* IPv4/IPv6, *tunneling* de IPv6 vía IPv4 y un número de servicios de IPv6 incluyendo DNS, DHCP y demás para IPv6. [WWW58].

1.5.- Necesidad del cambio a IPv6

Existen varias consideraciones importantes a cerca de la transición. Cuando se adoptó IPv4, los *hosts* se forzaron a cambiar a IPv4 a principios de 1983, no fue hasta 1984 que el número de *hosts* conectados al *backbone* rebasaron los 1000, se debe de recordar que en ese tiempo, la mayoría de los usuarios de la Internet eran expertos en el campo.

Para mediados de 1999 existían 60,000,000 de *hosts* fijos registrados en el DNS, y un número dinámico no especificado de *hosts* asignados dinámicamente, desde entonces el número creciente de *hosts* en Internet ha rebasado la imaginación. De estos usuarios, la mayoría tiene muy poco o nulo conocimiento de las telecomunicaciones, las computadoras, las redes, protocolos y demás ámbitos técnicos. La transición a IPv6 no será como nada visto anteriormente, es un problema de gran escala.

El amplio y flexible número de direcciones en IPv6 habilita la definición de arquitecturas de ruteo globales, flexibles y jerárquicas, con varios niveles. Una arquitectura jerárquica de direcciones IPv6, se puede asignar a áreas geográficas utilizando los prefijos flexibles tipo CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*). El direccionamiento IPv6 puede ser enfocado de

una manera que facilite la sumarización del ruteo y controle la expansión de las tablas de ruteo en los ruteadores de *backbone*.

También implica que los proveedores de Internet tendrán suficientes direcciones para asignar a empresas medianas y a usuarios de *dial-up* que necesitan direccionamientos globales para que así puedan explotar al máximo la Internet. En lo concerniente a la telefonía, el direccionamiento de IPv6 permite a la industria conectada en red, ir más allá del sistema telefónico actual.

El cambio implica varias consideraciones, la reducción de trabajo, la seguridad, el factor humano, el hardware y software y sobre todo, la simplicidad y estandarización del formato de IPv6. Para ver cada uno más a fondo, se describirá cada uno brevemente.

1.5.1.- Reducir la carga de trabajo de administración de direcciones

Las redes IPv6 pueden muy bien emplear direccionamiento dinámico (DHCP) para reducir el esfuerzo asociado con asignar manualmente direcciones a estaciones de trabajo, DHCP es una herramienta que permite una configuración estática de direcciones ya que mantiene las tablas que determinan las direcciones a asignar estáticas, ya sea a estaciones de trabajo ya existentes que se mueven de lugar o nuevas estaciones de trabajo.

IPv6 también provee una nueva dimensión a la autoconfiguración mediante el servicio de autoconfiguración independientemente de su lugar, el cual no requiere servidores configurados manualmente. La autoconfiguración independiente de lugar hace posible que las estaciones de trabajo configuren su propia dirección con ayuda de un ruteador IPv6

local. Típicamente la estación de trabajo combina su *MAC address* de 48 bits con un prefijo de red que aprende del ruteador del vecindario.

Las capacidades robustas de autoconfiguración en IPv6 serán de gran ayuda para los usuarios cuando una empresa sea forzada a cambiar el direccionamiento debido a un cambio en el proveedor de Internet, la autoconfiguración de IPv6 permitirá a los *hosts* recibir nuevos prefijos sin la necesidad de reconfigurar manualmente las estaciones de trabajo o el direccionamiento DHCP.

Esta función también es muy útil en menor escala en empresas que tiene problemas en el seguimiento de los movimientos de los usuarios dinámicos. La autoconfiguración es muy importante para habilitar el cómputo móvil ya que permite a las computadoras móviles recibir direcciones IP válidas automáticamente independientemente de donde estén conectadas a la red.

1.5.2.- El formato simplificado de IPv6

Las direcciones IP en IPv6 es cuatro veces más grande que en IPv4, sin embargo, como resultado de la simplificación y la mejora del mismo, es solamente dos veces más largo, el largo del encabezado se espera que no afecte el desempeño gracias a su simplificación y estandarización. Más allá del formato simplificado y estandarizado, IPv6 fue mejorado por medio de los encabezados de extensión, lo cual cambia la manera de manejar las opciones en los encabezados y eficiente su ruteo y manejo.

Los encabezados de extensión opcionales se localizan después del encabezado IPv6 y antes de los datos en cada paquete. La mayoría de los encabezados de extensión no son examinados por los ruteadores en el camino, lo que si sucedía en IPv4. Los encabezados de extensión ahora son de longitud variable y tienen menos restricciones en su tamaño.

IPv6 proporciona a los diseñadores de redes una manera muy sencilla de introducir más encabezados de extensión en un futuro, los campos de opciones se han definido por cargar información explícita de ruteo, creada en el nodo de origen, para facilitar el control de la autenticación, codificado y fragmentación, a nivel de aplicación, los encabezados de extensión se pueden utilizar para aplicaciones punto a punto que requieran sus propios campos dentro del paquete IP.

1.5.3.- Seguridad

La coexistencia del direccionamiento IPv4 e IPv6 provee problemas de accesibilidad para las aplicaciones que no están diseñadas para IPv6, los *hosts* que tengan corriendo esas aplicaciones requerirán de sistemas de soporte para la traducción de direcciones, por razones de desempeño, el DNS se supone que debe de retornar ambas direcciones, tanto la IPv4 como la IPv6, lo que puede confundir a los *hosts* no adaptados para el proceso de direcciones IPv6.

El soporte del *dual-stack* no es un tema de seguridad, sin embargo la implementación del mismo se vuelve un problema de seguridad. IPv6 maneja un *stack* más grande y si es transportado sobre IPv4, se pueden introducir datos falsos en el transporte por medio de IPv4, por lo tanto la combinación de los dos protocolos no asegura que las fallas en la

seguridad de IPv4 sean eliminadas. Se espera que solamente al migrar a redes solo IPv6, se eliminarán las fallas de seguridad.

1.5.4.- Factor humano

La gente se debe dar cuenta de la necesidad de la transición para que se lleve a cabo. Como no existe una autoridad centralizada que fuerce a todos a hacer el cambio, depende de cada sitio individual el empezar a hacer el cambio.

El cambio necesita convencer a las autoridades dueñas de los sitios que el cambio es necesario, después capacitar el personal para que puedan ser capaces de sobrellevar la transición, y después calendarizar la transición dependiendo de los calendarios de actividades de las empresas.

Debido a la poca experiencia con IPv6, muchos sitios pueden ser susceptibles a errores de configuración en sus redes, las herramientas de administración automatizadas pueden ayudar a los administradores a hacer las configuraciones y las tareas de mantenimiento, sin embargo, no les ayudarán a entender la estructura subyacente del protocolo.

1.5.5.- Hardware y software

La nueva tecnología requiere de nuevo *hardware* y *software* para soportarla, durante la transición varios sitios puede que corran *software* que esté por lo menos parcialmente en desarrollo o en etapas experimentales. Las fallas en el software y hardware serán muy comunes debido a la premura de lanzar nuevos productos.

Los problemas asociados al *software* y *hardware* deben de ser sobrellevados sin embargo por la lentitud de la transición. Si el desarrollo de IPv6 empieza en ambientes cerrados, protegidos por *firewalls*, entonces, no debe de haber problemas.

1.6.- Objetivos

En éste documeto se afrontan los métodos de transición y se toma uno como base para hacer un cambio en una red pequeña, la cual ejemplifica un cambio generalizado y se configura por medio de la programación de dos ruteadores y dos equipos.

También hay que tomar en cuenta que el cambio debe ser realizado por una persona que conozca a fondo tanto IPv6 como la programación de los ruteadores, la programación de ruteadores no es algo sencillo, en el caso del proyecto son ruteadores marca Cisco, los cuales tienen su manera particular de programar. Teniendo todo esto en cuenta es posible ejecutar un cambio en una red pequeña por medio de un método de transición. Por medio del documento se pretende ver que tan fácil es el cambio, ver cual es el método a aplicar más efectivo en las empresas actuales y ver que problemas surgen en el cambio de la red, además de ver las soluciones que se dieron a los problemas que se presentaron.

1.6.1.- Objetivo General del proyecto

El objetivo general del proyecto es ver la factibilidad de que las empresas actuales hagan un cambio paulatino a IPv6 tomando en cuenta todos los factores que se ven en el documento, tomar una decisión de cual es el mejor esquema posible para aplicarse a cualquier empresa y hacer una red pequeña que pruebe que el cambio es factible y que la traducción de direcciones se hace.

1.6.2.- Objetivos específicos

- Analizar IPv4 y ver su encabezado así como lo largo de sus direcciones IP.
- Analizar IPv6, ver las mejoras implementadas a partir de IPv4 y mencionar porque es importante el cambio.
- Ver las opciones de transición de IPv4 a IPv6.
- Ver la manera de configurar dichas opciones de transición.
- Seleccionar un esquema de traducción de direcciones.
- Aplicar el esquema de traducción a una red pequeña elaborada en el laboratorio de redes y telecomunicaciones.
- Probar que existe conectividad entre equipos y que la traducción es viable.

1.6.3.- Alcance del proyecto

El proyecto, al ser un proyecto que no puede abarcar muchos ruteadores y muchos equipos, se enfocará al cambio en una red pequeña, lo cual no implica que el ejemplo tomado no sea replicable a gran escala. El proyecto solamente tomará en cuenta las opciones que se tienen en el laboratorio de redes y telecomunicaciones y los métodos de transición encontrados al realizar el proyecto, el proyecto se enfocará solamente al intercambio de información entre dos equipos en una red específica, no el intercambio de archivos ni el la comunicación entre dos aplicaciones que se encuentren arriba de la capa de aplicación del modelo OSI.

1.7.- Esquema del documento

Hasta el momento se ha visto la historia de Internet y un panorama general del cambio a IPv6, en los siguientes capítulos se verá la información que se necesita saber para realizar el

proyecto, los métodos de transición existentes, la solución que se adoptó, el prototipo realizado y las conclusiones:

Capítulo II. Teoría y métodos de transición IPv4 e IPv6. En éste capítulo se ven las bases para tener la capacidad de generar una red IPv6 o adaptar una ya existente de IPv4 a IPv6, desde que es IPv4, pasando por IPv6, hasta los métodos de migración de nodos IPv4 a IPv6.

Capítulo III. Esquema de red y prueba. En éste capítulo se verá la solución que se escogió para resolver el problema de una migración y comunicación de una pequeña red de computadoras IPv4 a IPv6, también se dará el porque de dicha solución.

Capítulo IV. Prototipo. En éste capítulo se verá la programación realizada en los routers Cisco del proyecto y la autoconfiguración que presentaron las PCs al instalarles IPv6.

Capítulo V. Conclusiones. En éste capítulo se darán las conclusiones generales del proyecto, también se dará una idea de las posibles ampliaciones que puede haber al proyecto.