

Técnicas para el despliegue de IPv6 en redes LAN

Germán Eduardo Jerez, Víctor José López, Víctor Manuel Longo, María del Pilar Gálvez, Marcelo Alejandro Gallardo, Raúl Alfredo Zamora

Universidad Católica de Santiago del Estero – Departamento Académico San Salvador
Lavalle 333 San Salvador de Jujuy – 0388 4236139
germanjerez@yahoo.com.ar

RESUMEN

El crecimiento de Internet registrado a lo largo de los, aproximadamente, últimos 20 años trajo consigo el problema del agotamiento de las direcciones IPv4 (Internet Protocol versión 4). Como solución a este problema, el IETF (Internet Engineering Task Force) propuso la adopción de un nuevo protocolo al que se denominó IPv6 (Internet Protocolo versión 6).

Lentamente, desde hace varios años, IPv6 está reemplazando a IPv4 en Internet mediante la aplicación de variadas técnicas de transición. Hoy coexisten en Internet ambos protocolos. El avance del despliegue de IPv6 en Internet no es uniforme a nivel mundial y existen regiones en las cuales todavía este no es importante. Este es el caso de la Argentina.

Este trabajo tiene como propósito principal aportar información que facilite e incentive el despliegue de IPv6 en redes de área local (LAN – Local Area Network) como forma de mejorar la penetración del nuevo protocolo tanto en ámbitos académicos, pequeñas organizaciones en general y en el hogar.

La poca comprensión del nuevo protocolo y su tardía adopción en nuestras redes podría traer como consecuencia elevados costos derivados de apresurados despliegues y, en el peor de los casos, pérdidas de conectividad a sitios de Internet que solo operen con IPv6.

Palabras clave: IPv6 – Transición – Coexistencia - Despliegue.

CONTEXTO

La presente investigación se enmarca en el proyecto “Estrategias para el despliegue de IPv6 en redes LAN”, aprobado por el Área de Investigación y Desarrollo Científico del Departamento Académico San Salvador de la Universidad Católica de Santiago del Estero (UCSE-DASS), mediante Disposición N°461-2018 y se encuentra financiado por esta entidad.

El equipo de investigación está constituido por docentes de las cátedras de Información y Comunicación y Redes de Computadoras de la carrera de Ingeniería en Informática, un docente asesor y cuenta con el aporte de alumnos investigadores de los últimos años de la carrera.

1. INTRODUCCIÓN

El agotamiento de las direcciones IPv4 es una realidad que afecta e involucra a los sectores público y privado, a la comunidad técnica en particular, a la sociedad civil en general, y por supuesto, a la comunidad académica, especialmente a los investigadores del área de las comunicaciones [1]. El despliegue tardío de IPv6 [2] podría traer como consecuencia un impacto negativo en la experiencia de Internet por parte de los usuarios y la potencial pérdida de negocios para los proveedores de servicio.

Una buena razón para iniciar la transición hacia IPv6 es la posibilidad de incorporar nuevos servicios en la red. Estos seguramente requerirán de innovación en el campo de la industria del software. Por otro lado, IPv6 mejora la eficiencia en la gestión de las redes facilitando la administración de la infraestructura de comunicaciones y simplificando el ruteo. Sus características además, facilitan la implementación de redes

de sensores y dispositivos IoT (Internet of Things), mejorando la escalabilidad de las redes y sus servicios [3].

Los problemas de IPv4 están relacionados con el agotamiento de sus direcciones, con problemas en la escalabilidad del ruteo y en la ruptura del esquema de comunicaciones extremo a extremo (end-to-end) originalmente diseñado [3].

El despliegue masivo de dispositivos móviles con capacidades de conectividad ha incrementado rápidamente la demanda de direcciones de red [2].

La subdivisión de bloques utilizada como forma de hacer mejor uso de las direcciones IPv4 restantes trajo como consecuencia la desagregación de prefijos, además, las técnicas de multihoming y la ingeniería de tráfico han causado un incremento en las tablas de ruteo IPv4 globales, dificultando el forwarding en internet y planteando un problema de escalabilidad de rutas [3].

El uso extendido de NAT (Network Address Translation) ha dificultado el desarrollo de aplicaciones que hagan uso de la propiedad de comunicaciones end-to-end sobre toda Internet.

IPv6 fue desarrollado como el protocolo de red de nueva generación, proponiéndose como la superación a los problemas de IPv4. Sin embargo, IPv6 no fue diseñado de manera compatible con IPv4, lo que significa que las redes IPv6 no pueden comunicarse con redes IPv4 naturalmente. Dada la incompatibilidad entre ambos protocolos, estos coexistirán durante un período más o menos prolongado y el proceso de transición será gradual.

Durante el período de transición deberá administrarse la disponibilidad de tanto IPv4 como IPv6 y resolver las cuestiones derivadas de la implementación de DNS (Domain Name System), QoS (Quality of Service), seguridad y otros aspectos abarcados por el entorno de doble pila (Dual Stack) [4].

Se necesitan un número de técnicas de transición para mantener la conectividad tanto de IPv4 como de IPv6 [5, 6].

La coexistencia de redes obligará a switches, routers, firewalls y servidores a expandir su hardware y software para soportar las

características de IPv6.

El nuevo conjunto de protocolos IPv6 tales como Neighbor Discovery [7], ICMPv6 (Internet Control Message Protocol Version 6) [8] y DHCPv6 (Dynamic Host Configuration Protocol Version 6) [9] pueden hacer surgir nuevos riesgos en materia de seguridad que deberán ser evaluados.

Los hosts en los extremos requerirán cierta inteligencia para decidir cual stack de protocolos usar cuando DNS responda tanto con registros A como con registros AAAA [3].

Básicamente existen dos formas de configurar una red LAN IPv6. Uno de los métodos es la configuración manual y el otro es la configuración automática.

La configuración automática o autoconfiguración se implementa mediante el protocolo Neighbor Discovery mediante mensajes ICMPv6. Estos mensajes se denominan NS (Neighbor Solicitation), RS (Router Solicitation), NA (Neighbor Advertisement) y RA (Router Advertisement).

En la autoconfiguración el router anuncia el prefijo de red a utilizar y el host mediante EUI-64 (Extended Unique Identifier - 64) autocompleta la dirección en base a su dirección MAC (Media Access Control). También se utilizan técnicas aleatorias para autocompletar las direcciones IPv6.

Originalmente el método de autoconfiguración no proveía anuncios de servidores DNS, pero actualmente puede usarse la opción RDNSS (Recursive DNS Server) (RFC8106) en los anuncios RA [10].

También se puede hacer uso de un servidor DHCPv6. Mediante DHCPv6 no solo pueden anunciarse prefijos de red sino también otros datos como, por ejemplo, servidores DNS [11].

Para que los hosts IPv6 tengan conectividad a Internet se plantean dos posibles alternativas desde el punto de vista del servicio disponible en el ISP (Internet Service Provider). Algunos ISP proporcionan IPv6 en modo nativo, en estos casos no serán necesarias configuraciones adicionales dado que el equipo del proveedor se comunicará con el

router de borde de la LAN mediante sesiones BGP-4 (Border Gateway Protocol Version 4) o bien a través de rutas estáticas [12].

En caso de que el ISP no soporte IPv6 en forma nativa existen diversas técnicas de túnel las cuales, básicamente, encapsulan datagramas IPv6 en datagramas IPv4.

Los túneles pueden implementarse de forma manual o automática. Entre los túneles manuales pueden mencionarse los túneles 6in4 [13]. Existe también la posibilidad de automatizar túneles 6in4 mediante un servidor Tunnel-broker. Típicamente un servidor Tunnel-broker es un router con conectividad IPv6.

Algunos ejemplos de Tunnel-broker son Freenet6, HE y SixXS.

Entre los túneles automáticos pueden mencionarse diversas alternativas como 6to4, 6RD (evolución de 6to4), DS-Lite (encapsula IPv4 en IPv6) [14] y Teredo (Miredo) [15, 16].

En caso de hosts que solo soporten IPv6 y deseen comunicarse con hosts que solo soporten IPv4 se utilizan mecanismos de traducción tales como NAT64/DNS64 [17,18,19], pero solo traduciendo TCP, UDP e ICMP.

Caso contrario serán necesarios servidores ALG (Application Level Gateway).

Para solucionar el inconveniente de NAT64/DNS64, puede emplearse 464XLAT [20, 21] que consiste en realizar una traducción doble IPv4-IPv6 mediante un servidor CLAT (Customer-side translator) y una traducción IPv6-IPv4 mediante un servidor PLAT (provider-side translator).

En caso de hosts que únicamente manejen IPv4 y deseen comunicarse con redes IPv6 no se recomiendan mecanismos de traducción sino la implementación de doble pila (dual-stack) en el sistema operativo del host solo IPv4.

El tráfico IPv6 continúa creciendo de manera gradual en la actualidad y la necesidad de realizar la transición hacia el nuevo protocolo será solo cuestión de tiempo. Lo importante en cada caso sería planificar adecuadamente los tiempos necesarios y los mecanismos de transición más adecuados.

No realizar la transición podría implicar deterioro en la experiencia de Internet, pérdida de competitividad en los negocios o, en el extremo, la pérdida de conectividad total a Internet.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

IPv6 no es un protocolo de reciente aparición, pero su adopción resulta lenta, especialmente en la Argentina. Promover el conocimiento de IPv6, capacitar a profesionales del área de las comunicaciones y fomentar su despliegue en nuestras redes constituyen tareas fundamentales para no detener el crecimiento de Internet.

Para lograr esto se proyecta:

- Realizar seminarios de difusión del nuevo Protocolo IPv6 y dar a conocer las razones del cambio de protocolo de comunicaciones.
- Brindar asesoramiento técnico para proyectos de despliegue de IPv6 en redes gubernamentales o de organizaciones públicas.
- Realizar laboratorios de configuración de dispositivos conectados mediante IPv6 y prácticas de acceso a la Internet IPv6 tanto en las cátedras relacionadas a este conocimiento como público en general.

Las instituciones académicas, especialmente las Universidades, deben contribuir en el proceso de crecimiento de Internet dado que se trata de una herramienta fundamental para el desarrollo del país.

La UCSE-DASS debe brindar estos conocimientos tanto a sus alumnos de Ingeniería en Informática como a profesionales del área de las comunicaciones, promoviendo así la rápida adopción de IPv6 no solo en ámbitos académicos sino también en las redes de organizaciones de todo tipo y en el hogar.

3. OBJETIVOS

Este proyecto tiene estipulados, los siguientes objetivos principales:

- Analizar las limitaciones actuales de IPv4 y el impacto del agotamiento de sus recursos.

- Evaluar el estado actual de las técnicas para la transición y coexistencia de IPv4 e IPv6.
- Configurar pequeñas redes LAN IPv6.
- Simular IPv6 en redes LAN.
- Estudiar el estado actual del despliegue de redes IPv6 en la Argentina.
- Evaluar los resultados y obtener conclusiones.

4. ESTRUCTURA DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Director: Ing. Germán Eduardo Jerez.
Profesor Adjunto Redes de Computadoras.

Docentes Investigadores:

- Ing. Víctor José López. Profesor JTP Información y Comunicación.
- Ing. Víctor Manuel Longo. Profesor JTP Redes de Computadoras.

Asesor del proyecto: Mg. María del Pilar Gálvez

Alumnos investigadores de la carrera de Ingeniería en Informática:

- Marcelo Alejandro Gallardo.
- Raúl Alfredo Zamora.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Internet Society. *The Internet is for Everyone – IPv6 Deployment: State of play and the way forward*. ISOC, 2010.

[2] Deering, S. E., Hinden, R., Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. RFC 8200. IETF, 2017.

[3] Wu, P., Cui, Y., Wu, J., Liu, J., Metz, C.. *Transition from IPv4 to IPv6: A State-of-the-Art*. IEEE Communications Surveys Tutorials, 2012.

[4] Gilligan, R. E., Nordmark, E.. *Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers*. RFC 4213. IETF, 2005.

[5] Arkko, J., Baker, F.. *Guidelines for Using IPv6 Transition Mechanisms during IPv6 Deployment*. RFC 6180. IETF, 2011.

[6] China Telecom. *IPv6 Deployment Best Practice by China Telecom*. 2015.

[7] Simpson, W. A., Narten, T., Nordmark, E., Soliman, H.. *Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)*. RFC 4861. IETF, 2007.

[8] Gupta, M., Conta, A.. *Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification*. RFC 4443. IETF, 2006.

[9] Volz, B.. *Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6) Relay Agent Subscriber-ID Option*. RFC 4580. IETF, 2006.

[10] Jeong, J. P., Park, S. D., Beloeil, L., Madanapalli, S.. *IPv6 Router Advertisement Options for DNS Configuration*. RFC 8106. IETF, 2017.

[11] Cicileo, G., Gagliano, R., O’Flaherty, C., Olvera Morales, C., Palet Martínez, J., Rocha, M., Vives Martínez, A.. *IPv6 Para Todos*. Internet Society, 2010.

[12] Acosta, A., Aggio, S., Cicileo, G., Lynch, T., Moreiras, A. M., Rocha, M., Servin, A., Berenguer, S. S.. *IPv6 para Operadores de Red*. Internet Society, 2014.

[13] Despres, R.. *IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd)*. RFC 5569. IETF, 2010.

[14] Durand, A., Droms, R., Lee, Y., Woodyatt, J.. *Dual-Stack Lite Broadband Deployments Following IPv4 Exhaustion*. RFC 6333. IETF, 2011.

[15] Huitema, C.. *Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through Network Address Translations (NATs)*. RFC 4380. IETF, 2006.

[16] Koršič, L., Istenič, M. S.. *IPv4/IPv6 Transition Mechanisms*. IETF/RIPE, 2011.

[17] Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry. *Implementando NAT64 / DNS64*. LACNIC, 2011.

[18] Matthews, P., Van Beijnum, I., Bagnulo, M.. *Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers*. RFC 6146. IETF, 2011.

[19] Matthews, P., Sullivan, A., Van Beijnum, I., Bagnulo, M.. *DNS64: DNS Extensions for Network Address Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers*. RFC 6147. IETF, 2011.

[20] Palet Martínez, J.. *464XLAT*. LACNIC23, Lima (Perú), 2013. Internet Engineering Task Force (IETF).

[21] Mawatari, M., Kawashima, M., Byrne, C.. *464XLAT: Combination of Stateful and Stateless Translation*. RFC 6877. IETF, 2013.