

Diseño y simulación de la implementación de tecnologías y procedimientos de transición del protocolo IPv6 en INTRANETS usando un `IPv6 test bed`

Gustavo Mercado*, Carlos Taffernaberry*, Alejandro Dantiacq Piccolella*,
Santiago Pérez*, Juan José Ciarlante⁺, Raúl Moralejo*[§]

* LIREDAT – Laboratorio de Investigación en Redes de Datos
Dpto. Electrónica - UTN Facultad Regional Mendoza
{gmercado, carlos_taffe, alejandrod, santiagocp, rmorelejo}@frm.utn.edu.ar

⁺ I² – Instituto de Informática

[§] ICTI - Instituto de Calidad en Tecnologías de la Información
Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza
{jjo, raul.morelejo}@um.edu.ar

Resumen

El Protocolo de Internet actual, conocido como IPv4, comienza a dar señales de encontrarse al límite de su diseño y ya no puede seguir brindando respuestas adecuadas [1]. El Internet Engineering Task Force (IETF) desarrolló un nuevo protocolo de Internet, denominado IPv6 que reemplazará al antiguo [2].

Una de las tareas fundamentales es la transición del viejo protocolo al nuevo IPv6 [3]. Esta afirmación define un conjunto de mecanismos y procedimientos que las redes de Internet deben implementar. Una parte importante de la transición es convertir las redes LAN Internas (INTRANET) al nuevo protocolo.

En este trabajo se muestra un proyecto de investigación, el “CODAREC6: INTRANET”, que pretende ser un ambiente de trabajo y desarrollo que permita:

El ESTUDIO de redes INTRANET con IPv6, comprendiendo cabalmente sus funciones, objetivos y alcances,

El DISEÑO y actualización de aplicaciones para que puedan operar tanto con el nuevo protocolo como con el antiguo,

El DESARROLLO e IMPLEMENTACIÓN de escenarios de trabajo para montar funciones, mecanismos y aplicaciones,

El ENSAYO de la funcionalidad del protocolo y de las aplicaciones para comprobar la validez de los procesos y su aproximación a las normas, sobre diferentes plataformas operativas,

La CAPACITACIÓN y la DIFUSIÓN para ayudar a la comunidad empresarial regional a comprender y a evaluar costos y beneficios en la transición de sus redes INTRANET del protocolo IPv4 al IPv6.

1. Introducción

El protocolo de Internet se encuentra al límite de su diseño. Después de 20 años, la versión 4 del protocolo de Internet (IP) ya no puede seguir adecuándose a las nuevas necesidades, sobretodo en cuanto al paulatino agotamiento de las direcciones IP disponibles, un proceso que terminará en muy poco tiempo, al ritmo actual de crecimiento de la red [4].

Las poco más de cuatro mil millones de direcciones en todo el mundo que permite disponer IPv4, que en un principio se consideraron más que adecuadas, se han vuelto insuficientes desde ya hace algunos años.

Afortunadamente, el tiempo de vida de IPv4 fue extendido por 10 años gracias a algunas técnicas que se utilizan en las redes locales, como la traducción (NAT) y uso temporal de asignaciones (CIDR) [5].

Simultáneamente a este período fue necesario para que IPv6, sucesor de la versión 4, crezca y se establezca definitivamente.

La Internet Engineering Task Force (IETF), quien desarrolla los protocolos estándar para Internet, convocó a la comunidad de investigadores a estudiar alternativas para subsanar los inconvenientes de IPv4. El resultado llegó en 1995 y se llamó IPv6 (Internet Protocol versión 6). Si bien por estos días IPv6 es utilizada experimentalmente por los pioneros en los sectores de redes inalámbricas, de juegos, de uso doméstico, redes de investigación nacional conectadas a nivel mundial, organismos militares y gobierno, una vez estandarizado, entre 2007 y 2010, ofrecerá importantes beneficios para la puesta en producción a nivel mundial.[6]

Algunas de las nuevas características que dispone IPv6 son:

- Gran capacidad de direccionamiento: el espacio de direcciones es de 128 bits, lo que permite tener 2 elevado a 128 (340 sextillones) de direcciones IP [7].

Para hacer una notación medianamente legible, los 128 bits de las direcciones IPv6 se agrupan en 8 palabras de 16 bits (representadas por 4 dígitos hexadecimales cada una) y separadas por dos puntos, por ejemplo: FECD:CAF8:7654:3210:0123:4567:89AB:CDEF.

- Calidad de servicio (Qos): la implementación de IPv6 permite diferenciar los paquetes de datos que pertenecen a un flujo particular, y de esta forma otorgar un ancho de banda en función de cada necesidad, ya sea para comunicaciones de voz, videoconferencias, correo electrónico, etc.

- Autoconfiguración (Neighbour Discovery): no es necesario configurar manualmente los nodos en IPv6 [8].

- Autenticación y privacidad: IPv6 implementa IPSec como parte integral del entorno de seguridad [9].

- Formato sencillo del encabezado: es fijo, y se suprimieron campos como el checksum, ToS y fragmentación, y se agregó uno para identificar flujos de datos [10]. Lo cual permite un trabajo más sencillo y rápido de los routers intermedios.

Las funciones de los campos eliminados se logran con encabezados de extensión, que permiten incorporar nuevas características al protocolo, como IPSec o movilidad.

- End to end: IPv6 no usa NAT ya que tiene direcciones globales para todos los nodos. Así, cualquier nodo puede enviar paquetes a cualquier modo destino, sin que se deba alterar el contenido de las direcciones. Esto necesitará reforzar las normas de seguridad.

En la actualidad existen varias instituciones en el país que han adoptado IPv6 para sus redes, aunque por ahora en forma experimental. Cuando el resto de las organizaciones decidan hacer la transición, el proceso deberá realizarse con los menores contratiempos posibles. Para lo cual será necesario llevar a cabo tareas tales como: actualización de elementos activos, entrenamiento de personal, actualización de sistemas operativos y herramientas de manejo, y verificación de aplicaciones compatibles con IPv6 (IPv6 ready).

Los objetivos del presente proyecto, tanto como el anterior "CODAREC6: An IPv6 test bed" [11], se han pensado para ayudar a las organizaciones regionales y nacionales a llevar a cabo una transición IPv4 a IPv6 adecuada y confiable, creando herramientas, probando aplicaciones, realizando procedimientos e implementado

ambientes de desarrollo y prueba. Pero fundamentalmente creando conciencia y capacitando al personal jerárquico y técnico de empresas e instituciones.

1.1 CODAREC6 Test Bed

La metodología de investigación del presente proyecto usará la infraestructura del laboratorio de prueba (test bed) como instancia de implementación y simulación.

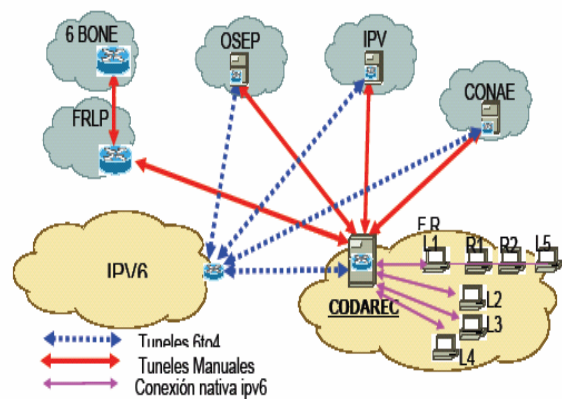


Figura 1

La figura 1 muestra el laboratorio de pruebas formado por varias redes locales nativas IPv6 interconectadas por medio de enlaces WAN.

En las redes locales los nodos se implementaron en diversas plataformas (LINUX, SOLARIS y WINDOWS), todos con doble stack (IPv6/4). Para comunicar estas "islas" IPv6 utilizando la nube de Internet actual (que solo soporta IPv4) se implementó una técnica denominada Túnel en dos de sus variantes, manual y 6to4 [12].

Este TEST BED nos permitió ensayar y verificar las distintas funcionalidades IPv6 y el cumplimiento de las normativas del IETF a través de sus RFC. Se probaron técnicas de ruteo nativo y métodos de transición IPv4 a IPv6[13]. Se ensayaron métodos de autoconfiguración Statefull y Stateless. Se montó un servicio de DNS con soporte a IPv6 [14].

Para encaminamiento se implementaron los protocolos RIPv2, OSPF y BGP4 a través de QUAGGA [15]. También se montaron servicios HTTP, FTP y SSHD.

Se realizaron pruebas de verificación, validación y en algunos se realizaron pruebas de desempeño.

El CODAREC6 Test Bed contribuyó al estudio, diseño, y desarrollo de IPv6 [16]; también fue un pilar fundamental del presente proyecto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

Diseñar, simular e implementar una Red de Campus Local (INTRANET) denominada "Codarec6 INTRANET", que permita el estudio, investigación, desarrollo, implementación, divulgación y transferencia de sistemas intranets basados en el Protocolo de Internet versión 6 (IPv6).

1.2.2 Objetivos Particulares

Transición IPv4 a IPv6

Estudiar y evaluar metodologías de transición en organizaciones de mediana envergadura. Realizar un análisis del impacto económico-social-organizacional de la transición IPv4 a IPv6 en redes de área local intranet [17].

Servicios y servidores IPv6 nativos

Estudiar, evaluar, diseñar y ensayar en el "Codarec6 test bed" todos los servicios necesarios para permitir la configuración automática del protocolo IPv6, para los distintos tipos de Sistemas Operativos Clientes que se encuentren en la Intranet. Investigar, ensayar y comparar las implementaciones existentes de servicios como Ftp, Http, Smtip, protocolos par a par, etc y su funcionamiento en distintos Sistemas Operativos con soporte IPv6.

Verificar el cumplimiento de IPv6 Ready y comparar su desempeño con respecto a los mismos servicios para el protocolo anterior IPv4.

Evaluar los impactos económico-social-organizacional para la implementación de servicios y servidores IPv6 nativos.

VPNs en IPv6

Estudiar, diseñar e implementar, en la Red INTRANET, metodologías y procedimientos que permitan la comunicación segura a través de la utilización del protocolo IPsec [9] y otros protocolos VPN [21].

Convergencia

Organizar, implementar y evaluar metodologías para la convergencia de Voz Video y Datos en redes INTRANETs IPv6.

Herramientas de programación de aplicaciones

Instalar y verificar el funcionamiento con IPv6 de herramientas de programación orientadas al trabajo de networking [18].

Modelación y simulación de redes

Estudiar, investigar e implementar sistemas de simulación de redes INTRANET.

Difusión y Capacitación

Participar en el fortalecimiento y difusión de IPv6 y sus aplicaciones, incentivando su uso e implementación en el medio regional. Fortalecer la preparación de recursos humanos.

2. Metodología

El desafío de las instituciones de investigación, desarrollo y educación frente a las nuevas tecnologías se basa en la necesidad primaria del conocimiento de la tecnología para luego el desarrollo de productos y la capacitación del medio circundante.

La tecnología IPv6 además produce el consecuencia de afectar a toda la Internet, es decir a todas las redes conectadas mundialmente.

Una de la tarea más importante se refiere a la transición del viejo protocolo IPv4 al nuevo y que afectará especialmente a las organizaciones debido al cambio internos de clientes, servicios y servidores, además de aprovechar las novedosas características del nuevo protocolo [19].

En este sentido del abordaje de las nuevas tecnologías el "CODAREC6: INTRANET" pretende ser un ambiente de trabajo y desarrollo que permita:

El ESTUDIO de redes INTRANET con IPv6, comprendiendo cabalmente sus funciones, objetivos y alcances,

El DISEÑO y actualización de aplicaciones para que puedan operar tanto con el nuevo protocolo como con el antiguo,

El DESARROLLO e IMPLEMENTACIÓN de escenarios de trabajo para montar funciones, mecanismos y aplicaciones,

El ENSAYO de la funcionalidad del protocolo y de las aplicaciones para comprobar la validez de los procesos y su aproximación a las normas, sobre diferentes plataformas operativas,

La CAPACITACIÓN y la DIFUSIÓN para ayudar a la comunidad empresarial regional a comprender y a evaluar costos y beneficios en la transición de sus redes INTRANET del protocolo IPv4 al IPv6.

Para cumplir con esta metas se hará uso del IPv6 test bed, como instrumento de simulación y prueba de nuevas tecnologías de IPv6. En dicho test bed se montarán las funciones corrientes y operativamente probadas, sobre varios sistemas operativos y en modalidad de "dual stack" para ensayar mecanismos de transición.

2.1 Diseño Experimental y Métodos

2.1.1 Transición IPv4 a IPv6

En esta etapa se investigarán las alternativas de transición, seleccionando aquella que nos permita minimizar los impactos de la transición. Para lograrlo se llevará a cabo un plan integral que contemple los factores intervinientes (económico, ambiental, social y tecnológico).

En el objetivo de transición se diseñará e implementará primeramente sobre el “IPv6 test bed” para obtener y evaluar resultados preliminares, para luego hacer pruebas selectivas de comprobación y validación sobre redes intranet reales.

El objetivo se completa con la formulación de la planificación de la transición de la intranet. Dichos planes se representan en manuales de procedimientos y documentación de información y ayuda.

Las áreas comprendidas en este objetivo son:

- Plan de transición de clientes.
- Plan de transición de servicios.
- Plan de numeración y subneting.
- Plan de transición de Sistemas Operativos.
- Plan de coexistencia.

2.1.2 Servicios y servidores:

La metodología para estudiar e investigar servicios y servidores IPv6 nativos puede ser dividida en los siguientes ítems.

Configuración de clientes:

La configuración de los clientes debe ser automática, de acuerdo al plan de numeración definido, e independiente del sistema operativo de los nodos clientes. Se deberán asignar dirección, prefijo, gateway y servidores de nombres.

Para lograr este objetivo, se deberán investigar, configurar y comparar los distintos servidores DHCPv6 [20]. Adicionalmente se deberá seleccionar, instalar y configurar distintos servidores RADV (Router Advertisement Protocol).

Para brindar un servicio de nombres, uno o más servidores de nombres. Se generarán todos los registros necesarios para que los nodos puedan interactuar utilizando nombres y no direcciones.

Servicios de Información:

Seleccionar, instalar configurar y evaluar distintas implementaciones de servidores de FTP y HTTP, que soporten el protocolo IPv6.

Implementar y lograr la coexistencia de un servidor SMTP para los stacks IPv4 e IPv6.

Relevar los servicios par-a-par utilizados en la actualidad y seleccionar o desarrollar servidores con iguales características y soporte IPv6.

Servicios de Red:

Evaluar y seleccionar uno o más protocolos de ruteo dinámico para luego implementarlo en la intranet. Variar la topología de la red, y verificar la convergencia de los mismos.

Ensayar los protocolos de ruteo seleccionados anteriormente con distintas marcas de routers, para verificar la compatibilidad de los mismos.

Crear y evaluar el comportamiento de VPN a lo largo de la intranet.

2.1.3 VPNs en IPv6:

Evaluar e implementar las facilidades de VPN en ambientes IPv6.

Estudiar, configurar e implementar la seguridad en la capa IP y el conjunto de protocolos por el cual esto es llevado a cabo (AH, ESP, IKE, ISAKMP, etc).

Analizar y evaluar las distintas formas en las cuales se puede implementar IPsec, en un host o en conjunto con un router o un firewall (creando un security gateway). Como son la implementaciones BITS, BITW y nativas.

Realizar un análisis cuantitativo y cualitativo entre implantaciones IPsec en IPv4 e IPv6 y entre las distintas aplicaciones y sistemas operativos.

Análisis e implementación del manejo de claves en forma manual y automática (IKE) y los algoritmos para autenticación y encriptación.

Estudiar, evaluar y analizar el manejo de SAs y las técnicas de gestión de SAs ya sea en modo transporte o túnel.

Evaluar los distintos DOI de Seguridad IP en Internet para IPsec y su interoperabilidad.

2.1.4 Convergencia

Las redes modernas tienden a manejar todo tipo de información, aun aquellas que por su naturaleza no se adaptan a la conmutación de paquetes. En el diseño de IPv6 se contempló la necesidad de que información en tiempo real, tal como voz y video, compartan el medio transporte con los datos. En el CODAREC6 INTRANET se contemplarán estas tecnologías, para lo cual se debe:

Estudiar e implementar metodologías de Calidad de Servicio sobre intranets,

Estudiar e implementar servicios y servidores de tecnologías de Voz sobre IPv6.

Estudiar e implementar servicios y servidores de tecnologías de Video sobre IPv6.

2.1.5 Herramientas de programación de aplicaciones

Estudiar y seleccionar un grupo de las herramientas de programación más usadas. Realizar ensayos de soporte a los mecanismos de comunicación (ya sea sockets u otro medio) para el protocolo IPv6. Se desarrollará un servidor y un cliente en cada lenguaje seleccionado y luego se realizarán las comparaciones correspondientes referidas a la configuración, adaptabilidad, complejidad y flexibilidad de los mismos.

2.1.7 Modelación y simulación de redes

La tarea de simulación y evaluación de rendimiento de protocolos de red INTRANET (IPv6) surge como una necesidad de validar y evaluar las acciones del CODAREC6 INTRANET.

2.1.8 Difusión y Capacitación

El IETF a través de su nuevo grupo de operaciones, v6ops, recomienda realizar una constante tarea de capacitación de recursos humanos. Por lo tanto uno de los principales objetivos de Codarec6: INTRANET es la capacitación y difusión de la temática de IPv6. Para cumplir este objetivo realizaremos:

- Dictado de Cursos, Seminarios y Conferencia para público especializado de la región.
- Promoción, coordinación y asistencia técnica de tesis de grado y postgrado.
- Presentación de Trabajos en Congresos y Reuniones Técnicas/Científicas.
- Publicación de Trabajos en revistas
- Desarrollo de página web de consulta pública

3. Conclusiones

En este reporte se trató de mostrar las características y objetivos de proyecto de investigación y desarrollo denominado CODAREC6: Intranet. También se muestra la metodología para llevar adelante tal proyecto. En presentaciones sucesivas se irá mostrando los avances del proyecto.

4. Bibliografía

- [1] Douglas E. Comer "Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP", Pearson PH, Tercera Edición, 1996, ISBN 0-13-219687
- [2] R. Fink "The IETF IPv6 Operating Group and the development of the IPv6 into IPv4 Networks", The internet Protocol Journal, Volume 6, Number 2, June 2003, pag 20 a 22
- [3] S. Deering y R. Hinden "Protocol, Version 6 (IPv6) Specification" RFC 2460 IETF, Dec 1998

- [4] T. Hain "A Pragmatic Report on IPv4 Address Space Consumption", The internet Protocol Journal, Volume 8, Number 3, Set 2005
- [5] Richard Stevens, "TCP/IP Ilustrated" Vol 1 Addison-Wesley Professional; US Ed edition (December 31, 1993)
- [6] IPv6 Dissemination and Exploitation. <http://www.6diss.org/>
- [7] J. Reynolds, J. Postel. ASSIGNED NUMBERS. RFC 1700, Oct 1994
- [8] S. Thomson, T. Narten. IPv6 Stateless Address Autoconfiguration. RFC 1791 Ago 1996
- [9] Hugo Adrián Francisconi, "IPsec en Ambientes IPv4 e IPv6", Primera Edición (Versión 1.0) ISBN 987-43-9727-6, Edición del Autor, Agosto 2005. <http://www.codarec6.frm.utn.edu.ar/areas/seguridad/>
- [10] T. Szigeti y C. Hattingh "End-to-End QoS Network Design", Cisco press, 2004
- [11] Carlos Taffernaberry, Alejandro Dantiacq Picolella, Gustavo Mercado y Adrián Francisconi, "CODAREC6: An IPv6 Test Bed", XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, San Luis, Octubre 2006.
- [12] B.Carpenter, K. Moore Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds RFC 3056, Feb 2001.
- [13] R.Gilliga, E. Nordmark. Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers. RFC 2893, 2000.
- [14] S. Thomson, C. Huitema, V. Ksinant, M. Souissi. DNS Extensions to Support IP Version 6. RFC 3596, Oct 2003.
- [15] Quagga Routing Software Suite <http://www.quagga.net>.
- [16] Taffernaberry C., Dantiacq A., Francisconi A., Mercado G, S. Perez, R. Moralejo, D. Vergara y F. Fuccili, "CODAREC6 Test Bed: Manual de Diseño e Implementación" Versión Draft, CODAREC IPv6, UTN_FRM, 2006
- [17] M-K. Shin, Ed. Application Aspects of IPv6 Transition, RFC 4038, March 2005
- [18] W. Richard Stevens "Unix Network Programming", Prentice Hall PTR, Vol 1, Second Edition, 1998, ISBN 0-13-490012-X
- [19] T. Chown, IPv6 Campus Transition Scenario Description and Analysis, draft-ietf-v6ops-campus-transition-00, October 15, 2006
- [20] R. Droms, Ed. Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6). RFC 3315 Jul 2003
- [21] J J Ciarlante, OpenVPN IPv6 support patch, <http://openvpn.net/archive/openvpn-devel/2004-09/msg00038.html> , Sep 2004.