

# Implementación de servicios IPv6 en la Universidad Autónoma de Guerrero, México

## Implementation of IPv6 services at the Autonomous University of Guerrero, Mexico

M.C. Félix Molina Ángel\*

M.C. José Fernando Castro Domínguez\*\*

*Fecha de recepción: 5 de abril de 2013*

*Fecha de aceptación: 5 de mayo de 2013*

### Resumen

Al día de hoy, la comunicación en Internet es posible gracias a la suite de protocolos TCP/IP que tiene como base el Protocolo de Internet IPv4. Pero también, es una realidad que el direccionamiento público de IP está agotándose vertiginosamente y que el desempeño de muchas aplicaciones de extremo a extremo necesita de direccionamiento real para un mejor desempeño. Ésta es una de las razones principales por las cuales hace más de diez años se iniciara con las pruebas de un nuevo protocolo de red que pudiera responder a necesidades de comunicación inimaginables, pero que dado el crecimiento exponencial de Internet IPv6 pasará a ser el protocolo de comunicaciones estándar.

En la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), a principios de 2012 se inició el proyecto para la implementación de servicios de Internet soportados en un ambiente de comunicaciones dual mediante IPv4 e IPv6. El objetivo de este proceso es promover el uso y aplicación del protocolo de nueva generación en las instituciones educativas con la finalidad de obli-

\* Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ingeniería. Ingeniería en Computación. Correo electrónico: molina@uagro.mx

\*\* Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero. Correo electrónico: jfcastro@uagro.mx

gar a los proveedores de comunicaciones a soportar IPv6 como protocolo nativo de manera que los tiempos de transición sean reducidos y se puedan explotar con mayor eficiencia muchas de las aplicaciones de extremo a extremo que hoy operan mediante procesos que sobrecargan las tareas de los equipos de enrutamiento.

**Palabras clave:** IPv6, Internet, unicast, multicast, backbone ssh, http, dns, ospf, bgp.

### Abstract

To date, Internet communication is possible through the suite of TCP / IP that is based on Internet Protocol IPv4. But it is also a fact that the public IP address is depleted rapidly and that the performance of many applications end to end Real addressing needs for better performance. This is one of the main reasons why more than ten years began with the testing of a new network protocol that could respond to communication needs unimaginable, but given the exponential growth of Internet IPv6 becomes the protocol standard communications.

In the Autonomous University of Guerrero (UAGro), in early 2012 the project was started to implement Internet services supported in a dual communications using both IPv4 and IPv6. The goal of this process is to promote the use and application of next-generation protocol in educational institutions in order to compel communications providers support native IPv6 protocol so that the transition times are reduced and can be exploited with efficiency many applications end to end that now operate through processes that overload the tasks of routing equipment.

**Key words:** IPv6, Internet, unicast, multicast backbone ssh, http, dns, ospf, bgp.

## 1. Introducción

El acelerado e imprevisto crecimiento de internet, trajo como consecuencia que el IETF (Internet Engineering Task Force) diseñara e implementara diferentes mecanismos para optimizar el direccionamiento IP (RFC 791)

a las organizaciones demandantes [1]. Las principales técnicas que actualmente se utilizan son: División del direccionamiento en subredes IP (RFC 917 y RFC 950), direccionamiento IP privado (RFC 1918) [2], VLSM (RFC 1878) [3], CIDR (RFC 1519), NAT (RFC 1631). Sin embargo, aún con estos mecanismos, el direccionamiento disponible para algunos

países es de sólo una red clase C, dando lugar incluso al uso de NAT sobre NAT, lo cual hace más complicado el funcionamiento de ciertas aplicaciones. Aún con todos los mecanismos mencionados, a principio de 2012, la IANA asignó los últimos segmentos /8 a los existentes, y de acuerdo al último reporte de LACNIC del 30 de noviembre de 2012, se tienen 50,303,744 direcciones libres de asignación en América Latina y el Caribe, pero sólo 46,109,400 se podrán asignar [4]. Para resolver el problema de agotamiento direcciones IPv4, fue inventado el protocolo IPv6 (RFC 2732) [4], con el cual se estarán garantizando 2128 direcciones que resulta en un número lo suficientemente grande. Desde el origen el IPv6, éste ha sufrido una serie de cambios que le han permitido madurar a grado tal que ya está siendo desplegado en redes de producción en varios países, algunos de éstos han incluido algún tipo de legislación respecto al impulso de este protocolo.

## 2. Características de Ipv6

Las principales características de IPv6 son:

1. Mayor número de direcciones IP, al pasar de 32 a 128 bits en el tamaño de una dirección IPv6, con lo cual es posible tener hasta  $3.4 \times 10^{38}$  direcciones disponibles.
2. Direccionamiento jerárquico, con lo que se facilita el enrutamiento al permitir tablas de enrutamiento más cortas en el backbone de Internet, dando lugar a mayor eficiencia y escalabilidad en el enrutamiento.
3. Formato de encabezado con menor cantidad de campos, que aunque es de tamaño mayor que la cabecera de IPv4, se eliminan siete campos de manera que se mejora la eficiencia en el manejo de paquetes.
4. Mecanismo de autoconfiguración "stateless address configuration", mediante el

cual, los equipos finales son capaces de auto asignarse una dirección IP.

5. Protocolo de direccionamiento de vecinos reemplaza a los protocolos ARP y "router discovery" de IPv4.
6. La eliminación de los mensajes de tipo broadcast, representa una de las mayores ventajas, pues con IPv6, se consideran sólo direcciones Unicast, Multicast y Anycast.

## 3. Direccionamiento IPV6

### 3.1. Tipos de direcciones

En IPv6, las direcciones se clasifican en: unicast, multicast y anycast. Las direcciones unicast, se utilizan para identificar a una interface, pero a diferencia de Ipv4, a una interface, se le pueden asociar más de una dirección unicast. Las direcciones multicast identifican a un grupo de interfaces, generalmente pertenecientes a diferentes nodos. Un paquete enviado a una dirección multicast se entrega a todas las interfaces identificadas por dicha dirección. Por otro lado, las direcciones anycast identifican a un conjunto de interfaces generalmente pertenecientes a diferentes nodos. Un paquete enviado a una dirección anycast se entrega a la interface más cercana de acuerdo a la mejor métrica de enrutamiento.

Las direcciones unicast considerando el alcance, se clasifican en: de enlace local, de sitio local, global, de loopback, no especificado y compatible con Ipv4.

## 4. Metodología

### 4.1. Descripción del problema

La Universidad Autónoma de Guerrero forma parte de Internet desde el 2 de enero de 1995, fecha en que LACNIC le asigna el pre-

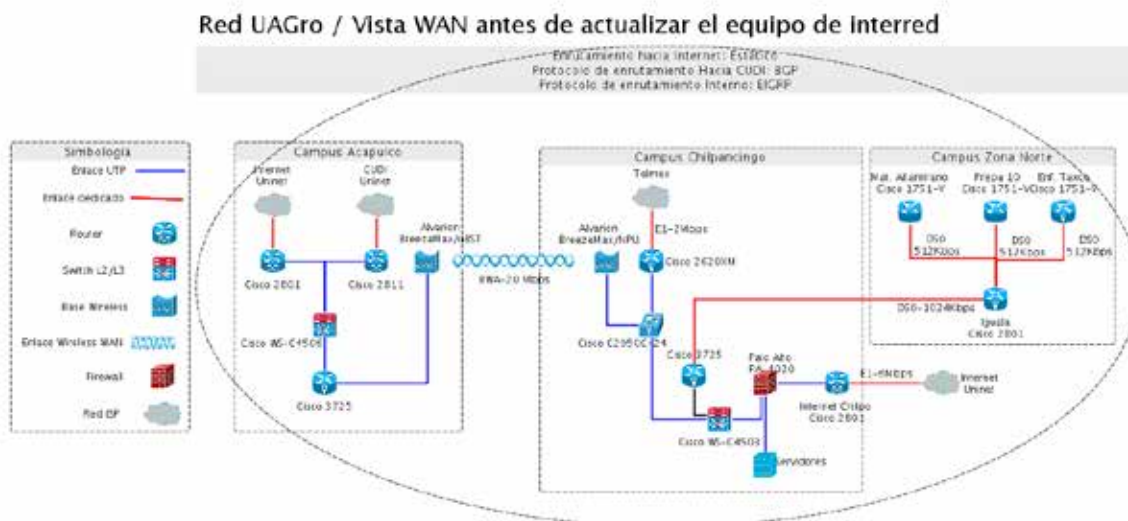
fijo de red 200.4.128.0/20, con el cual es posible direccionar un total de 4096 hosts. Es de notarse que aunque en los primeros años de despliegue, se consideraban suficientes direcciones para responder al requerimiento del escaso equipamiento de equipo de cómputo existente en las diferentes dependencias de la Universidad, a partir de los primeros años de a década del año 2000, empezó darse una evolución cada vez más creciente de variada tecnología de cómputo y la popularidad de Internet empezó a propagarse por todo el mundo a pasos agigantados. Lo anterior, lógicamente impactó a la UAG, a grado tal que se determinó tomar medidas emergentes para mantener la conectividad hacia Internet. Así, se determinó utilizar direccionamiento privado para la comunicación interna, y el uso de NAT para la comunicación hacia Internet, a fin optimizar el direccionamiento público. Sin embargo, aunque NAT y otros mecanismos han sido implementados para demorar el agotamiento

de IPv4, lo cierto es que provocan un alto uso de recursos de procesamiento a nivel de red y de muchas de las aplicaciones de extremo a extremo y nuevos dispositivos que están surgiendo día a día. La era de las comunicaciones exige que como institución educativa, la Universidad sea una de las organizaciones pioneras en promover la implementación y despliegue de servicios IPv6 en toda la red universitaria para estar a la vanguardia en las comunicaciones.

### 4.2. Planeación del direccionamiento IPv6 en la UAGro

Actualmente la red universitaria concentra la mayor parte de comunicaciones en los campus de Acapulco, Chilpancingo e Iguala, y en menor medida Altamirano y Taxco. El esquema de red antes de actualizar el equipamiento de interred se ilustra en la figura 1.

**Figura 1.** RedUAGro antes de actualizar el equipamiento de interred



Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, el esquema de la REDUAGro con soporte IPv6 considera el crecimiento a 10 años y se toman en cuenta los lugares donde la Universidad tiene o podría tener pre-

sencia en el nivel superior, así, en la figura 2, se ilustra el backbone IPv6 de la red universitaria en puntos clave del estado de Guerrero.

**Figure 2.** Backbone de la Red IPv6



Fuente: elaboración propia.

Los campus mostrados en la figura 2, están representados en la planeación del direccionamiento IPv6, que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Plan de asignación de Ipv6 en la UAGro

No.	Sitio	Prefijo de subred
1	Enlaces punto a punto	2801:c4:40:0000/56
2	Chilpancingo	2801:c4:40:100/56
3	Tixtla	2801:c4:40:200/56

Continúa

No.	Sitio	Prefijo de subred
4	Zumpango	2801:c4:40:300/56
5	Iguala	2801:c4:40:400/56
6	Taxco	2801:c4:40:500/56
7	Altamirano	2801:c4:40:600/56
8	Chilapa	2801:c4:40:700/56
9	Acapulco	2801:c4:40:800/56
10	Cruz Grande	2801:c4:40:900/56
11	Ometepec	2801:c4:40:a00/56
12	Cuajinicuilapa	2801:c4:40:b00/56
13	Tecuanapa	2801:c4:40:c00/56
14	Tecpan de Galeana	2801:c4:40:d00/56
15	Zihuatanejo	2801:c4:40:e00/56
16	Tlapa	2801:c4:40:f00/56

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Evaluación de la infraestructura existente

La infraestructura de red que es necesario evaluar para identificar las capacidades de soporte IPv6 con las que cuenta, son los routers, los servidores, equipos y aplicaciones de seguridad y los equipos de usuario final. Sin embargo, para el caso de la red universitaria, el proceso de evaluación coincidió con el proceso de actualización de la infraestructura de redes, en la cual se tenía contemplado sustituir los equipos de switching, ruteo, servidores y firewalls, de manera que no

hubo necesidad de evaluar esta parte, y sólo se procedió a recomendar que los equipos a adquirir soportaran el protocolo IPv6, conforme se establece en las "Recomendaciones sobre el soporte IPv6 en equipos y aplicaciones" emitidas por la UNAM. [5]

En cuanto al soporte de IPv6 en los equipos de usuario final, se tomó una muestra, de la cual se pudo determinar que el 90% de los usuarios utiliza Windows Vista y Windows 7, en los cuales IPv6 ya viene soportado y habilitado, de modo que sólo en 10% de los equipos se habilitará IPv6 con Windows XP.

### 4.3.1. Implementación y pruebas servicios Internet con soporte IPv6

Los servicios de red con soporte IPv6 a implementar para su correspondiente despliegue en producción son:

1. Enrutamiento IPv6 con BGP, para comunicación con el exterior a través de dos ISP: UNINET y CUDI.
2. Enrutamiento OSPF para la comunicación al interior de la Red Universitaria.
3. Resolución de nombres de dominio interno y externo, mediante DNS.
4. Servidor Web con HTTP y HTTPS.
5. Servidor de sesiones remotas seguras con SSH.
6. Servicio de Videoconferencias.
7. Servicio de telefonía IP con IPv6.
8. Acceso a bases de datos MYSQL con soporte IPv6.
9. Acceso a bases de datos Oracle con soporte IPv6.
10. Control de acceso mediante Firewall con soporte IPv6.
11. Control de correo antispam con soporte IPv6.
12. Antivirus de red con soporte IPv6.

De los servicios a implementar, éstos se llevaron a cabo de la siguiente manera:

- Implementación y pruebas de enrutamiento BGP a través de ambos proveedores: CUDI y UNINET, llevando a cabo las pruebas en los equipos frontera de la red.
- Implementación y pruebas de los servicios de Web, DNS y SSH, Videoconferencias, Telefonía IP, acceso a bases de datos Oracle y MySQL. Para la configuración y pruebas de estos servicios, se creó una VLAN de pruebas, en la que se configuraron y probaron los servicios mencionados.

- Los controles de acceso de soporte IPv6 en el Firewall y Servidor antispam, así como el servidor de antivirus con soporte IPv6, se configuraron directamente en los equipos en producción.

## 5. Resultados

En la red universitaria se dejaron funcionando en la VLAN de pruebas, pero con direccionamiento IPv6 global, los servicios de DNS, Web y SSH. Estos servicios, los servicios de enrutamiento, telefonía IPv6, control de acceso y aplicaciones con soporte de IPv6 van a mantenerse funcionando en la VLAN de pruebas hasta fines de 2013 para que una vez pasada esta fase, puedan ser desplegados en producción.

## 6. Conclusiones

Dado el inminente agotamiento del direccionamiento IPv4, es necesario que desde las instituciones educativas del país se promueva la implementación del protocolo IPv6 y la capacitación correspondiente.

En el Estado de Guerrero, la Universidad Autónoma de Guerrero y la Universidad Tecnológica de la Región Norte son las primeras instituciones que han iniciado el impulso de IPv6 a través del proyecto de investigación denominado "Caso de estudio: Interconexión IPv6/IPv4 UNAM-UAG-UTRNG".

En el mismo sentido, en la Universidad Autónoma de Guerrero, se está desarrollando el proyecto "Implementación de los servicios de red IPv6 en los campus de Chilpancingo y Iguala", mismo que está en su fase final.

## 7. Referencias

- [1] Internet Protocol, DARPA Internet Program. Protocol Specification. September 1981. DOI= <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>.
- [2] Y Rekhter, Cisco Systems. Network Working Group Request for Comments: 1918. Address Allocation for Private Internets. February 1996. DOI= <http://www.ietf.org/rfc/rfc1918.txt>
- [3] T Pumill Alantec. *Network Working Group Request for Comments: 1878*. Variable Length Subnet Table For IPv4. December 1995. DOI=
- [4] T R Hinden. *Network Working Group Request for Comments: 1878*. December 1999. Format for Literal IPv6 Addresses in URL's. DOI=<http://www.ietf.org/rfc/rfc2732.txt>.
- [5]. Azael Fernández Alcantara. IPv6 México. DOI= <http://www.IPv6.unam.mx/documentos>