

Despliegue de IPv6 en un backbone MPLS/IPV4 para un Proveedor de Servicios

Ronny Omar Cruz Granja ⁽¹⁾

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, FIEC/ESPOL, 2015 ⁽¹⁾

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

ocruz@espol.edu.ec ⁽¹⁾

Resumen

En los últimos años existe una tendencia en la que millones de terminales están accediendo a contenidos y servicios en la Internet, lo que implica un desarrollo de productos digitales en múltiples áreas. Debido al agotamiento de direcciones IPv4 se han utilizado varios mecanismos para el ahorro de direcciones IPs, provocando la reducción progresiva de la calidad y eficiencia global de la Internet. En este documento se detalla una estrategia para la implementación de IPv6 sobre MPLS/VPN/IPv4 Unicast, donde se analizaron diferentes técnicas para optimizar el despliegue. También se revisaron ciertas consideraciones de diseño, características de los equipos, ejemplos de configuraciones y el plan de asignación de direcciones IPv6. Se concluyó en implementar 6VPE (RFC4659), ya que permite la coexistencia entre IPv4/IPv6 y el despliegue se hace únicamente en el borde; minimizando el impacto sobre la operación y la infraestructura existente. Además, mantiene las mismas funcionalidades de la MPLS/VPN/IPv4, dando lugar a una red escalable que soporta tráfico IPv4 e IPv6. Con la integración de IPv6 se inicia el desarrollo de nuevos servicios adaptados a la era digital, con mayor eficiencia y facilidad para la bidireccionalidad de comunicaciones, permitiendo la interconexión de más objetos de la vida cotidiana.

Palabras Claves: Implementación de IPv6, 6VPE.

Abstract

There is a trend in which millions of terminals are accessing content and services on the Internet in recent years, implying a digital product development in many areas. Due to the depletion of IPv4 addresses have been used various mechanisms to save IP addresses, causing a progressive reduction in the overall quality and efficiency of the Internet. This document presents a strategy for the IPv6 implementation over MPLS/VPN/IPv4 Unicast, where different techniques were analyzed to optimize the deployment is detailed. Certain design considerations, equipment characteristics, and configuration examples of IPv6 allocation plan addresses were also reviewed. It was concluded to implement 6VPE (RFC4659), allowing coexistence between IPv4/IPv6 and deployment is done only at the edge; minimizing the impact on the operation and the existing infrastructure. It also maintains the same features of the MPLS/VPN/IPv4, resulting in a scalable network supporting IPv4 and IPv6 traffic. With the integration of IPv6 began the development of new services adapted to the digital age, with greater efficiency and ease of bidirectional communication, allowing the interconnection of more objects of everyday life.

Keywords: IPv6 implementation, 6VPE.

1. Introducción

En el análisis inicial para el despliegue del protocolo IPv6 surgen las interrogantes de que se migrará y que se integrará. Debido al agotamiento de direcciones IPv4 y a la necesidad de implementar una tecnología que permita conectar un mayor número de usuarios, algunas aplicaciones en el borde de la red se migrarán paulatinamente a IPv6 así como se crearán nuevas sobre ese protocolo.

Lo contrario ocurre en la Infraestructura de las Redes donde se piensa en la integración ya que el protocolo IPv4 seguirá funcionando por un largo tiempo. El objetivo entonces es que la red soporte ambos protocolos y para lograrlo existen varias

técnicas que pueden considerar los Proveedores de servicio dependiendo de cómo está implementada la red MPLS para el servicio a sus clientes.

Dentro de las estrategias de despliegue podemos considerar dos tipos. El primero, que es el transporte de servicios de IPv6 en la que tenemos dos técnicas que son Dual Stack y 6PE, y el segundo, cuando se quiere prestar servicios de VPN donde se utiliza 6VPE.

Dual Stack tiene ventajas cuando se quiere tener soporte de IPv6 en una porción de la red o en toda la red. Los mismos conceptos en los que se trabaja para IPv4 se lo realizan en IPv6 además que el diseño de IPv6 se maneja independientemente de la red IPv4 existente. La coexistencia es una consideración

importante en términos de escalabilidad y rendimiento de los equipos ya que funcionaría un protocolo adicional. El despliegue se lo realiza también en el Core por lo que el impacto es considerable si se requiere el upgrade del software de las cajas para el funcionamiento de ambos protocolos.

IPv6 Tunneling es el más adecuado para redes MPLS. Se usan Túneles en Capa 2, 6PE (RFC 6804) o 6VPE (RFC 4659) y utilizan conceptos similares a IPv4. La coexistencia de ambos protocolos también es de importante consideración para el rendimiento de los equipos y el despliegue se lo realiza en el borde por lo que el impacto es bajo para la infraestructura existente.

2. Objetivo

Garantizar la continuidad del servicio de acceso a Internet dedicado provisto por el Proveedor de Servicios, integrando el nuevo protocolo de conexión a Internet IP versión 6 frente al anunciado agotamiento de direcciones IP versión 4.

3. Importancia de su implementación

El acceso a Internet es uno de los varios servicios que un Proveedor de Servicios da a sus clientes móviles y corporativos. Para lograr que técnicamente sea posible y que cualquier dispositivo acceda a este medio de comunicación es necesario que los equipos tengan una dirección IP (Internet Protocol).

Las direcciones IPs versión 4 han estado vigentes desde la creación de Internet en los años 70's. Sin embargo, desde los años 80's se adoptaron mecanismos como la definición de direcciones privadas y la traducción de direcciones de red (Network address translation - NAT), para prolongar el uso de IPs versión 4 (IPv4), y desde el año 2007, IPv6 se ve como una solución a largo plazo.

Entre las principales limitaciones de IPv4 se tiene la indisponibilidad de las direcciones IPs debido a la creciente conexión de dispositivos y la falta de conectividad punto a punto al utilizar el NAT.

El 3 de febrero de 2011, la IANA (Internet Assignment Address Authority) asignó los últimos bloques libres a los RIRs (Regional Internet Registry).

4. Mejoras con IPv6

Las características de IPv6 permiten que se adapte eficazmente a las demandas actuales y futuras de las redes. Las mejoras que proporciona IPv6 incluyen lo siguiente:

La diferencia potencial es que con IPv4 se tiene un total de direcciones a nivel mundial de 2^{32} direcciones IP, con IPv6 se tiene 2^{128} direcciones IP, lo que permite la conexión de billones de nuevos dispositivos implicando el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones.

El encabezado de IPv6 se simplificó con menos campos. Esto mejora el manejo de paquetes por parte de los ruteadores intermediarios y también proporciona compatibilidad para extensiones y opciones para aumentar la escalabilidad y la duración [2].

Debida a la cantidad de direcciones IPv6 públicas, no se necesita traducción de direcciones de red [2].

IPv6 admite capacidades de autenticación y privacidad de forma nativa. Con IPv4, se debían implementar características adicionales para este fin [2].

5. Internet en la actualidad

Hoy en día, Internet es más que correo electrónico, páginas Web y transferencia de archivos entre PC. Internet evoluciona y se está convirtiendo en una Internet de las cosas. Los dispositivos que acceden a Internet ya no serán solamente PC, tablet PC y smartphones. Los dispositivos del futuro preparados para acceder a Internet y equipados con sensores incluirán desde automóviles y dispositivos biomédicos hasta electrodomésticos y ecosistemas naturales. Con una creciente población de Internet, un espacio limitado de direcciones IPv4, problemas con la NAT y con Internet de las cosas, llegó el momento de iniciar la transición a IPv6 [2].

6. Estrategia de Despliegue IPv6

6.1 IPv6 usando un Backbone Dual Stack

En esta técnica los dispositivos son capaces de correr IPv4 e IPv6 en paralelo. Permiten que los hosts alcancen simultáneamente contenidos IPv4 e IPv6 por lo que ofrece una estrategia de coexistencia muy flexible pero implica un despliegue de IPv6 dentro de la estructura de la red.

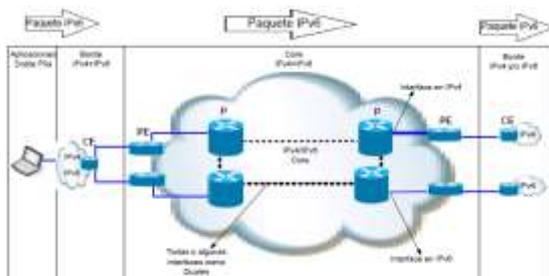


Figura 1. Esquema Dual Stack [3]

En la figura 1 se muestra un diagrama ejemplo de una red utilizando Dual Stack, donde todos los ruteadores P y PEs deben ser capaces de soportar IPv4+IPv6 y las rutas IPv6 son conocidas en las tablas globales de todos los equipos. Como IPv6 es nativo en esta implementación, soporta servicios multicast de IPv6. Además, se implementan dos IGP, uno para IPv6 y otro para IPv4.

En términos de escalabilidad y rendimiento de la red es muy importante considerar la coexistencia de ambos protocolos, ya que al utilizarlos se requiere más memoria (Tablas de enrutamiento más grandes) y procesamiento para mantener las dos tecnologías funcionando al mismo tiempo.

6.2 6PE (RFC 4798)

Las tecnologías 6PE/6VPE proveen una fácil transición para habilitar servicios IPv6/IPv6 VPN respectivamente sin mayores cambios en el core MPLS IPv4. Estas estrategias implican bajo Riesgo/Costo y un rápido despliegue.

La tecnología 6PE provee mecanismos de transición para el tráfico IPv6 Unicast y coexistencia para combinar servicios en IPv4 e IPv6. También se mantienen las bondades características de la MPLS como la calidad de servicio, etc. A diferencia de Dual Stack Nativo, al utilizar esta técnica solamente realizamos cambios en el borde de la red, es decir en los PEs y no en los P (core de la red).

El direccionamiento IPv6 que se configure o que ingrese a la red MPLS se inyectará en la tabla global de los PEs solamente ya que el intercambio de paquete IPv6 se lo realiza a través de iBGP del core como se mencionó anteriormente. En el Core lo que ocurre es el intercambio de etiquetas en la conmutación. En la figura 2 se muestra un ejemplo para una red MPLS con 6PE.

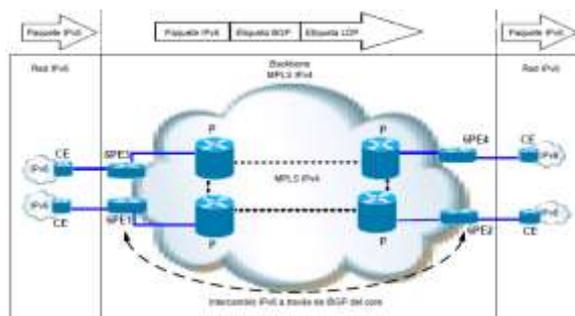


Figura 2. Esquema 6PE [3]

6.3 6VPE (RFC 4798)

La tecnología 6VPE provee conectividad IPv6 VPN y ofrece un mecanismo de combinar servicios de IPv4 e IPv6 VPN en el backbone IPv4-MPLS. Los clientes mantienen el mismo servicio de VPN con las mismas funcionalidades (ingeniería de tráfico, acceso a internet, separación de servicios, etc).

La principal característica para decidir la utilización de esta técnica es que se tenga definidas varias instancias de enrutamiento (enrutamiento virtual y reenvío – VRF) para los diferentes servicios que ofrece el Proveedor de Servicio.

Con 6VPE también se puede tener interconexiones con otros proveedores, ya que cada instancia de enrutamiento tiene su propia tabla de rutas. Las características de la arquitectura MPLS VPN para IPv4 como los RTs, VRFs y RDs son aplicables en la nueva versión. Las VRFs pueden contener las rutas de IPv4, IPv6 o ambas.

Se debe adaptar la capa de EDGE MPLS “PE” que provisionará los servicios al cliente. Esta función posibilita brindar conectividad en VPN para IPv4, IPv4+IPv6, o IPv6 hacia el CPE. Solo los ruteadores PE deberán ser adaptados, minimizando el impacto [4]. La función de MP-BGP utilizada para los servicios VPNv4 se mantiene con el agregado de una nueva familia de direcciones (Address Family – AF) para VPNv6 (AFI=2, SAFI=128) [4].

Los ruteadores PEs podrán soportar los protocolos de enrutamiento en IPv6 de forma similar a los usados en IPv4. Los recursos del plano de control están compartidos. En este punto, hay que tener en cuenta el concepto de DOS REDES LOGICAS superpuestas [4]. En la figura 3 se muestra un diagrama de ejemplo para una red 6VPE.

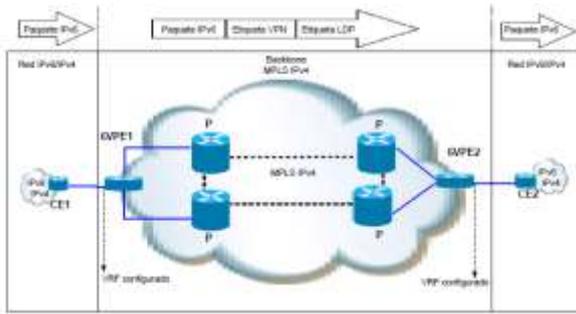


Figura 3. Esquema 6VPE [3]

Como se mostró en la figura 3, el paquete IPv6 no es revisado en el core, pero si las etiquetas LDP y VPN para el encaminamiento dentro de la red MPLS.

7. Integración de ipv6 a través de 6vpe sobre mpls-ipv4

7.1. Especificación técnica

El método de implementación es 6VPE. Para esto se debe actualizar el sistema operativo de los equipos de la red IPMPLS que proporcionan el servicio de Internet dedicado como Provider Edge (PE), para la provisión de clientes y los equipos de interconexión con El Proveedor Internacional (Toll Gates) de Quito y Guayaquil y mantener el esquema de provisión en VRF de cada cliente, en el caso de IPv6 las configuraciones deben ser con 6VPE (IPv6 sobre vrf). Los equipos del core son de marca Cisco. El esquema de la solución se muestra en la figura 4.

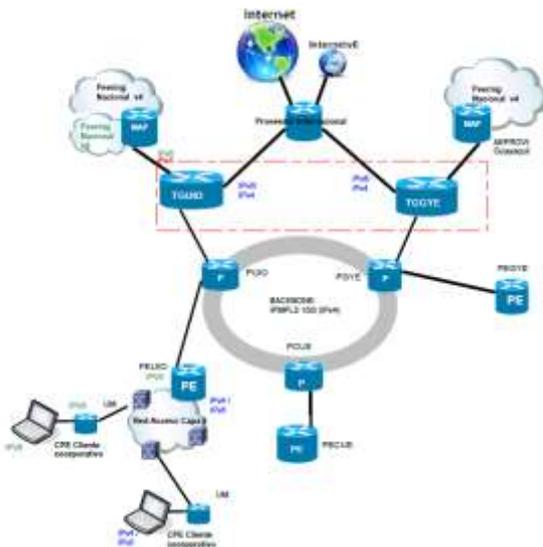


Figura 4. Esquema de la solución IPv6

7.2. ¿Por qué 6VPE?

Se decidió utilizar la tecnología 6VPE porque adiciona soporte de IPv6 en las redes MPLS actuales. Desde el punto de vista del usuario VPNv6 es idéntico a VPNv4 en cuanto a servicios. Además de que no se deben actualizar los Ps (Core IPMPLS) y se maneja el mismo tipo de configuración para VPNv4 y VPNv6.

7.3. Especificaciones operacionales

La red IPMPLS actualmente está en operación, el esquema de provisión se mantiene. Se debe ejecutar actualizaciones de sistema operativo en los nodos Toll Gate y en los PEs de Quito, Guayaquil y Cuenca. No se actualizará en Core de la red IPMPLS (Router P de Quito, Guayaquil y Cuenca).

7.4. Consideraciones para la actualización de Equipos Toll Gates

Se requiere hacer la actualización desde IOS tradicional de Cisco a IOSXR de 2 equipos GSR12406 ubicados en los nodos de Quito y Guayaquil de acuerdo a lo recomendado por Cisco en la tabla 8. Estos equipos proveen la conexión con el proveedor internacional.

Tabla 1. Características de software [3]

Feature	Cisco 12000 IOS Support	Cisco 12000 IOS-XR Support	CRS-1 IOS-XR Support	ASR9000 IOS-XR Support	ASR1000	7200 & 7300 IOS Support
BPE	12.0(20)S	3.5	3.7	3.9.1	RL 5.3.1B	12.2(33)SRA
6VPE	—	3.5	3.7	3.9.1	RL 5.3.1B	12.2(33)SRA1
MVPNv6	—	3.7	—	—	—	—

8. Conclusiones

Se adecuaron los PEs de la Red IPMPLS que están en funcionamiento en Quito, Guayaquil y Cuenca utilizando 6VPE. También los Toll Gates de Quito y Guayaquil para la conexión internacional y con AEPROVI. El impacto fue mínimo considerando que no hubo cambios a nivel del core IPMPLS.

Con esta implementación se podrá ampliar los servicios e incentivar el desarrollo de nuevos productos digitales aprovechando la conexión de la red fija con la red Móvil Celular de manera que permita aumentar el número de dispositivos conectados de la vida cotidiana (Internet de las cosas).

9. Recomendaciones

En el Ecuador, actualmente pocas empresas han optado por la utilización de IPv6. El 10 de junio del 2014 LACNIC anunció el agotamiento de direcciones IPv4 para América Latina y el caribe y expresó su preocupación por la demora en la adopción de la

tecnología IPv6 por lo que se debe incentivar su uso a los clientes de Internet dedicado.

Se recomienda adecuar progresivamente los demás equipos PE del core IPMPLS para que soporten 6VPE y que se habilite IPv6 para la conexión de dispositivos en los eventos tecnológicos que organice el Proveedor de Servicios para fomentar el uso de la tecnología.

10. Referencias

- [1] Internet Assigned Numbers Authority, <http://www.iana.org/numbers>, fecha de consulta junio 2015
- [2] Cisco Networking Academy, CCNA Routing and Switching v5.0, fecha de consulta junio del 2015.
- [3] Cysco System, Inc, Telefonica Ecuador-Proyecto IPv6 Knowledge Transfer, CISCO Systems, Inc, 2012
- [4] Castro Gabriel N., Introducción de IPv6 en Telecom Argentina, http://www.cu.ipv6tf.org/lacnic14/lacnog/IPV6_Presentacion-Draft_final.pdf , 2010