

SOLUCIÓN TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE ALTA VELOCIDAD DE INTERNET EN UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA

Ing. Yussel Castrizano Jimenez¹, Ing. Ivette Moreno Montero²

^{1,2} Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. La Habana, Cuba.

¹Email: yussel.castrizano@etecsa.cu

²Email: ivette.moreno@etecsa.cu

RESUMEN

El agotamiento de las direcciones IPv4 y la gran densidad de equipos conectados a la red, por una parte, incluso con el eventual advenimiento de la Internet de las Cosas, y por otra, la demanda de los usuarios de más ancho de banda, ha hecho latente la necesidad de trabajar en el aumento constante de estos dos recursos: direcciones IP y Velocidad del acceso a la red de datos. El presente trabajo se concentra en analizar las estrategias actuales para la transición a IPv6 dirigido al aumento de las direcciones IP disponibles para el usuario y la inserción de estas estrategias en una red de Banda Ancha, la cual constituye el escenario propicio para que el usuario pueda satisfacer su demanda de acceder a más recursos de la red, con más velocidad. En este documento, se realiza una propuesta para enfrentar el agotamiento de IPv4 en un proveedor de servicios de banda ancha, a través del análisis de diferentes técnicas para el proceso de transición hacia una red completamente IPv6. Primero, se analizan dos formas de resolver el problema de agotamiento de IPv4 con sus ventajas y desventajas. Luego se describen las soluciones técnicas de banda ancha IPv6 y que impacto tiene cada una de estas soluciones en el equipamiento y la arquitectura de una red de Banda Ancha, basado en los estándares que rigen este tipo de redes. Para la comparación de cada una de estas soluciones se hace un análisis de los parámetros involucrados en el despliegue y finalmente una de ellas se elige en función de algunos indicadores clave.

PALABRAS CLAVES: Banda Ancha, Iv4, IPv6, agotamiento IPv4, 6rd, ds-lite, dual-stack.

TECHNICAL SOLUTION FOR HIGH SPEED INTERNET SERVICE DELIVERY IN A BROADBAND SERVICE PROVIDER

ABSTRACT

The exhaustion of IPv4 addresses and the high density of equipment connected to the network, on the one hand, even with the eventual advent of the Internet of Things, and on the other, the demand of users with more bandwidth, has made latent the need to work on the constant increase of these two resources: IP addresses and speed of access to the data network. The present work focuses on analyzing the current strategies for the transition to IPv6 aimed at increasing the IP addresses available to the user and inserting these strategies into a broadband network, which is the ideal scenario for the users to satisfy their demand to access more resources of the network, with more speed. In this document, a proposal is made to face the exhaustion of IPv4 in a broadband service provider, through the analysis of different techniques for the transition process towards a completely IPv6 network. First, two ways of solving the problem of IPv4 depletion are analyzed with their advantages and disadvantages. Then we describe the IPv6 broadband technical solutions and what impact each of these solutions has on the equipment and architecture of a broadband network, based on the standards that govern this type of networks. For the comparison of each of these solutions, an analysis of the parameters involved in the deployment is made and finally one of them is chosen based on some key indicators.

KEY WORDS: broadband, IPv4, IPv4 exhaustion, IPv6, transition, 6rd, ds-lite.

SOLUCIÓN TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE ALTA VELOCIDAD DE INTERNET EN UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la Internet se ha erigido como el medio por excelencia no solo para la comunicación sino para el conocimiento, el mercado, la publicidad y el entretenimiento. Se pueden identificar en la evolución de las redes y plataformas en Internet, dos factores impulsores:

- El consumo de video cada vez con mayor calidad e incluso en 3D a través de la red (en forma de streaming).
- Mayor cantidad de conexiones a la red, de usuarios o dispositivos.

Los factores anteriores representan en la actualidad para los Proveedores de Servicios el reto de aumentar la velocidad de acceso de los usuarios a la red para poder complacer la demanda en el consumo del video, y la capacidad de otorgar cada vez mayor cantidad de direcciones IP, no solo para conexiones entre usuarios sino para conexiones Maquina-a-Maquina (M2M por sus siglas en ingles).

Cuba se encuentra en un proceso de Informatización de la Sociedad que tiene como uno de sus objetivos la posibilidad de ampliar el acceso de la población a Internet y a otros recursos de la red.

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, ETECSA, juega un rol decisivo en este empeño y como Proveedor de Servicios no escapa a los retos que enfrentan estos hoy, ya que los usuarios conectados demandarán incrementalmente más ancho de banda a medida que aumente su acceso a los recursos.

El aumento masivo de los usuarios conectados a la red causará el agotamiento de un recurso fundamental en cualquier red de datos, las direcciones para el Protocolo de Internet Versión 4 o IPv4 (Internet Protocol Version 4 [1], por sus siglas en inglés). LACNIC (Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry), nuestro Proveedor Regional de direcciones IP (RIR, Regional Internet Register por sus siglas en inglés) [2] ya ha entrado en fase de agotamiento de los bloques de IPv4 [3], por lo que es crítica la búsqueda de una solución que permita continuar la asignación de direcciones IP a los usuarios que de otra forma no podrán acceder a la red.

El objetivo de este trabajo es la propuesta de una solución que permita al Proveedor de Servicios de Banda Ancha ETECSA brindar un servicio de Internet de Alta Velocidad mitigando las consecuencias del agotamiento de direcciones IPv4, permitiendo así el aumento del número de usuarios que acceden a los recursos de la red.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Existen dos maneras de resolver el problema de agotamiento de direcciones [4]: IPv6 (*Internet Protocol Version 6*) [5] y NAT (traducción de direcciones de red) [6]. En la solución NAT, las direcciones IPv4 Privadas resuelven el problema del agotamiento de direcciones IPv4 al permitir que varios usuarios compartan una dirección pública. Aunque esta solución se implementa ampliamente en redes comerciales presenta varias desventajas:

- Solo admite direcciones IP limitadas (por ejemplo, incluso con direcciones de clase A [7] todavía hay solo un número limitado antes de que se agoten las direcciones).
- El NAT debe soportar el correspondiente ALG (*Application Layer Gateway*) [8] cuando la aplicación tiene conexiones de servicio complejas.
- Las aplicaciones P2P (*Point to Point*) Punto a Punto solicitan cooperación entre aplicaciones y el NAT, este tipo de cooperación no se puede admitir en los proveedores de servicio debido a los problemas de seguridad y rendimiento.

Por otro lado, aunque el gran número de direcciones potenciales en IPv6 resuelve el problema del agotamiento de las direcciones por completo, posee varias desventajas como:

- La mayoría de las aplicaciones basadas en IPv4 pueden no funcionar en una red que sea IPv6 nativa.
- Aún existen problemas en escenarios de despliegue de aplicación, en los cuales los dispositivos IPv6 se utilizan para hacer traducción NAT64 [9] en la capa de red.

Por lo tanto, se puede afirmar que, aunque el NAT no resuelve, sino mitiga el problema del agotamiento de las direcciones IPv4; una red IPv6 pura tampoco es un método factible para resolver el problema de agotamiento de direcciones IPv4 en las redes existentes.

Se hace necesaria entonces la coexistencia de los dos protocolos de direccionamiento en una configuración de doble pila o híbrida donde convivirán redes públicas IPv4, redes IPv6 y redes privadas IPv4. Los requerimientos y configuraciones de estas redes se conocen como las Soluciones Técnicas para la Transición IPv4/IPv6.

Impacto de las Soluciones Técnicas en la Banda Ancha:

La implementación de Banda Ancha impone dos requerimientos fundamentales:

- Velocidad de Acceso del cliente: mayor de 256kbps.
- Tipo de acceso del cliente: IP sobre Ethernet (IPoE)[10], PPPoE (Punto a Punto sobre Ethernet)[10].

Para las Soluciones Técnicas de Migración IPv4/IPv6 solo el segundo requerimiento tiene relevancia y debe ser soportado por la solución a adoptar por la Empresa ETECSA.

Soluciones Técnicas de Transición IPv4/IPv6

Las soluciones técnicas de transición hacia IPv6 en Banda Ancha aparecen descritas en [11], ellas son:

- Doble Pila o Híbrida (*Dual-Stack*)[12]
- DS-Lite (*Dual-Stack Lite*)[13]
- 6RD (*6 Rapid Deployment*)[14]

El principio de operación de cada una de ellas está basado en dos de las técnicas de migración IPv6 Doble Pila y Tunnelizado mostradas en la Tabla 1:

Tabla 1 Técnicas de Migración

Técnica de Migración	Descripción	Solución Técnica
Doble Pila	Cada dispositivo de red configurado con IPv4 e IPv6	<i>Dual-Stack</i>
Tunnelizado	Encapsulación de la cabecera de un protocolo dentro del otro	<i>6RD, DS-Lite</i>

En la Tabla 2 se describen cada una de las Soluciones:

Tabla 2 Soluciones Técnicas

Solución	Descripción	Impacto en red del Proveedor	Impacto en equipo de usuario
Doble Pila + NAT444	Se configuran IPv4 e IPv6 en todos los dispositivos de la red y se usa el NAT 444 para mitigar el agotamiento	Soporte IPv6	Soporte IPv6
DS-Lite	Encapsulación de IPv4 en IPv6, puede usarse NAT444	Soporte IPv6+DS-Lite	Soporte IPv6+DS-Lite
6RD	Encapsulación de IPv6 en IPv4	Soporte IPv6+GW 6RD	Soporte IPv6+GW 6RD

SOLUCIÓN TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE ALTA VELOCIDAD DE INTERNET EN UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA

A continuación, se muestran en las Figuras 1,2 y 3, las soluciones técnicas de transición IPv4/IPv6 en Banda Ancha:

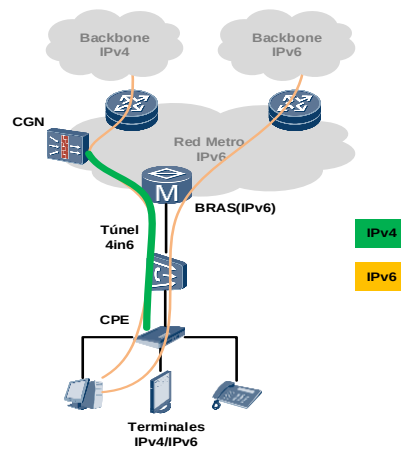


Fig. 1 Solución *DS-Lite*

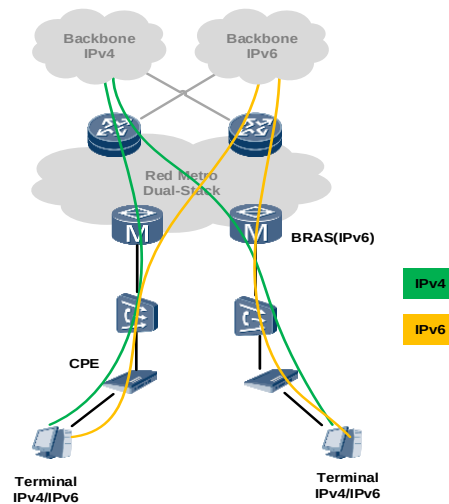


Fig. 2 Solución Doble Pila

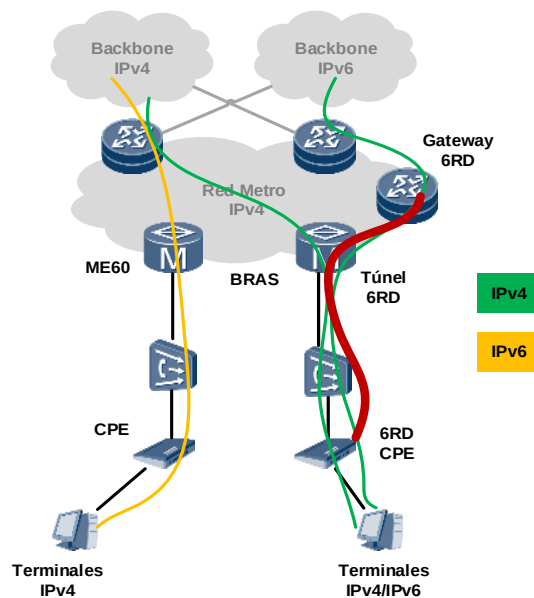


Fig. 3 Solución 6RD

Parámetros decisores

Los parámetros que se tuvieron en cuenta a la hora de escoger una de las soluciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3 Parámetros decisores

Parámetro	Descripción
Impacto en el suscriptor y el servicio	Se trata de escoger la Solución donde la experiencia del suscriptor se afectará menos.
Costo de la Migración	El costo de la migración hacia la Solución escogida debe ser el menor posible que permita la introducción de la tecnología.
Complejidad Operativa de la Solución	La Solución escogida debe ser la menos complicada a nivel de configuración y de mantenimiento en los equipos de la red.
Madurez de la Solución[15]	La Madurez de la Solución se define en base a: • Despliegue en la red • Soporte en los dispositivos • Definición en estándares

La evaluación de cada uno de estos parámetros decisores arrojará cual es la Solución Técnica óptima para la Empresa ETECSA.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluando cada uno de los parámetros decisores para cada una de las Soluciones Técnicas se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 4 Optimalidad de Soluciones Técnicas

Solución Técnica	Madurez de la Solución	Complejidad Operativa de la Solución	Costo de la Migración	Impacto en la experiencia del suscriptor
Doble Pila + NAT444	X	Menor	Bajo	Transparente
DS-Lite	X	Mayor	Alto	Transparente
6RD	X	Mayor	Alto	Migrar a IPv6

De forma gráfica se representan estos resultados en la Figura 4 dando como resultado que la mejor de las Soluciones Técnicas es la de la *Doble Pila* debido a las siguientes características[16]:

SOLUCIÓN TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE ALTA VELOCIDAD DE INTERNET EN UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA

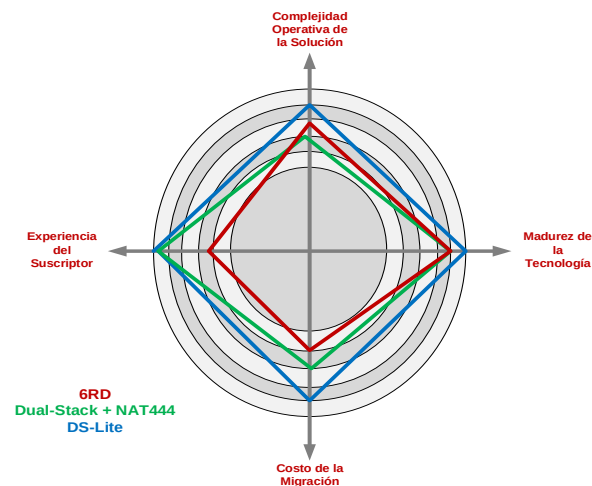


Fig. 4 Carta de Optimalidad de Soluciones Técnicas

Solución Madura:

Estandarizada en [12], desplegada ampliamente en la red y soportada por los dispositivos de los principales fabricantes.

Complejidad Operativa:

La configuración de Doble Pila v4 y v6 siguen la misma lógica de conexión y puntos finales, sin encapsulamiento de túnel, sin procedimientos específicos de configuración de túnel y sin problemas de MTU (*Maximum Transfer Unit*, describe la Unidad Máxima de Transferencia en una trama Ethernet).

Costo de la migración:

Solución más barata: En el mismo equipo se puede configurar IPv4 e IPv6

Además, tiene como funciones añadidas:

- Tener un plano IPv4 independiente del plano IPv6 ayuda a desacoplar los problemas en la fase de introducción de la tecnología.
- Permite introducir IPv4/CGNAT (*Carrier Grade NAT*)[17] si el agotamiento de v4 es un problema urgente.
- Permite introducir IPv6 primero sin CGNAT si el agotamiento no es un problema urgente.
- Puede desactivar la capa IPv4 en una etapa posterior sin impacto en el plano IPv6.

Implementación en Banda Ancha:

La solución de Doble Pila o Híbrida + NAT444 soporta ambos métodos de acceso al IPoE y el PPPoE.

4. CONCLUSIONES

Se concluye que la Solución Técnica de Transición escogida como óptima para el Proveedor de Servicios de Banda Ancha ETECSA es la opción de Doble Pila. A través del trabajo se dan elementos que demuestran que esta solución técnica mitiga el agotamiento de IPv4 y permite a la Empresa brindar un servicio de Banda Ancha a la vez que permite el aumento de los usuarios que acceden a los recursos de la red. El presente trabajo representa una línea de trabajo a seguir para poder introducir los equipos y servicios de la red de Banda Ancha del Proveedor de Servicios ETECSA en el Protocolo IPv6.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer la colaboración del MSc. Javier Gomez Rodriguez Valdivia, Especialista A del Dpto. de Transporte de la Dirección territorial de Sancti Spiritus.

REFERENCIAS

1. Postel J (1981), INTERNET PROTOCOL, Defense Advanced Research Projects Agency, IETF RFC 791, IETF.
2. Cotton M (2011), Internet Assigned Numbers Authority (IANA) Procedures for the Management of the Service Name and Transport Protocol Port Number Registry, IETF.
3. LACNIC (2017) Fases de Agotamiento de IPv4 <http://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>, Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry.
4. Huawei Enterprises (2011), Technical White Paper for IPv6 Network End-to-End Evolution, Huawei Enterprises.
5. Deering S (1998), Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, IETF.
6. Srisuresh P (2001), Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT), IETF RFC 3022, IETF.
7. Rekhter Y (1996), Address Allocation for Private Internets, IETF RFC 1918, IETF.
8. Van Beijnum I (2011), An FTP Application Layer Gateway (ALG) for IPv6-to-IPv4 Translation, IETF RFC 6384, IETF.
9. Bagnulo M (2011), Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers, IETF RFC 6146, IETF.
10. Cohen S (2006), TR-101 Migration to Ethernet-Based DSL Aggregation, ECI Telecom BellSouth Telecommunications, Broadband Forum, Technical Report TR-101, Broadband Forum.
11. Cheng D (2012), IPv6 Transition Mechanisms for Broadband Networks, Technical Report TR-242, Broadband Forum.
12. Shirasaki Y (2005), A Model of IPv6/IPv4 Dual Stack Internet Access Service, IETF.
13. Durand A (2011), "Dual-Stack Lite Broadband Deployments Following IPv4 Exhaustion, IETF RFC 6333, IETF.
14. Townsley W (2010), IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd), IETF RFC 5969, IETF.
15. Huawei Enterprises (2011), IPv6 Evolution and Migration Solution, Workshop Innovative Computational Technologies and Its Applications 2011.
16. Lynch T (2015), Deploying IPv6 in fixed and mobile broadband access networks, LACNIC.
17. Perreault E (2013), Common Requirements for Carrier-Grade NATs (CGNs), IETF RFC 6888, IETF.

SOBRE LOS AUTORES

Yussel Castrizano Jiménez: Ingeniero en Telecomunicaciones se desempeña como Jefe de Grupo de Redes de Agregación en la División de Servicios Fijos de ETECSA. Entre sus funciones esta la Operación y Mantenimiento de la red MPLS.

Ivette Moreno Montero: Ingeniera en Telecomunicaciones, se desempeña como Especialista en la Vicepresidencia de Integración Comercial. Entre sus funciones se encuentra atender los Proyectos Especiales de la empresa.