

## Método para la transición a IPv6 en los ISPs cubanos

*Dariene Gandarias Jorge<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Empresa COSYE. Ingeniera irenejorge@infomed.sld.cu*

### RESUMEN

En este artículo se realiza una propuesta de un método para la transición a IPv6 donde se explica paso a paso cómo realizar la transición adecuada hacia IPv6 en los ISPs (Internet Service Provider) cubanos, teniendo en cuenta el marco regulatorio vigente en el país relacionado con el tema. Cada uno de los aspectos que constituyen el método es detallado y explicado. Con ello se pretende ayudar a promover la introducción de IPv6 en nuestro país.

Palabras claves: IPv4, IPv6, método, transición.

### *Method for IPv6 transition in the cuban ISPs*

### ABSTRACT

*This paper shows a proposal for a method used for the IPv6 transition and it explains step by step how to accomplish an adequate transition in the cuban ISPs (Internet Service Provider), taking into account the current regulations in the country related with. Every aspect, which is part of this method, is detailed and explained. The purpose is to help to promote the introduction of IPv6 in our country.*

*Key words: IPv4, IPv6, method, transition.*

## Introducción

La versión 4 del protocolo IP ha funcionado con éxito durante décadas gracias a su gran poder de adaptación a las distintas tecnologías subyacentes. Pero a pesar de la gran flexibilidad de IPv4 (Internet Protocol versión 4), ha surgido una nueva versión conocida como IPv6 (Internet Protocol versión 6) con el objetivo de mejorarlo en muchos aspectos.<sup>1</sup>

La nueva versión del protocolo IP conserva muchas de las características de la versión anterior. Sin embargo, introduce algunos cambios bastante significativos como el tamaño y la notación de las direcciones IP.<sup>1</sup>

El motivo más importante que conllevó al diseño de una nueva versión del protocolo IP fue la posibilidad del agotamiento del espacio de direcciones IP. Cuando se diseñó IPv4, 32 bits eran más que suficiente, pero en la actualidad y teniendo en cuenta las perspectivas futuras, estos 32 bits no pueden adaptarse al crecimiento proyectado por Internet, ya que cada día aumentan los servicios soportados sobre IP y por ende, aumenta la demanda de direcciones IP.

El problema del agotamiento de las direcciones IP dejó de ser un problema futuro para convertirse en un actual. En febrero del 2011 la IANA (Internet Assigned Numbers Authority) anunció que el stock central de direcciones IPv4 que esta organización administraba quedó finalmente agotado, al entregar los últimos bloques de direcciones IPv4 a los RIRs (Regional Internet Registry). Además, se puede asegurar que en un futuro bastante cercano a los RIRs también se les agotarán las direcciones IPv4. Por ejemplo: LACNIC (Latin American and Caribbean Internet Address Registry) estima que para mayo de 2014 ocurra el agotamiento total de sus direcciones IPv4.<sup>2</sup>

Lo anterior implica que es necesario comenzar a obtener conocimiento y experiencia sobre la implantación y la administración de este protocolo así como de los mecanismos de transición.

Un aspecto muy discutido mundialmente en la actualidad es el tema de la transición a IPv6 y los diferentes mecanismos que existen para ello, debido a la gran importancia que este tema posee.

Es muy importante realizar la transición de redes IPv4 a redes IPv6 de manera que no se afecten los servicios implementados en la red. Además, se deben ejecutar todos los cambios necesarios para que la comunicación con otras redes IPv4 continúe sin alteración. También hay que organizar todas las tareas que deben realizarse para dicha transición teniendo en cuenta las regulaciones de cada país en cuestión.

Actualmente existe un gran número de países que ya han introducido IPv6, el cual coexiste con su antigua versión. En nuestro país existe una fuerza de tareas IPv6 que se encarga de estudiar el protocolo IPv6 y todas las nuevas recomendaciones que son emitidas al respecto. También estudia las políticas que establecen los órganos regionales.

Uno de sus principales objetivos es promover la divulgación del protocolo y la elaboración y ejecución de Proyectos Pilotos IPv6.<sup>3</sup>

No obstante, en el país existen muy pocas experiencias prácticas relacionadas con la transición a IPv6 aunque existen regulaciones que tratan el tema y el RIR correspondiente, que en este caso es LACNIC, ha asignado varios bloques de direcciones IPv6 como se puede observar en la Tabla 1.<sup>3</sup>

**Tabla 1 Bloques IPv6 asignados a Cuba**

Entidad	Bloque IPv6	Fecha de asignación
CITMATEL	2001:1340::/32	6 de abril de 2005
ETECSA DATOS	2001:1358::/32	29 de junio de 2005
ETECSA NAP	2001:13c8::/32	18 de agosto de 2005
SITTRANS	2800:230::/32	4 de junio de 2008
INFOMED	2800:360::/32	29 de mayo de 2009

Nuestro país debe realizar aún un gran conjunto de tareas para que la implantación de IPv6 sea generalizada. Por tanto, para la fuerza de tareas IPv6 de Cuba es de vital importancia ejecutar la transición a IPv6 en distintos tipos de redes, sobre todo de los ISPs, y poder obtener experiencias. Para ello resultaría muy útil poseer alguna guía o método que se ajustara a las condiciones regionales y cubanas.

El presente artículo tiene como objetivo presentar una propuesta de método para la transición a IPv6 en los ISPs cubanos que consta de varios pasos, teniendo en cuenta el marco regulatorio vigente en el país relacionado con el tema.

Con ello se pretende avanzar en la introducción de IPv6 en nuestro país. Este material pudiera servir de apoyo a otros ISPs del país que vayan a realizar la transición a IPv6.

#### **MÉTODO PARA LA TRANCISIÓN A IPV6 EN LOS ISP CUBANOS.**

Para la adecuada introducción de IPv6 en un ISP cubano es importante consultar la metodología descrita en la Resolución 156 / 2008 del MIC. Esta metodología consta de tres etapas para la introducción de IPv6 en el país. De esta manera se logra estar actualizado sobre los pasos a seguir por el país para lograr la transición a IPv6.

Adicionalmente, el ISP que desea realizar la transición debe confeccionar un Proyecto Piloto para la transición a IPv6 (Instrucción No 5/2007 del MIC). Del Proyecto Piloto se deriva una Tarea Técnica que posee una descripción detallada de los pasos a seguir para lograr la transición y quién es el responsable de la ejecución de los mismos. Es en este último documento donde se debe plasmar paso a paso el método utilizado para la transición a IPv6, adecuándolo a la red en cuestión.

El método para la transición a IPv6 en los ISPs cubanos que se propone en el presente trabajo consta de los siguientes pasos generales:

- Capacitar al personal técnico de la red en temas relacionados con IPv6
- Estudiar la estructura y funcionamiento de la red
- Realizar un inventario del equipamiento, sistemas operativos y aplicaciones utilizadas en la red
- Solicitar un bloque de direcciones IPv6
- Elaborar un plan de direccionamiento para IPv6
- Valorar el costo de la transición a IPv6 en la red
- Configurar el equipamiento necesario para la transición a IPv6

- Configurar el servicio DNS para IPv6
- Configurar otros servicios sobre IPv6
- Implementar los mecanismos de seguridad relacionados con IPv6
- Decidir e implementar los mecanismos de transición escogidos
- Anunciar el bloque de direcciones IPv6

Capacitación relacionada con IPv6 del personal técnico de la red.

El personal de la red debe primeramente capacitarse en temas generales relacionados con IPv6 para poder llevar a cabo de manera exitosa la transición a IPv6 de la red en cuestión.

Esta capacitación puede ser autodidacta o a través de cursos impartidos en otras entidades. Su objetivo es que los administradores de la red conozcan las características generales del protocolo IPv6 y las diferencias con su antigua versión.

Posteriormente, los administradores pudieran seguir necesitando la capacitación en temas más específicos como por ejemplo la elaboración de ACLs (Access Control List) para IPv6 o la utilización de algunas aplicaciones que soporten IPv6 entre muchos otros.

#### **Estudio de la estructura y funcionamiento de la red.**

Antes de realizar la transición a IPv6 de cualquier red debe realizarse un estudio profundo de la estructura y funcionamiento de la misma. De esta manera se logra conocer cómo funciona la red con IPv4 antes de la introducción de IPv6.

Primeramente, se debe realizar una breve investigación sobre la evolución de la red desde su surgimiento para conocer la historia de la misma. Luego se debe estudiar la estructura actual para conocer el hardware utilizado y los servicios que brinda la red en la actualidad. Además, es importante conocer el direccionamiento de los bloques de direcciones IPv4 que posea y todo lo referente a los mecanismos de seguridad implementados en la red.

#### **Elaboración de un inventario de red.**

Resulta de gran importancia realizar un inventario de la red para poder detectar cuáles son los dispositivos que deben soportar IPv6 para lograr la transición en la red. Luego de saber cuáles son estos dispositivos, se debe analizar si existe alguno que no sea compatible con IPv6 para saber si es necesaria la adquisición de algún equipamiento nuevo, lo que pudiera conllevar algún tipo de inversión. De ser necesario adquirir nuevo equipamiento se debe tener en cuenta la Resolución 140 / 2008 del MIC que establece que todo el equipamiento importado a partir de enero de 2009 debe ser compatible con IPv6. Dentro de los dispositivos que son compatibles, pudiera existir alguno que primeramente necesitara de un upgrade para soportar IPv6 antes de poder realizar su configuración.

Adicionalmente, se deben plasmar en el inventario los sistemas operativos utilizados en cada uno de los dispositivos en donde se necesita el soporte de IPv6, para poder analizar si es necesario cambiar el sistema operativo.

En cuanto a las aplicaciones, es posible que sea necesario realizar cambios y sustituirlas por otras que estén diseñadas para brindar el mismo tipo de servicio pero con soporte IPv6. Por esta razón, es que el soporte o no de IPv6 de cada una de las aplicaciones utilizadas para brindar los servicios ofertados en la red, debe quedar plasmado también en el inventario.

### **Solicitud de un bloque de direcciones Ipv6.**

El siguiente paso a realizar es la obtención de un bloque de direcciones IPv6. Para obtener algún bloque de direcciones IP (tanto IPv4 como IPv6) así como un ASN (Autonomous System Number) directamente de LACNIC es importante registrarse por la metodología descrita en la Resolución 138 / 2008 del MIC.<sup>3</sup>

En esta resolución se explica que primero se debe enviar una carta de solicitud a la DRN (Dirección de Regulaciones y Normas). Si la DRN aprueba dicha solicitud, debe descargarse del sitio de LACNIC el formulario correspondiente y enviarse por correo a LACNIC.<sup>2</sup>

Una vez aprobada la solicitud del recurso por LACNIC, será necesario firmar un contrato y hacer un pago referente al registro de dicho recurso. Sin embargo, como parte de las acciones que LACNIC lleva a cabo para que el nuevo protocolo pueda ser desplegado en la región, en la actualidad los bloques IPv6 no tienen costo alguno para todos aquellos que ya posean bloques IPv4 asignados por el RIR.<sup>2</sup>

### **Elaboración de un plan de direccionamiento IPv6**

Una vez que se obtiene el bloque de direcciones IPv6 es muy importante elaborar un plan de direccionamiento que sea de fácil implementación, que sea perdurable y que se ajuste a las políticas globales y regionales de asignación de direcciones explicadas en epígrafes anteriores.

Las políticas establecidas por LACNIC plantean que el bloque de direcciones IPv6 /32 entregado por el propio LACNIC al ISP deberá ser dividido en /48 para entregar a las entidades que atiende el ISP. Luego, el bloque de direcciones IPv6 /48 entregado a una entidad deberá ser dividido en bloques de direcciones IPv6 /64 para asignar a las subredes que este posea.<sup>2,4</sup>

Lo explicado anteriormente implica que se deben utilizar 16 bits para direccionar las entidades conectadas al ISP para un total de  $2^{16} = 65536$  posibles entidades a direccionar. Luego, cada entidad también dispone de 16 bits para direccionar las subredes por tanto, existe un total de  $2^{16} = 65536$  posibles subredes a direccionar en cada entidad.

El plan de direccionamiento debe, además, definir las políticas que deberán seguir las entidades a las que les entregará bloques de direcciones IPv6 y proponer modelos de asignación de direcciones IPv6 para las entidades que reciban dichos bloques.

Luego que una entidad recibe su bloque de direcciones IPv6 /48, debe realizar su propio plan de direccionamiento IPv6 y mostrarlo a su ISP. Es en este plan donde debe estar bien explicado cómo se realizará la entrega de los bloques de direcciones IPv6 /64 a las subredes que dicha entidad posee.

### **Valoración del costo de la transición a IPv6**

Una vez ejecutados los pasos anteriores, se debe realizar un análisis para valorar el costo de la transición a IPv6. Los principales factores que pudieran afectar este costo son la capacitación y la adquisición de

equipamiento ya que, como ya se ha dicho anteriormente, la adquisición del bloque de direcciones IPv6 hasta el momento no tiene costo. Por lo general, este costo no es elevado.

### **Configuración IPv6 del equipamiento de la red**

La configuración IPv6 de los dispositivos depende del sistema operativo que tengan instalado. A modo de ejemplo se tratarán diferentes versiones del sistema operativo Windows para el caso de los hosts y las configuraciones de Cisco y Huawei para el caso de los routers.

Los hosts con sistemas operativos más modernos como Windows 7 ya traen incorporado el soporte para IPv6. En sistemas operativos menos modernos debe primeramente instalarse el protocolo IPv6. Por ejemplo, en el caso de Windows XP se realiza a través del comando `ipv6 install`.<sup>5,6</sup>

Posteriormente debe configurarse la dirección IPv6 en la interfaz. En el caso de Windows XP se utiliza el comando `netsh interface ipv6 add address`. Una vez terminada la configuración de la dirección IPv6 en la interfaz seleccionada se puede verificar mediante el comando `netsh interface ipv6 show address`. Para añadir una ruta se utiliza el comando `netsh interface ipv6 add route`.<sup>5</sup>

Si se utiliza el comando `ipconfig` se puede observar la configuración de todas las interfaces, ya sean IPv4 o IPv6 y si se utiliza el comando `ipv6 if`, no disponible en las últimas versiones de Windows, se observa la configuración de la interfaz seleccionada. Las herramientas de diagnóstico `ping` y `tracert` pueden ser utilizadas también.<sup>5,6</sup>

En los routers se debe habilitar la transmisión de paquetes IPv6. En el caso de Cisco se utiliza el comando `ipv6 unicast-routing` y en el caso de Huawei se utiliza el comando `ipv6`. Además se debe configurar la dirección IPv6 en la interfaz seleccionada. Tanto en Cisco como en Huawei el comando a utilizar es `ipv6 address`.<sup>7,8</sup>

Por último es aconsejable verificar la configuración. Para verificar la configuración de IPv6 en el caso de Cisco se debe usar el comando `show ipv6 interface` y en Huawei se utiliza el comando `display ipv6 interface`. Además en Cisco se pueden utilizar las herramientas `ping ipv6` y `traceroute`.<sup>7,8</sup>

Si fuera necesario, se debe realizar la configuración para agregar rutas. En Cisco se utiliza el comando `ipv6 route`.<sup>7</sup>

Además se deben configurar los protocolos de enrutamiento IGP (Interior Gateway Protocol) que se vayan a utilizar como por ejemplo OSPF (Open Shortest Path First). Quizás sea necesario también configurar protocolos EGP (Exterior Gateway Protocol) como BGP (Border Gateway Protocol).

Solo se necesitará configurar los protocolos de enrutamiento si el anuncio del bloque IPv6 asignado es realizado, de no realizarse se utilizarán túneles para la comunicación con otras redes IPv6 por lo que el ruteo estará basado en IPv4.

### **Configuración IPv6 del servicio DNS.**

Es de vital importancia realizar la correcta configuración del servidor DNS (Domain Name System). Esta configuración consiste en agregar registros AAAA. Es decir, un servidor DNS doble pila tendrá registros A para mapear direcciones IPv4 y registros AAAA para mapear las direcciones IPv6. Si un host posee varias direcciones IPv6, entonces tendrá tantos registros AAAA en el DNS como direcciones tenga.<sup>9,10,11</sup>

La RFC 3596 define los registros AAAA mencionados anteriormente, así como el dominio de resolución inverso que es IP6.ARPA. En el caso del DNS reverso se necesita escribir registros PTR.<sup>9</sup>

A continuación se muestra un ejemplo de cómo escribir el registro AAAA y el registro PTR de un host cuya dirección IPv6 es 2001:DB8:0:1:DD48:AB34:D07C:3914 y cuyo nombre es host.ejemplo.com

```
host.ejemplo.com. IN AAAA 2001:DB8:0:1:DD48:AB34:D07C:3914
```

```
4.1.9.3.C.7.0.D.4.3.B.A.8.4.D.D.1.0.0.0.0.0.0.8.B.D.0.1.0.0.2.IP6.ARPA. IN PTR host.ejemplo.com
```

Como se puede observar en los registros AAAA se puede utilizar la forma comprimida para representar las direcciones IPv6. En el caso de los registros PTR la dirección se escribe de manera inversa y no se puede utilizar el formato comprimido.

### **Configuración de otros servicios con soporte IPv6**

Para habilitar otros servicios con soporte IPv6 es necesario utilizar aplicaciones que soporten este protocolo. Además es necesario habilitar IPv6 en los sistemas operativos donde se encuentran los servidores y asignarles direcciones IPv6. Es importante recordar que se debe agregar un registro AAAA en el DNS por cada dirección asignada a los servidores.<sup>5</sup>

### **Implementación de los mecanismos de seguridad.**

Debido a que IPv6 aún no está desplegado a tan gran escala como IPv4, por el momento el número de problemas de seguridad y ataques sobre IPv6 es pequeño en comparación con IPv4. A medida que los operadores y proveedores de contenidos lo implementen en sus redes y servicios, esto cambiará.

Existen riesgos tanto en el uso de IPv6 como en el proceso de transición en sí. Es importante analizar si los dispositivos de seguridad como firewalls y si las herramientas de gestión de redes no son capaces o no están configurados para analizar flujos de datos IPv6.<sup>12</sup>

En el caso de la implementación de una doble pila se recomienda seguir, para IPv6, una política de seguridad similar o igual a la usada para IPv4. Es decir, si antes existían reglas para filtrar el tráfico IPv4, ahora se deben agregar las reglas para filtrar el tráfico IPv6. De no ser posible utilizar el mismo firewall, se debe adicionar otro que soporte dicho protocolo.<sup>12</sup>

A diferencia de IPv4, IPv6 incluye de manera nativa IPsec (Internet Protocol Security). IPsec es un conjunto de protocolos que tienen como fin proporcionar seguridad en el nivel de red del modelo OSI (Open System Interconnection). Su utilización proporciona autenticidad, integridad y confidencialidad en las comunicaciones de extremo a extremo, pero en la práctica el uso de IPsec en el país está limitado.<sup>12</sup>

### **Decisión e implementación del mecanismo o mecanismos de transición escogidos.**

La decisión sobre los mecanismos de transición a implementar debe realizarse teniendo en cuenta el conocimiento que se tiene de la red. Para ello hay que tener en cuenta todo el análisis previo de las características de la red y la información que refleja el inventario de red elaborado.

En el caso de los ISP será muy probable la utilización de túneles entre el ISP y las entidades a las que brinda servicio ya que, en Cuba en la actualidad, el backbone IP/MPLS (Internet Protocol / Multi-Protocol Label Switching) de ETECSA no tiene implementado IPv6.

Una vez finalizado el análisis y habiendo tomado una decisión, se deben implementar los mecanismos de transición escogidos. La implementación conlleva generalmente una configuración del equipamiento que es muy específica del mecanismo escogido. Debe estudiarse también, los riesgos que implican la utilización del mecanismo de transición escogido e implementar medidas para contrarrestarlos en caso de que sea necesario.

**Anuncio del bloque de direcciones IPv6.**

Con el anuncio del bloque de direcciones IPv6 se logra que la red sea visible desde la Internet IPv6. La DRN deberá autorizar dicho anuncio. Luego se debe enviar a ETECSA una carta oficial que contenga la solicitud del anuncio para que el NAP (Network Access Point) sea quién se encargue de realizarlo.

La solicitud del anuncio solo debe ser realizada por los ISP a los cuales les fue entregado un bloque de direcciones IPv6 /32 por LACNIC. Las organizaciones a las cuales les fueron entregados bloques de direcciones IPv6 /48 por parte de los ISP no deben encargarse de esta solicitud, pues su bloque de direcciones IPv6 está embebido dentro del bloque de direcciones IPv6 /32 del ISP.

Si el anuncio no pudiera realizarse por alguna razón, esto no implica que la red no haya migrado a IPv6, solo significa que no podrá comunicarse de manera nativa con otras redes pertenecientes a la Internet IPv6. Sin embargo, podrá comunicarse utilizando otros mecanismos como por ejemplo los túneles.



## **CONCLUSIONES**

La transición de una red a IPv6 es un proceso gradual y generalmente no se producen grandes gastos a la hora de realizarla. Es un trabajo que requiere planificación y mucho cuidado en el momento de realizar las configuraciones.

Para lograr realizar una adecuada y ordenada transición a IPv6 en una red se deben seguir ciertos pasos, es decir, se debe seguir un método. Es muy importante que el método seguido tenga en cuenta las regulaciones globales y regionales existentes. Existen algunas diferencias entre la transición de ISPs y de redes que no son ISP.

## REFERENCIAS

1. COMER, DOUGLAS E.: "Redes globales de información con Internet y TCP/IP". Tercera edición. Prentice Hall. ISBN: 968-880-541-6. (Libro).
2. <http://lacnic.net>. (Sitio web).
3. <http://www.cu.ipv6tf.org>. (Sitio web).
4. IAB: "IAB/IESG Recommendations on IPv6 Address Allocations to Sites". 2001. (RFC).
5. Cicileo, G.: "IPv6 para Todos. Guía de uso y aplicación para diversos entornos". Editorial Internet Society. Buenos Aires. 2009. (Libro).
6. Murphy, N. y MALONE, D.: "IPv6 Network Administrator". O'REILLY. (Libro).
7. Cisco Systems: "Cisco IOS IPv6 Configuration Guide Release 12.4T". Cisco Press. San José, EUA. 2009. (Manual).
8. Huawei Technologies Co: "Quidway NetEngine40 Configuration Guide - IP Services". Shenzhen. 2008. (Manual).
9. Thomson, S.: "DNS Extensions to Support IP Version 6". 2003. (RFC).
10. VAN BEIJNUM, I.: "Running IPv6". Apress books. 2005. ISBN: 1-59059-527-0. (Libro).
11. BLANCHET, M.: "Migrating to IPv6: A Practical Guide to Implementing IPv6 in Mobile and Fixed Networks". John Wiley & Sons. 2006. ISBN: 0-471-49892-0. (Libro).
12. Hogg, S: "IPv6 Security". Cisco Press. Indianapolis. 2008. (Libro).