

Análisis e implementación del protocolo de enrutamiento OSPF para IP versión 6

Analysis and implementation of routing protocol OSPF for IP version 6

Ing. José A. Arcos Juárez*

Ing. José A. Arcos Juárez**

M.C. José M. Martínez Castro***

Fecha de recepción: 14 de abril 2013

Fecha de aceptación: 5 de mayo de 2013

Resumen

En el presente trabajo se analiza la implementación del protocolo OSPFv3, así como los obstáculos que los administradores de red se encuentran para la migración de redes IPv4 a redes nativas de IPv6.

El movimiento hacia IPv6 está actualmente efectuado con proveedores de servicio, algunos de ellos están muy cerca de la fase de implementación. Muchas organizaciones de gobierno (en los Estados Unidos) también han recibido mandatos para migrar sus sistemas en anticipación a la necesidad de soportar el protocolo IPv6.

La mayoría de las empresas y organizaciones de gobierno no están listas para implementar el IPv6, aún están en las etapas de evaluación o planeación debido a la falta de conciencia y

* Universidad Autónoma de Guerrero Unidad Academia de Ingeniería Av. Lázaro Cárdenas S/N, CU. Chilpancingo, México. Correo electrónico: arcosjuarez@gmail.com

** Universidad Autónoma de Guerrero Unidad Academia de Ingeniería Av. Lázaro Cárdenas S/N, CU. Chilpancingo, México. Correo electrónico: reneecuevas@gmail.com

*** Universidad Autónoma de Guerrero Unidad Academia de Ingeniería Av. Lázaro Cárdenas S/N, CU. Chilpancingo, México. Correo electrónico: jmariomt@yahoo.com

entendimiento de cómo manejar la transición de este dispositivo. Sin embargo, eventualmente estas empresas deben hacer el cambio debido a que sus usuarios, empleados y clientes lo demandarán. Los usuarios y nuevos dispositivos que utilizarán IPv6, manejarán este proceso de transformación.

Palabras clave: IPv6, protocolos de enrutamiento, OSPFv3, IP next generation.

Abstract

In this present paper analyzes the OSPFv3 protocol implementation and the obstacles that network administrators are for migrating native IPv4 to IPv6 networks.

The move to IPv6 is currently happening with service providers and some of them are very close to the implementation phase. Many government organizations (in the U.S.) have also received mandates to migrate their systems in anticipation of the need to support IPv6.

Most companies and government organizations are not ready for IPv6. They are still in the planning stages of assessment or due to lack of awareness and understanding of how to manage the transition to IPv6. However, eventually these companies must make the change because its members, employees and customers will demand it. Users and new devices that use IPv6, manage change

Key words: IPv6, Routing Protocols OSPFv3, IP next generation.

1. Introducción

Debido al crecimiento de Internet y la sofisticación de los dispositivos electrónicos, las soluciones propuestas anteriormente para alargar la vida de IPv4 ya no son suficientes para cubrir la necesidad de las mismas en los próximos años.

Como consecuencia de este escenario, el Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force o IETF, por sus siglas en inglés) elaboró una serie de espe-

cificaciones para definir un protocolo IP de Siguiete Generación (IP Next Generation, IPng) que actualmente se conoce como Protocolo de Internet versión 6 IPv6.

El IPv6 incrementa el tamaño de la dirección IP de 32 bits a 128 bits para soportar más niveles en la jerarquía de direccionamiento y un número mayor de nodos direccionales. El diseño del protocolo agrega múltiples beneficios en seguridad, manejo de calidad de servicio, una mayor capacidad de transmi-

sión y mejora la facilidad de administración, entre otras cosas.

Mientras que IPv4 soporta 4, 294, 967,296 (232) direcciones que es poco menos de 4.3 billones y el IPv6 ofrece 3.4×10^{38} (2128) direcciones, un número similar a $6.67126144781401e+23$ direcciones IP por cada metro cuadrado sobre la superficie de la Tierra. Adicionalmente, la dirección IPv6 se diseñó para ser subdividida en dominios de enrutamiento jerárquico que reflejan la topología del Internet actual.

Según estudios de IETF el espacio de direcciones IPv4 puede agotarse entre el 2005 y el 2013. LACNIC anuncia el inminente agotamiento de los bloques de direccionamiento para América latina [1].

A partir de la existencia y el uso de IPv6, se ha admitido que el despliegue de este protocolo no fue lo esperado, se cree que la principal razón de esto reside en el hecho de que mientras existan bloques de direcciones IPv4 por asignar, la migración a este nuevo protocolo no será una prioridad para los usuarios.

Actualmente los pocos sitios que están implementando el protocolo IPv6 tienen el inconveniente de realizar la traducción de IPv6 a IPv4 o viceversa, denominadas Dual Stack, como solución a este proceso de cambio se pretende combinar los dos protocolos simultáneamente.

Para establecer la comunicación entre las redes IPv4 existen los protocolos de enrutamiento, los cuales trabajan en la capa de red del modelo OSI y TCP/IP y son los encargados de transportar los paquetes al destino final.

Algunos de los protocolos de enrutamiento son:

- OSPF
- RIP
- EIGRP

Los protocolos de enrutamiento tuvieron que evolucionar para trabajar con el nuevo protocolo IPv6, uno de ellos es el protocolo OSPF en su versión 3, el cual soporta nativamente IPv6.

Para tener una red nativa de IPv6 se tendrán que utilizar estos protocolos de enrutamiento para enrutar redes IPv6 y así establecer la comunicación entre los puntos.

2. Antecedentes

En 1992 el IETF surge de la necesidad de “ampliar” el número de direcciones teniendo en cuenta el inesperado crecimiento de Internet, dado que el número de direcciones disponibles no permitían ni siquiera una única dirección para cada habitante del planeta de aquel momento, y mucho menos direccionar varios dispositivos por cada uno de nosotros.

El agotamiento final de direcciones IPv4 se produce por una petición de nuevos bloques por parte de APNIC (concretamente 2 prefijos /8), en febrero de 2011 se reparten los últimos 5 prefijos /8 (pues así se ha acordado por medio de una política global) entregándose uno de ellos a cada una de las 5 regiones [2].

Las regiones de RIPE, ARIN y APNIC, previsiblemente si mantienen el ritmo de demanda de direcciones IPv4 de los últimos años, agotarían sus remanentes en unos 6 u 8 meses, aunque es difícil de predecir, pues se puede producir cierta situación de “pánico” por parte de los proveedores de Internet (ISPs). LACNIC y AfriNIC, estos posiblemente tendrían recursos para unos 12 meses adicionales (aunque se podrían producir compras

de empresas en dichas regiones por parte de multinacionales para obtener más direcciones de este modo ciertamente poco ortodoxo, o incluso por medio de un “mercado gris” de direcciones, aún a pesar de estar en contra de las políticas que dicta la comunidad).

IETF inicia los trabajos para buscar una solución a largo plazo (IPng, IP next generation), sin entrar en detalles, se concreta en el protocolo IPv6 (Internet Protocol version 6). Es importante añadir que no hay otra solución más que la transición a IPv6; no hay tiempo para ninguna otra medida.

El OSPFv3 es un protocolo de enrutamiento OSPF para IPv6. En 1999 se publicó en el RFC 2740, desarrollado por John Moy, Rob Coltun y Dennis Ferguson, básicamente es la versión de OSPF para IPv6 basada en OSPFv2, con varias adiciones usadas para distribuir prefijos de IPv6, se utiliza IPv6 como transporte aunque tiene el mismo nombre que OSPFv2, los cuales son dos protocolos diferentes [4].

Para que todas estas nuevas redes nativas de IPv6 puedan comunicarse entre sí, debe existir un protocolo de enrutamiento que las distribuya; OSPFv3 es un protocolo no propietario y basado en el RFC 2740, el cual no posee soporte para direcciones IPv4, razón por la cual si se desea tener dentro de la misma red direcciones IPv6 y direcciones IPv4 se deben configurar tanto el protocolo OSPFv2 como su versión 3.

3. Objetivo

Conforme pasa el tiempo la tecnología avanza, el internet evoluciona y más usuarios tienen acceso a este. Los usuarios requieren de direcciones IP, las cuales ya no son suficientes debido al gran auge que ha tenido Internet y que va de la mano con los dispositivos

móviles. Para resolver esta problemática se desarrolló el protocolo IPv6.

El tener una red nativa de IPv6 nos es suficiente para el acceso a los servicios que se proporcionan en una Intranet o Internet, para esto existen los protocolos de enrutamiento que soportan IPv6, los cuales son los encargados de anunciar dinámicamente redes con IPv6.

Debido a estos procesos paralelos que se realizan para la migración de IPv4 a IPv6, se realiza este trabajo de investigación con la finalidad de conocer el funcionamiento del protocolo OSPFv3, sus características y realizar la implementación en una red conmutada con el fin de coadyuvar en el proceso de migración que, debido al agotamiento inminente de las direcciones IPv4, se torna necesario en un futuro no muy lejano.

4. Características de OSPFv3

OSPFv3 es un protocolo de enrutamiento Estado-Enlace, el cual fue descrito por primera vez en el RFC 2740. El protocolo OSPFv3 trabaja con direcciones IPv6, distribuyendo por la red solamente el prefijo de estas direcciones. No posee soporte para direcciones IPv4, razón por la cual si se desea tener dentro de la misma red direcciones IPv6 y direcciones IPv4 se deben configurar tanto el protocolo OSPFv2 como su versión 3.

El protocolo OSPFv3 tiene los mismos fundamentos que el protocolo OSPFv2 (Algoritmo SPF, inundaciones, elección del DR (Router dedicado), áreas, métricas, temporizadores). Las similitudes principales son:

- Mismos 5 tipos de paquetes, pero algunos campos han sido cambiados.
- Mismos mecanismos para descubrir vecinos y formar adyacencias.

- Tipos de interfaces: P2P, P2MP, Broadcast, NBMA y virtual.
- Algoritmos de selección de DR y BDR.
- Area_ID y ROUTER_ID de 32 bits.

A pesar de tener ciertas similitudes también poseen diferencias entre las cuales tenemos las siguientes:

- Procesamiento del protocolo por link: OSPFv3 puede ahora intercambiar paquetes entre dos vecinos que se encuentren en un mismo link, aunque pertenezcan a dos subredes diferentes.
- Router LSA (LSA de tipo 1) y Network LSA ya no llevan direcciones IP, para eso se crea un nuevo LSA. A pesar de ello se mantiene el identificador o RID de cada router expresado como 32 bits.
- En OSPFv2 los vecinos en redes broadcast o NBMA eran identificados mediante la IP de la interfaz, y en enlaces punto a punto eran identificados con el RID, esta inconsistencia ya no se presenta en OSPFv3. Ahora todos los routers son identificados mediante su RID.
- Nueva LSA, solo de significado de Link Local o sea de los routers conectados directamente.

- Múltiples instancias de OSPF conectadas a un mismo dominio de broadcast.
- Se elimina la autenticación de OSPF, ya que OSPF utiliza el header de extensión de autenticación nativo de IPV6.
- Si OSPFv2 recibe un LSA desconocido lo descarta. En OSPFv3 si se recibe un LSA desconocido lo reenvía y no procesa su propio SPF. Esto con el fin de agregar nuevas funcionalidades.

4.1. Paquetes OSPF

OSPFv3 posee 5 tipos de paquetes OSPF, dichos paquetes se encargan de lo concerniente al establecimiento y mantenimiento de rutas, determinación de DR y otros aspectos del protocolo. Los paquetes mencionados son:

1. HELLO.
2. Database Description.
3. Link-State Request.
4. Link-State Update.
5. Link-State Acknowledgement.

4.2. Tipos de LSA

En la siguiente tabla se muestran los paquetes con los que cuentan las dos versiones de este protocolo.

Tabla 1 Tipos de LSA

OSPFv3 LSAs		OSPFv2 LSAs	
LS Type	Name	Type	Name
0x2001	Router LSA	1	Router LSA
0x2002	Network LSA	2	Network LSA

0x2003	Inter-Area Prefix LSA	3	Network Summary LSA
0x2004	Inter-Area Router LSA	4	ASBR Summary LSA
0x4005	AS-External LSA	5	AS-External LSA
0x2006	Group Membership LSA	6	Group Membership LSA
0x2007	Type-7 LSA	7	NSS External LSA
0x2008	Link LSA		<i>No Corresponding LSA</i>
0x2009	Intra-Area Prefix LSA		<i>No Corresponding LSA</i>

Fuente: elaboración propia.

Aunque el tipo 1 y 2 se llaman igual en OSPFv2 y OSPFv3, estos tienen diferencias ya que en OSPFv3 no se publican prefijos en estos LSAs.

Esta decisión es debido a que en OSPFv2, quienes en realidad merecían generar un recálculo en el árbol de SPF, eran los cambios en los nodos más no en los prefijos. Cuando existen cambios en los prefijos estos no necesitan un recálculo en el algoritmo de SPF.

En OSPFv3 cuando existe un cambio en los nodos se intercambian los LSA de tipo 1 y 2 y generan un recálculo de SPF al igual que OSPv2. Sin embargo, si existen cambios de cualquier IP de alguna interfaz o en algún prefijo en el área de OSPF, estas modificaciones son enviadas mediante los LSA de tipo 9. Intra Area Prefix LSA.

Existe información que es de significado solo para los vecinos directamente conectados de OSPF. En OSPFv2 esta información se enviaba en los LSA de tipo 1 y 2. Sin embargo es-

tos LSA eran reenviados (flooding) dentro de toda el área de OSPF. En OSPFv3 se agrega un nuevo LSA el tipo 8 Link LSA el cual solo es de significado link local.

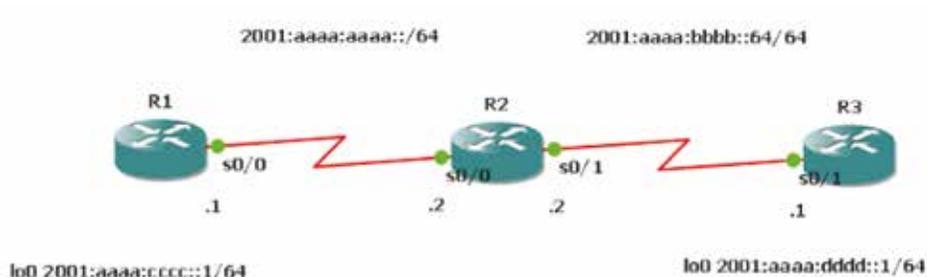
5. Implementación

Antes de habilitar OSPFv3 se debe planificar el direccionamiento IPv6 y realizar una estrategia para redes que se encuentran en producción. Todos los dispositivos en el mercado soportan el ruteo IPv6, solo se tienen que habilitar en los dispositivos involucrados.

OSPFv3 es habilitado en cada interfaz comprometida.

Siguiendo el esquema de la figura 1. configuraremos OSPF con IPv6. Vamos a modificar las link local address que se autoconfiguran en el emulador porque todos los routers tienen la misma MAC y el protocolo DAD Duplicate Address Detection no deja usar la interfaz con IP duplicada.

Figura 1. Esquema de red



Fuente: elaboración propia.

Primero configuramos las interfaces de cada router sin olvidar ipv6 unicast-routing en el modo de configuración global.

Configuración R1

```
interface Loopback0
  no ip address
  ipv6 address 2001:AAAA:CCCC::1/64
end
interface Serial0/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:AAAA:AAAA::1/64
  ipv6 address FE80::1 link-local
  serial restart-delay 0
end
```

Configuración R2

```
interface Serial0/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:AAAA:AAAA::2/64
  ipv6 address FE80::2 link-local
  serial restart-delay 0
end
interface Serial0/1
  no ip address
  ipv6 address 2001:AAAA:BBBB::2/64
  ipv6 address FE80::3 link-local
  serial restart-delay 0
end
```

Configuración R3

```
interface Loopback0
  no ip address
  ipv6 address 2001:AAAA:DDDD::1/64
end
interface Serial0/1
  no ip address
  ipv6 address 2001:AAAA:BBBB::1/64
  ipv6 address FE80::4 link-local
  serial restart-delay 0
end
```

Después de realizar las configuraciones en los tres equipos de ruteo las interfaces quedan de la siguiente manera.

Equipo R1

```
R1#sh ipv6 int brie | excl admin
Serial0/0      [up/up]
  FE80::1
  2001:AAAA:AAAA::1
Loopback0     [up/up]
  FE80::FFFF:FE10:45C5
  2001:AAAA:CCCC::1
```

Equipo R2

```
Serial0/0      [up/up]
  FE80::2
  2001:AAAA:AAAA::2
Serial0/1     [up/up]
  FE80::3
  2001:AAAA:BBBB::2
```

Equipo R3

```
Serial0/1      [up/up]
  FE80::4
  2001:AAAA:BBBB::1
Loopback0     [up/up]
  FE80::FFFF:FE10:45C5
  2001:AAAA:DDDD::1
```

Puesto que los routers no tienen ninguna IP en formato ipv4 hay que crear obligatoriamente un ID de 32 bits para cada uno.

Equipo R1

```
ipv6 router ospf 1
  router-id 0.0.0.1
```

Equipo R2

```
ipv6 router ospf 1
  router-id 0.0.0.2
```

Equipo R3

```
ipv6 router ospf 1
  router-id 0.0.0.3
```

Por último habilitamos el enrutamiento, diciendo en cada interfaz que habla ipv6 qué área se va a enrutar; el comando network queda desfasado en RIP OSPF y EIGRP.

Equipo R1

```
interface loopback 0
  ipv6 ospf 1 area 0
interface serial0/0
  ipv6 ospf 1 area 0
```

Equipo R2

```
interface serial0/0
  ipv6 ospf 1 area 0
interface serial0/1
  ipv6 ospf 1 area 0
```

Equipo R3

```
interface serial0/1
  ipv6 ospf 1 area 0
```

Para verificar qué interfaces hablan OSPFv3 ejecutamos el siguiente comando “show ip protocols”.

Equipo R1#sh ipv6 pro

```
IPv6 Routing Protocol is "connected"
IPv6 Routing Protocol is "static"
IPv6 Routing Protocol is "ospf 1"
  Interfaces (Area 0):
    Loopback0
    Serial0/0
  Redistribution:
    None
```

Ahora verificamos la tabla de enrutamiento en equipo R1

```
R1#sh ipv6 route ospf
IPv6 Routing Table - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
O      2001:AAAA:BBBB::/64 [110/128]
      via FE80::2, Serial0/0
O      2001:AAAA:DDDD::1/128 [110/128]
      via FE80::2, Serial0/0
```

Como ocurre en OSPFv3 normal las loopback se anuncian como /32 en ipv4 en ipv6 son /128. Probamos la conectividad:

```
R1#ping 2001:aaaa:dddd::1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:DDDD::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/46/60 ms
```

También se puede observar la inclusión de un nuevo tipo de LSA, TIPO 8 que anuncia las Link-Local Address

```
R3#sh ipv6 ospf database

OSPFv3 Router with ID (0.0.0.3) (Process ID 1)

          Router Link States (Area 0)

ADV Router      Age          Seq#
Fragment ID    Link count  Bits
0.0.0.1        278         0x80000004  0
1              None
0.0.0.2        267         0x80000003  0
2              None

0.0.0.3        87          0x80000002  0
1              None

          Link (Type-8) Link States
(Area 0)

ADV Router      Age          Seq#
Link ID         Interface   276         0x80000001  5
0.0.0.2        Se0/1
0.0.0.3        268         0x80000001  5
0.0.0.3        Se0/1

          Intra Area Prefix Link States
(Area 0)

ADV Router      Age          Seq#
Link ID         Ref-lstype  Ref-LSID
0.0.0.1        1437       0x80000003  0
0x2001         0
0.0.0.2        272         0x80000002  0
0x2001         0
0.0.0.3        87          0x80000002  0
0x2001
```

6. Conclusiones

La configuración en OSPFv3 es muy similar, casi igual que en su hermano OSPFv2; así también las opciones que ofrece el protocolo como las de configurar las áreas como Stubs, totally stubby o not so stubby.

Los prefijos pueden ser solo sumariados entre áreas, se puede configurar en entornos de circuitos sobre demanda.

Solo existen dos excepciones fundamentales entre ambas configuraciones, en OSPFv2 se debe crear el proceso de OSPF desde la configuración global con el comando **“router**

ospf”, después se deben configurar los rangos de red mediante **“network área”**, todas las interfaces que se incluyan mediante ese comando estarán participando en esa área de OSPF.

En OSPFv3 se agregan las instancias para poder dividir una misma área en dos o más grupos separados.

Es importante recalcar que aunque se pueden tener múltiples procesos de OSPF en un router, solo se puede tener un proceso y una instancia por interfaz.

En OSPFv3 no se pueden elegir qué prefijos serán importados dentro de OSPF (todos o ninguno).

7. Referencias

- [1] UNAM, México (abril 2013), “IPv6”. Recuperado en línea: <http://www.ipv6.unam.mx/>
- [2] IPv6 World (abril 2013), World IPv6 Launch. Recuperado en línea: <http://www.worldipv6launch.org/>
- [3] IPv6 México (abril 2013), Network Information Center México. Recuperado en línea: <http://www.ipv6.mx/>
- [4] Cisco (abril 2013), “Implementación OSPFv3”. Recuperado en línea: <http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipv6/configuration/15-2mt/ipv6-ospf.html>
- [5] IPv6.br (abril 2013).
- [6] 6deploy.eu (abril 2013).
- [7] CLARA (abril 2013). Recuperado en línea: www.redclara.net
- [8] REFC 2740 - 5340 (abril 2013).

