

CAPITULO I

CONCEPTOS INICIALES

Descripción de IPv4

La base de Internet ha sido el protocolo IP, es este protocolo el que le ha permitido crecer tanto en tamaño como en aplicaciones manejadas, fue creado como un estándar de facto por gente que usa Internet, pero se adapta al modelo OSI. Permite comunicar cualquier sistema con otro con gran facilidad, en esto ha residido su enorme éxito. Su espacio de direcciones resulto insuficiente, debido al crecimiento de Internet y al número cada vez mayor de elementos activos con dirección IP conectados a la red.

Breve Historia de TCP/IP e Internet

TCP/IP no pertenece a nadie porque se desarrollo en público, adquirió gran popularidad cuando se incorporó a la versión 4.2 del UNIX.

La descentralización de ARPANET y la disponibilidad sin costo de programas basados en TCP/IP permitió que ya en 1977, otro tipo de redes no necesariamente vinculadas al proyecto original, empezaran a conectarse.

En 1983, el segmento militar de ARPANET se separa y forma su propia red que se conoció como MILNET. ARPANET, y sus "redes asociadas" empezaron a ser conocidas como Internet.

El Protocolo Internet (Internet Protocol - IP)

El protocolo IP es el principal del modelo OSI, así como parte integral del TCP/IP. Las tareas principales del IP son el direccionamiento de los datagramas de información y la administración del proceso de fragmentación de dichos datagramas. El datagrama es la unidad de transferencia que el IP utiliza, algunas veces identificada en forma más específica como datagrama Internet o datagrama IP. Las características de este protocolo son:

- No orientado a conexión
- Transmisión en unidades denominadas datagramas.
- Sin corrección de errores, ni control de congestión.
- No garantiza la entrega en secuencia.

Un arreglo de campos en un datagrama es el siguiente:

0	4	8	16	19	24	31
VERSION	HLEN	TIPO DE SERVICIO	LONGITUD TOTAL			
IDENTIFICACIÓN			BANDERAS	DESPLAZAMIENTO DE FRAGMENTO		
TIEMPO DE VIDA	PROTOCOLO		SUMA DE VERIFICACIÓN DEL ENCABEZADO			
DIRECCIÓN IP DE LA FUENTE						
DIRECCIÓN IP DEL DESTINO						
OPCIONES IP (SI LAS HAY)					RELLENO	
DATOS						
.....						

Direccionamiento IP

El TCP/IP utiliza una dirección de 32 bits para identificar una máquina y la red a la cual está conectada. Únicamente el NIC (Centro de Información de Red) asigna las direcciones IP (o Internet), aunque si una red no está conectada a Internet, dicha red puede determinar su propio sistema de numeración.

Hay cuatro formatos para la dirección IP, cada uno de los cuales se utiliza dependiendo del tamaño de la red. Los cuatro formatos, Clase A hasta Clase D (aunque últimamente se ha añadido la Clase E para un futuro).

CLASE	Dirección más baja	Dirección más alta
CLASE A	0.1.0.0	126.0.0.0
CLASE B	128.0.0.0	191.255.0.0
CLASE C	192.0.1.0	223.255.255.0
CLASE D	224.0.0.0	239.255.255.255
CLASE E	240.0.0.0	247.255.255.255

Problemas con IPv4

La necesidad de un espacio de direcciones extenso está forzando un cambio inmediato en el IP, otros factores que también contribuyen son soporte de nuevas aplicaciones.

Podemos resumir los problemas de IPv4 en la siguiente tabla:

Independencia de medio y/o protocolo (<i>IP over everything</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • IP incluye un sistema de direccionamiento independiente del medio/protocolo subyacente, incluyendo gestión del encaminamiento. • El sistema de direccionamiento no asegura que las direcciones de emisor y receptor sean auténticas: • IPv4 incluye un mecanismo de fragmentación y reensamblado. IPv6 prohíbe la fragmentación en nodos intermedios.
Transporte de datos sin estado (orientado a datagramas)	<ul style="list-style-type: none"> • Cada paquete recibe tratamiento independiente • No hay reserva de recursos • Protocolos y aplicaciones por encima de IP a veces necesitan este estado, y eso tiene implicaciones para IPsec
Servicio no fiable	<ul style="list-style-type: none"> • IP ofrece un servicio no fiable en dos

	<p>sentidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ no se garantiza la entrega de un datagrama ○ no se comprueba la integridad de los datos del datagrama (sí, en parte, de la cabecera) • TCP (sobre todo) se encarga de asegurar la entrega, mediante asentimientos y retransmisiones, pero lo hace extremo a extremo. <p>Consecuencia: Ni IP ni TCP tienen un control exacto del tráfico, lo que permite eliminar, redirigir o inyectar datagramas «al vuelo».</p>
<p>Problemas más acuciantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escasez de direcciones • Explosión del tamaño de tablas de encaminamiento 	
<p>Sistema de asignación basado en clases muy ineficiente: falta de flexibilidad en la asignación de rangos de direcciones. Consecuencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agotamiento de direcciones clase B (corto plazo) • Agotamiento del espacio total de direcciones IP (medio plazo) 	

IPv4 versus IPv6. ¿Porque cambiar a IPv6?

La versión 4 del protocolo de Internet IP proporciona los mecanismos de comunicación básicos del conjunto TCP/IP y la red global Internet; ha probado ser un diseño flexible y poderoso se ha mantenido casi sin cambio desde su inserción a fines de los años setenta.

La tecnología básica TCP/IP ha funcionado bien por mucho tiempo. ¿Por qué debería cambiarse? En términos generales, los procesos que estimulan la evolución del TCP/IP y de la arquitectura de Internet son los siguientes:

- **Nuevas tecnologías de comunicación y computación**
- **Nuevas aplicaciones**
- **Incrementos en el tamaño y en la carga**
- **Multiprotocolo**
- **Seguridad**
- **Tiempo Real**
- **Tarificación**
- **Comunicaciones Móviles**
- **Facilidad de Gestión**
- **Política de enrutado**

Historia del IPv6

En Internet hubo una crisis en 1990. El espacio para direcciones de bits definido por IPv4 se estaba agotando. Más agobiante era el crecimiento masivo en el tamaño de las tablas de encaminamiento de los encaminadores de Internet. Si estas tablas seguían creciendo, no parecía posible seguir fabricando encaminadores lo suficientemente potentes como para afrontar reto. El desarrollo de la versión 6 de IP comenzó en 1992 como respuesta a esta crisis.

La versión 6 del Protocolo de Internet fue desarrollada para afrontar estos problemas. IPv6 utiliza direcciones de 128 bits, lo cual crea un nuevo espacio para direcciones muy vasto. Además, IPv6 aborda la complejidad de la configuración de los hosts, lo que estaba obstaculizando la velocidad de despliegue de IP. Los diseñadores de IPv6 no mejoraron las partes del protocolo que ya funcionaban bien. Evitaron añadir complejidad a los

protocolos. El resultado es que se ha simplificado la estructura del paquete IPv6, y es razonable esperar que una pila de protocolo IPv6 se comporte igual o mejor que una implementación IPv4 en el mismo host.

Dado el estado de las cosas la versión 6 de IP está esperando ahora a iniciar la transición. En esta vía hay mucha investigación y pruebas, una red IPv6 que se esta construyendo sobre la versión IPv4 existente.

CAPITULO II

EL PROTOCOLO IPv6

Introducción a IPv6

El Protocolo de *Internet* versión 6, mejor conocido como IPv6, es la versión más reciente de este protocolo y el sucesor de IPv4, la versión anterior, la cual no había sufrido cambios importantes desde 1981 cuando se dio a conocer por primera vez. Antes de adoptar este nombre, el protocolo IPv6 fue conocido como IPng (*Internet Protocol next generation*), y hasta la fecha existen personas que lo siguen llamando de esta manera.

Hasta hace algunos años, el IPv4 había resultado ser un protocolo completo y de fácil implementación. El problema es que no se anticiparon algunas situaciones que eventualmente se convertirían en limitantes para la utilización del mismo.

Estas son algunas de estas situaciones:

<i>El crecimiento desmedido del Internet y la reducción del espacio para asignar direcciones IP.</i>
--

<i>El crecimiento del Internet y la capacidad de los enrutadores pertenecientes al backbone de Internet para mantener grandes tablas de enrutamiento.</i>

<i>La necesidad de una configuración simple.</i>
--

<i>La necesidad de una mayor seguridad a nivel IP.</i>
--

<i>La necesidad de un mejor soporte en la transmisión de datos en "tiempo real", mejor conocido como "Calidad de Servicio".</i>

Características de IPv6

IPv6 presenta ciertas características que contrastan con la versión 4 de este protocolo. Estas características se listan a continuación:

- Mayor espacio para direccionamiento.
- Simplificación de la cabecera.
- Cabeceras de extensión.
- Mejor soporte para calidad de servicio.
- Mayor seguridad en el protocolo.
- Direccionamiento jerárquico y enrutamiento eficientes.

Notación IPv6

Las direcciones en IPv6 están representadas en la forma x:x:x:x:x:x:x, en donde cada “x” es un fragmento de 16 bits escrito en notación hexadecimal. Cada uno de estos fragmentos debe estar separado por un “:”.

El siguiente es un ejemplo de una dirección IPv6:

3FFE:8B34:23C4:B34A:023C:0002:F436:1234
16 bits

Tipos de direcciones IPv6

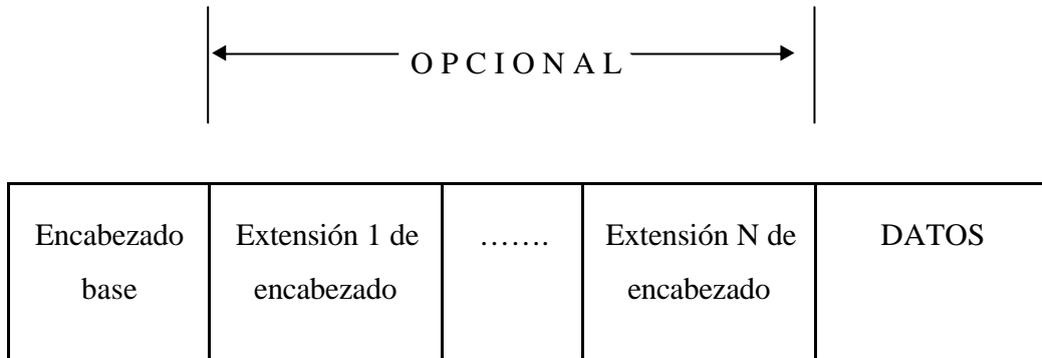
Unicast: Una dirección de tipo *Unicast* está asignada la mayoría de las veces a una sola interfase.

Anycast: Una dirección Anycast identifica múltiples interfases. Un paquete con este tipo de dirección es entregado a una sola interfase, generalmente la “más cercana”.

Multicast: Una dirección *Multicast* identifica a múltiples interfases (pueden encontrarse en distintos nodos), como su nombre lo indica. Un paquete con una dirección *Multicast*, se entregará a todas las interfases identificadas con esa dirección comienzan con 0xFF.

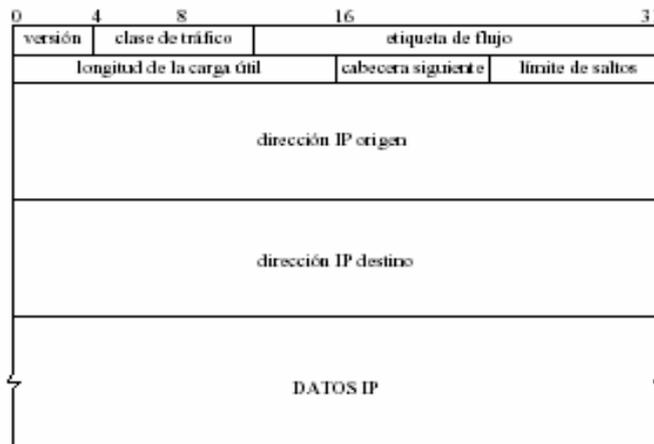
Datagrama IPv6

El IPv6 cambia completamente el formato de datagrama. Como se muestra en la figura un datagrama IPv6 tiene un encabezado base de tamaño fijo, seguido por zeros o más encabezados de extensión, seguidos a su vez por datos.



Formato del encabezado base del IPv6

Es interesante que aun cuando debe adaptarse a direcciones extensas, un encabezado base IPv6 contiene menos información que un encabezado de datagrama IPv4. Las opciones y algunos de los campos fijos que aparecen en un encabezado de datagrama del IPv4 se han cambiado por encabezados de extensión en el IPv6. En general, el cambio en los encabezados en los datagramas refleja los cambios en el protocolo.



Principales protocolos en IPv6

IPv6 básicamente adopta los mismos protocolos que los existentes en las redes IPv4: ICMPv6, RIP, OSPF, BGP, etc. Pero además se está trabajando en nuevos protocolos como son IDRIP (ISO Inter-Domain Routing Protocol) e IS-IS (Intermediate System to Intermediate System).

Seguridad en IPv6

La seguridad es una de las grandes ventajas que presenta IPv6. El nuevo protocolo de comunicación incluye, de forma obligatoria e intrínseca en su núcleo, la especificación de seguridad IPSec.

IPv6 recoge todo lo que hemos aprendido de IPv4, tanto lo bueno como lo malo, y lo mejora. En el caso de la seguridad, el nuevo protocolo utiliza también IPSec como lo hace IPv4. Con IPv6 todo el tráfico de la red va a ser autenticado, vamos a saber quién es el origen, quién el destino, realizando un mejor y más exhaustivo seguimiento de la información y su envío.

CAPITULO III

MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6

IPv6 e IPv4 coexistirán durante muchos años. Una amplia gama de técnicas se han definido que permiten la coexistencia y proporciona una transición fácil. Hay tres categorías principales que a continuación indicamos:

- Técnicas Dual-stack. Permiten a IPv4 y a IPv6 coexistir en los mismos dispositivos y redes.
- Técnicas de Tunneling. Permiten el transporte de tráfico de IPv6 a través de la infraestructura de IPv4 existente.
- Técnicas de traducción. Permiten comunicar solamente nodos IPv6 con nodos IPv4.

CAPITULO IV

IMPLEMENTACIÓN DE UNA ISLA IPV6 Y CONEXIÓN CON EL 6BONE

La palabra "6bone" significa soporte para el backbone IPv6." El 6-Bone es una colaboración informal entre algunas instituciones de investigación localizadas en Norteamérica, Europa, y Japón.

El 6bone mundial esta compuesto por varios 6bone regionales. 6Bone actualmente cuenta con 57 países participantes, entre ellos Chile y México. La topología de esta Red esta compuesta por "islas".

Una isla es un conjunto de equipos y computadores que utilizan el protocolo IPv6 para comunicarse entre si unidas por enlaces punto a punto llamados "túneles ipv6 sobre Ipv4".

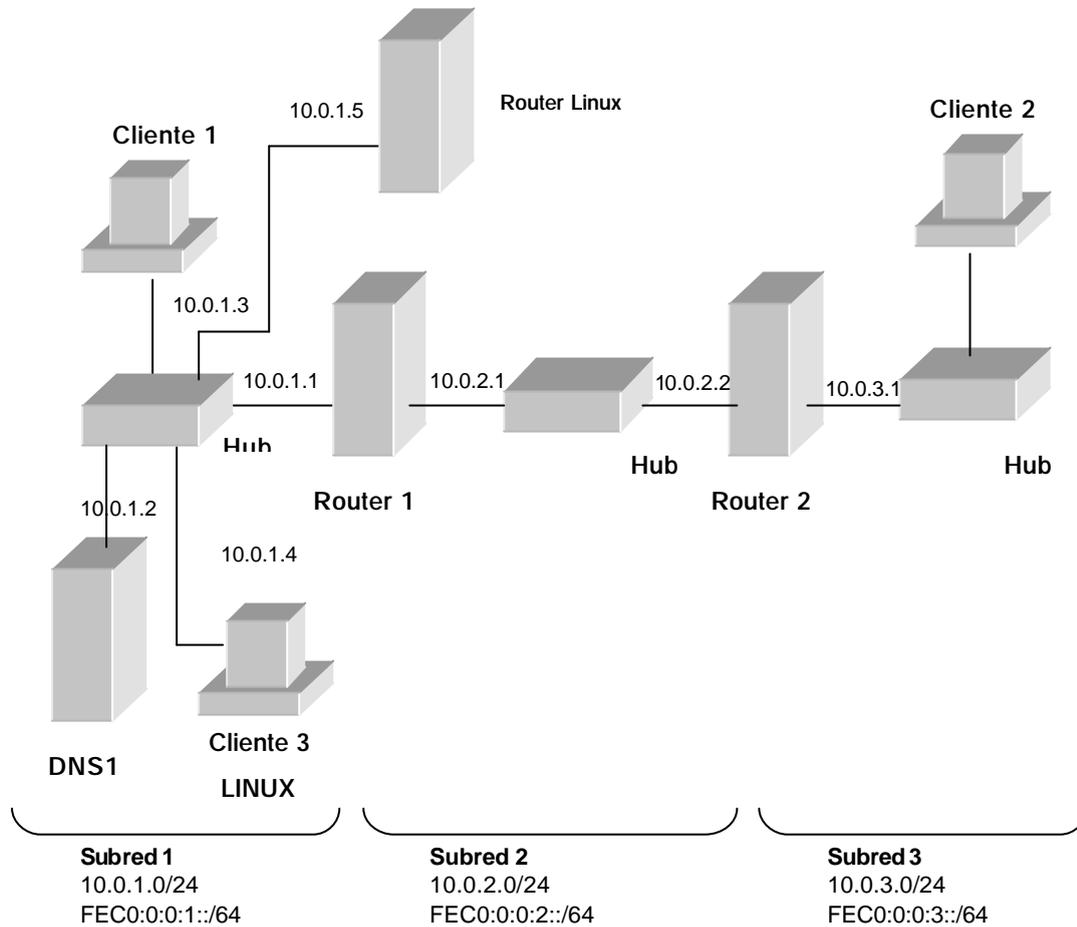
Implementación de una isla IPv6 de prueba

Esta implementación de la isla IPv6 se diseña para soportar a un número pequeño de escenarios de conectividad y probar aplicaciones diseñadas para funcionar con el protocolo IPv6 y su funcionamiento. A continuación describimos cinco configuraciones básicas de red que nos sirvan para el análisis del protocolo IPv6:

- Subred simple con direcciones link-local
- Tráfico IPv6 entre nodos de diferentes Subreds en una red IPv6
- Tráfico IPv6 entre nodos de diferentes Subreds en una red IPv4
- Tráfico IPv6 entre nodos de diferentes sitios a través del Internet (6to4)
- Conexión al 6bone

Configuración de la isla IPv6

Vamos a usar cinco computadoras para crear la isla que nos permita crear una configuración IPv6 funcional y probar el protocolo IPv6. Se puede usar esta configuración para aprender y experimentar con las características y funcionalidad de IPv6.



La infraestructura para la red de la isla IPv6 consiste en seis computadoras que realizan los siguientes servicios:

- Una computadora corriendo Windows 2003 Server que se usa como un servidor DNS. Esta computadora es llamada DNS1
- Una computadora corriendo Windows XP que se usa como un cliente. Esta computadora es llamada CLIENTE1.
- Una computadora corriendo Windows XP que se usa como un router. Esta computadora es llamada ROUTER1.
- Una computadora corriendo Windows XP que se usa como un router. Esta computadora es llamada ROUTER2.
- Una computadora corriendo Linux Red Hat 9 que se usa como un router. Esta computadora es llamada ROUTERLINUX.

- Una computadora corriendo Windows XP que se usa como un cliente. Esta computadora es llamada CLIENTE2.
- Una computadora corriendo Linux Red Hat que se usa como un cliente. Esta computadora es llamada CLIENTE3.

Hay tres segmentos de red:

- Un segmento de red conocido como Subred 1 que usa la red privada 10.0.1.0/24 y la subred site-local FEC0:0:0:1::/64.
- Un segmento de red conocido como Subred 2 que usa la red privada 10.0.2.0/24 y en site-local la subred FEC0:0:0:2::/64.
- Un segmento de red conocido como Subred 3 que usa la red privada 10.0.3.0/24 y en site-local la subred FEC0:0:0:3::/64.

Todas las computadoras en cada subred son conectadas a un hub común o switch. Las computadoras router, ROUTER1, ROUTER2 y ROUTER LINUX , tienen dos tarjetas de red instaladas.

Para la configuración de IPv4, cada computadora es manualmente configurada con la dirección IP apropiada, máscara de subred, puerta de enlace, y la dirección IP del servidor DNS. Para la configuración de IPv6, se usa inicialmente las direcciones link-local.

Prueba de funcionamiento de la isla IPv6

Las tareas siguientes nos sirven para probar las configuraciones IPv6 comunes usando la infraestructura de la isla IPv6:

Prueba de conectividad Link-local	Esta prueba se realiza para ver las entradas creadas en las caches neighbor y route mediante el uso del comando ping a un nodo usando las direcciones link-local.
Creación de una infraestructura de routing estática	Esta prueba nos permite configurar una infraestructura de ruteo estático tal que todos los nodos en la isla sean alcanzables usando tráfico IPv6.
Uso de la resolución de nombres	Mediante esta prueba configuramos el servidor DNS y el archivo Hosts local para resolver nombres de direcciones IPv6.:
Conexión con el 6bone	Con esta prueba realizamos la conexión con el 6bone y la manera más simple de hacerlos es usando el servicio 6to4 que se incluye en el protocolo IPv6.