

Introducción a IPv6

MSc. Edgar Rodrigo Enríquez Rosero

2022 - B

Generalidades

Protocolo de Internet versión : IPv6

Nuevo protocolo de direccionamiento diseñado para incorporar todas las posibles necesidades futuras de Internet.

Pertenece a la capa de red de OSI.

Ofrece una gran cantidad de direcciones lógicas

IPv4 tiene una longitud de 32 bits y ofrece unos 4,294,967,296 (2^{32}) direcciones.



Por qué IPv6?

Crecimiento exponencial de Internet : Servidores, Hosts, Dispositivos de interconexión, Dispositivos móviles

Escasez de direcciones de IPv4.

IPv4 no proporciona característica de seguridad

- Cifrado de datos mediante aplicaciones de seguridad antes de enviarse a Internet.

QoS – ToS en IPv4 no es actual:

- IPv4 tiene algunos bits reservados para el tipo de servicio (ToS) o la calidad del servicio o QoS, sin mucha funcionalidad.

Configuración de clientes con IPv4 en forma estática o dinámica. No tiene un mecanismo para configurar un dispositivo que contenga direcciones IP únicas en el mundo.

Historia

Desarrollo de IPv4 en la década de los 80.

El direccionamiento IPv4 disminuye rápidamente por la demanda de direcciones

Aumento exponencial de Internet.

IETF (1994): Inicia el desarrollo de un protocolo de direccionamiento para reemplazar IPv4

RFC 2460 (1998): Surge Especificación Protocolo Internet, Versión 6 (IPv6)

Relación de RFCs: <http://www.consulintel.es/html/ForoIPv6/RFCs.htm>

(2012): Algunas empresas de Internet configuran sus servidores en IPv6.

Características

Mayor espacio de direcciones

IPv6 utiliza 4 veces más bits para resolver un dispositivo de Internet → Proporciona aproximadamente 3.4×10^{38} combinaciones diferentes de direcciones.

Cabecera simplificada

El encabezado IPv6 se ha simplificado al mover toda la información innecesaria y opciones (presentes en encabezado de IPv4) en el extremo de la cabecera Ipv6.

Conectividad de extremo a extremo

Cada sistema tiene dirección IP única y puede atravesar Internet sin necesidad de utilizar NAT.

Cuando IPv6 está completamente implementado, cada host puede llegar directamente otros hosts de Internet, conservando las limitaciones existentes

Características

Configuración automática

IPv6 soporta tanto con estado y sin estado modo de configuración automática de sus dispositivos de host. (Desaparición paulatina de DHCP).

Reenvío más rápido/Routing

Al simplificar la cabecera, la información contenida en la primera parte de la unidad de corte es adecuado para un router para tomar decisiones de enrutamiento, por lo tanto, decisiones de enrutamiento decisión tan pronto como obligatoria en el cabezal.

Características

IPSec

En inicio se consideró seguridad IPSec para IPv6, brindando mayor seguridad que IPv4, ahora es opcional.

Soporte de Anycast

IPv6 introduce cualquier difusión en modo de enrutamiento de paquetes:

- Múltiples interfaces en el mismo Internet asignan direcciones IP Anycast.
- Los Routers enrutan y envían el paquete al destino más cercano.

Movilidad

IPv6 ha sido diseñado pensando en la movilidad.

Permite a los hosts recorrer diferentes zonas geográficas y permanecer conectado con la misma dirección IP.

Características

Mayor apoyo prioritario

IPv4 utiliza 6 bits DSCP (Servicio diferencial Punto de código) y 2 bits ECN (Explicit Congestion Notification) para proporcionar QoS

* Sólo puede utilizarse si todos los dispositivos de extremo a extremo lo soportan.

En el IPv6, clase de tráfico y etiqueta de flujo se utilizan para indicar los routers cómo procesar eficientemente el paquete.

Transición sin problemas

El esquema de direcciones IPv6 permite asignar dispositivos con direcciones IP únicas en el mundo.

Permite almacenar direcciones IP sin necesidad de NAT. (Eficiencia en contenidos multimedia)

Características

Extensibilidad

Encabezado IPv6 extensible para añadir más información:

- IPv4 proporciona 40 bytes para opciones
- IPv6 puede ser como el tamaño de paquetes IPv6.

Emisión 0

IPv6 no tiene ninguna emisión. Utiliza multidifusión para comunicarse con varios hosts.

Formas de difusión

Formas en que los hosts se comunican con otros:

- Unicast
- Multicast
- Anycast

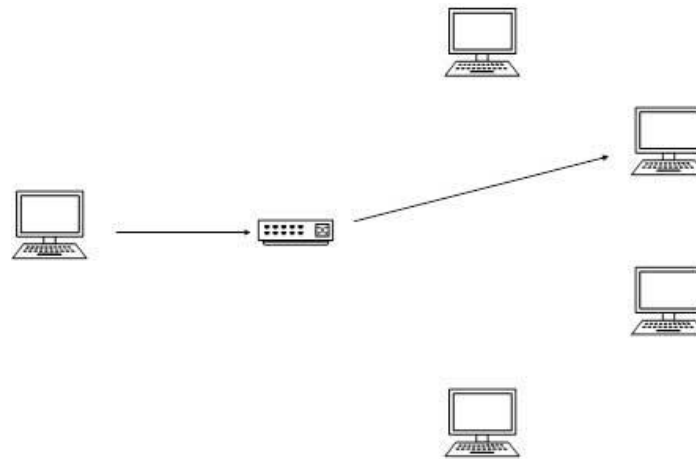
Formas de difusión - Unicast

Modo de direccionamiento donde una interfaz IPv6 (host) se identifica de forma exclusiva en un segmento de red.

Los paquetes IPv6 contienen las direcciones IP de origen y destino.

Una interfaz de host posee una dirección IP única en ese segmento de red.

Cuando un switch o un router recibe un paquete IP unicast, destinados a un solo host, lo envía a la interfaz de salida que se conecta a esa máquina en particular.



Formas de difusión - Multicast

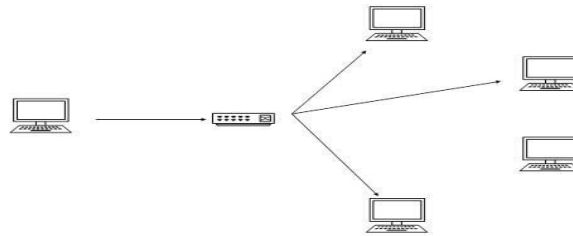
Igual que en IPv4.

El paquete con destino a varios hosts se envía en una dirección especial de multidifusión (multicast).

Todos los hosts interesados en la información necesaria para la multidifusión, se unen a ese grupo.

Todas las interfaces a las que se unió el grupo reciben el paquete de multidifusión.

Los hosts que no están interesados en los paquetes de multidifusión, ignoran la información.

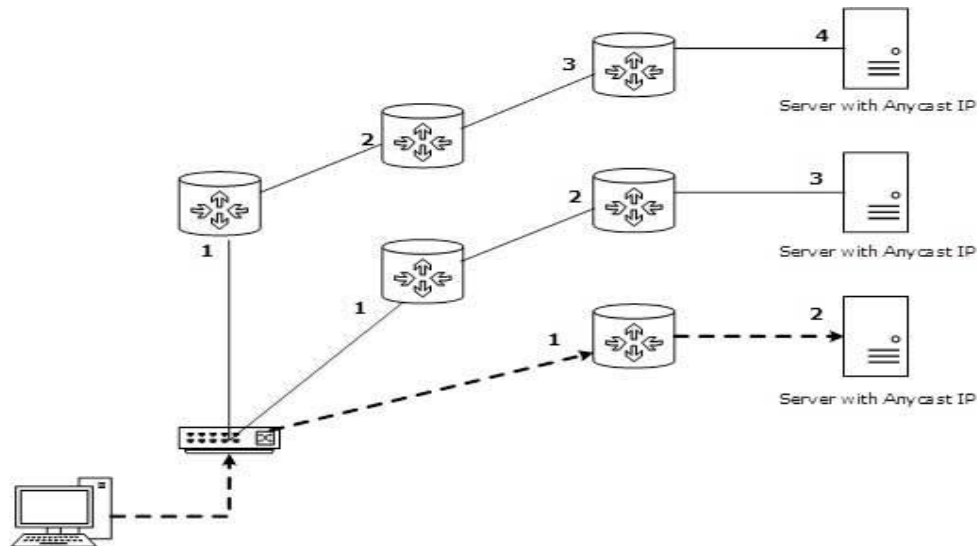


Formas de difusión - Anycast

Direccionamiento de cualquier difusión.

Múltiples interfaces (hosts) se asignan direcciones IP Anycast.

Cuando un host desea comunicarse con un host está equipado con una dirección IP Anycast, envía un mensaje unicast.



Representación

Se representa mediante ocho grupos de cuatro dígitos hexadecimales

Cada grupo representando 16 bits (dos octetos).

Los grupos se separan mediante dos puntos (:)

Ejemplo: **2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334**

Puede utilizarse mayúsculas o minúsculas, pero se aconseja la utilización de minúsculas.

La representación completa puede simplificarse de varias maneras:

- Ceros iniciales
- Grupos de ceros
- Notación decimal con puntos

Representación

2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

Ceros iniciales:

Pueden omitirse, aunque cada grupo debe contener al menos un dígito hexadecimal.

La dirección IPv6 quedaría como:

2001:db8:85a3:0:0:8a2e:370:7334

Representación

2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

Grupos de ceros

Uno o más grupos de ceros pueden ser sustituidos por dos puntos.

Esta sustitución se realiza **una sola vez** en la dirección.

Si pueden hacerse varias sustituciones, se hace la de mayor número de grupos

Si el número de grupos es igual → La que esté más a la izquierda.

Por lo tanto la dirección sería:

2001:db8:85a3::8a2e:370:7334

La dirección de loopback, 0:0:0:0:0:0:0:1, y la dirección IPv6 indefinida, 0:0:0:0:0:0:0:0, se reducen a ::1 y :: respectivamente.

Representación

Notación decimal con puntos

En la transición de Internet de IPv4 a IPv6 se debe operar en entornos de doble direccionamiento: IPv4 - IPv6.

Es posible introducir una notación especial para expresar direcciones IPv6 denominadas: **IPv4-mapeada** o **IPv4-compatible**

Se representan los últimos 32 bits de la dirección IPv6 en el formato decimal con puntos usado en IPv4.

Ejemplo

La dirección IPv6 **::ffff:c000:0280** puede representarse: **::ffff:192.0.2.128**

La dirección IPv4 mapeada dentro de la IPv6.

C000 0280	
HEX	C000 0280
DEC	3.221.226.112
OCT	30 000 001 200
BIN	1100 0000 0000 0000 0000 0010 1000 0000

Direcciones en Redes

Una red IPv6 utiliza un grupo de direcciones IPv6 seguidas, de un tamaño n^2 .

Igual que en IPv4 la primera parte es idéntica para todos los hosts de una red, y se llama dirección de red o prefijo de enrutamiento (routing prefix).

Las direcciones de red se escriben en notación CIDR una red se representa por la primera dirección del grupo (que termina en ceros), un /, y el número de bits del **prefijo** en decimal.

La red 2001:db8:1234::/48

comienza en : 2001:0db8:1234:0000:0000:0000:0000:0000

y finaliza en 2001:0db8:1234:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff.

Prefijos en IPv6

Representan un rango o bloque de direcciones IPv6 consecutivas.

Equivalen a las direcciones de red o subred en IPv4.

Se escriben utilizando: **Dirección-IPv6 / longitud-prefijo** Donde:

- Dirección-IPv6 → Dirección IPv6 en cualquier notación
- Longitud-prefijo → Valor decimal que indica el número mínimo de bits que identifican la red y no cambian dentro del rango de direcciones.

Ejemplo: Dada la dirección de IPv6 asignada a un host de una red:

2000:1234:5678:9ABC:1234:5678:9ABC:1111/64.

Encontrar la dirección de red

El **/64** Indica que el host pertenece a una subred al que pertenecen todas las direcciones que comienzan por los mismos 64 bits, por lo tanto:

- 16 números por 4 bits = 64 bits para el prefijo

2000:1234:5678:9ABC:0000:0000:0000:0000/64 → Dirección de Red

Simplificando: **2000:1234:5678:9ABC::/64**

Prefijos en IPv6

Representan un rango o bloque de direcciones IPv6 consecutivas.

Equivalen a las direcciones de red o subred en IPv4.

Se escriben utilizando: **Dirección-IPv6 / longitud-prefijo** Donde:

- Dirección-IPv6 → Dirección IPv6 en cualquier notación
- Longitud-prefijo → Valor decimal que indica el número mínimo de bits que identifican la red y no cambian dentro del rango de direcciones.

Ejemplo: Dada la dirección de IPv6 asignada a un host de una red:

2000:1234:5678:9ABC:1234:5678:9ABC:1111/64.

Encontrar la dirección de red

El **/64** Indica que el host pertenece a una subred al que pertenecen todas las direcciones que comienzan por los mismos 64 bits, por lo tanto:

- 16 números por 4 bits = 64 bits para el prefijo

2000:1234:5678:9ABC:0000:0000:0000:0000/64 → Dirección de Red

Simplificando: **2000:1234:5678:9ABC::/64**

Cálculo del prefijo: Encontrar el prefijo y la red de la dirección: **983:fb61:1111:5555:ad:f166:11:7433/64**

- Dada la longitud, identificar el No total de bits en la IP (Deben ser múltiplos de 4)
 - **983:fb61:1111:5555:ad:f166:11:7433/64**
- Completar en caso de ser necesario con los 0s faltantes:
 - **0983:fb61:1111:5555:00ad:f166:0011:7433/64**
- Dividir la longitud entre 4
 - $X=64/4 = 16$ bits
- Determinar el prefijo
 - **0983:fb61:1111:5555**
- Asignar el valor 0 sobre los bits restantes
 - **0983:fb61:1111:5555:0000:0000:0000:0000** ← Red
- Simplificando: **0983:fb61:1111:5555::**

Direcciones en Redes

Prefijo:

Igual que en IPv4 la primera parte es idéntica para todos los hosts de una red, representa la dirección de red o prefijo de enrutamiento (routing prefix).

Longitud:

Identifica el No de bits destinados a la parte de red y parte de hosts de una dirección

Se representa con /X donde X: No total de bits que lo componen

Ejemplo: La red 2001:db8:1234::/48 → 12 números * 4 bits=48 (Prefijo)

comienza en : **2001:0db8:1234**:0000:0000:0000:0000:0000

y finaliza en : **2001:0db8:1234**:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff.

Ejercicio

Calcular el prefijo IPv6 de la dirección: 2031:0:130f::9c0:876a:130b/56

- 2031:0000:130f:0000:0000:09c0:876a:130b/56
- $56/4 = 14$ bits
- 2031:0000:130f:00 ← Prefijo
- Simplificado : 2031:0:130f::

Ejercicios

Calcular los prefijos de las siguientes direcciones:

89bb:2011:0aaa:f621:0000:abcd:3199:86bb/64

- 89bb:2011:aaa:f621::

34ac:3666:baba:fece:0690:9999:aa9a:dede/16

- 34ac::

B163:2011:0aaa:6aa6:bbbb:cccc:dddd:eeee/4

- B::

89bb:0000:0000:f621:0000:abcd:3199:86bb/48

- 89bb:0:0

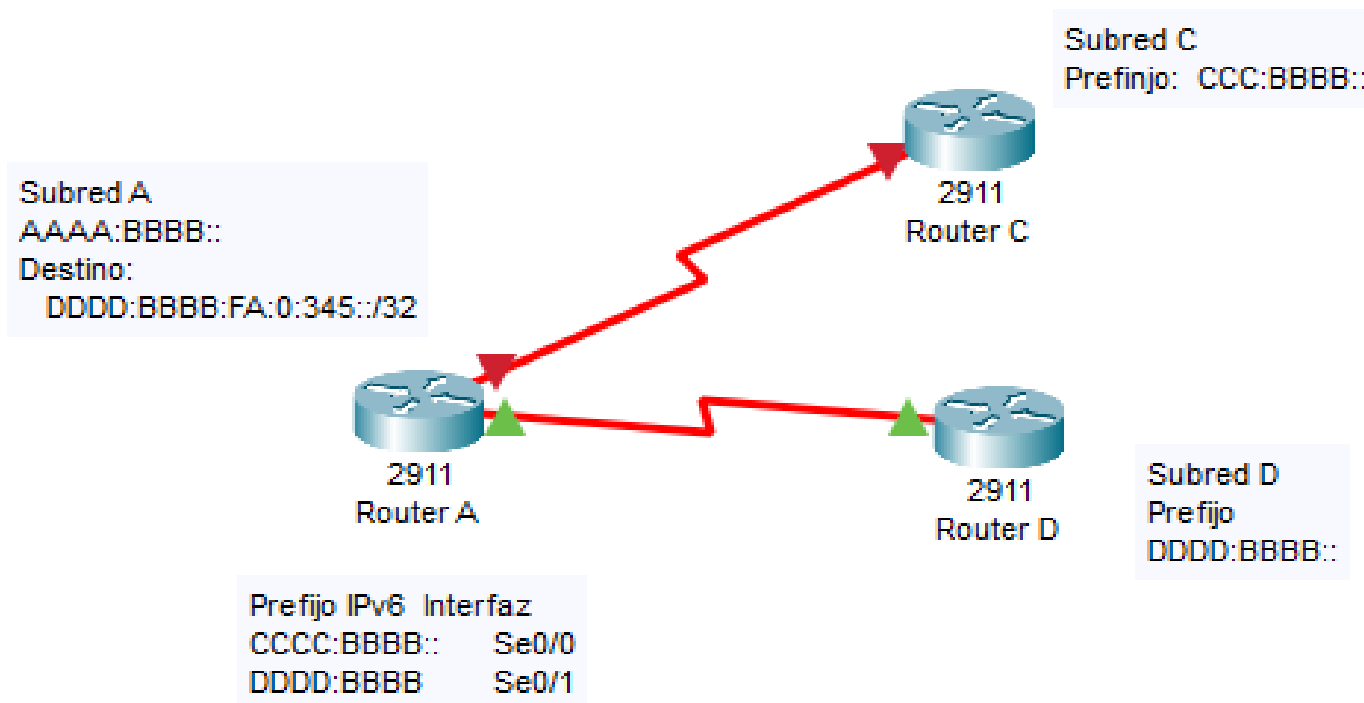
89bb:0000:0000:0621:0000:abcd:3199:86bb/88

- 89bb:0:0:0621:0:ab::

Enrutamiento

- Similiar a IPv4
- No almacena identificadores de subred sino prefijos en la tabla de enrutamiento
- Procedimiento
 - El paquete se recibe por el router
 - El router examina la dirección de destino en capa 3 y según la longitud calcula el prefijo
 - Busca el resultado en la tabla de rutas
 - Si existe, reenvía el paquete a través de la interfaz asociada, de lo contrario lo descarta

Enrutamiento



Enrutamiento

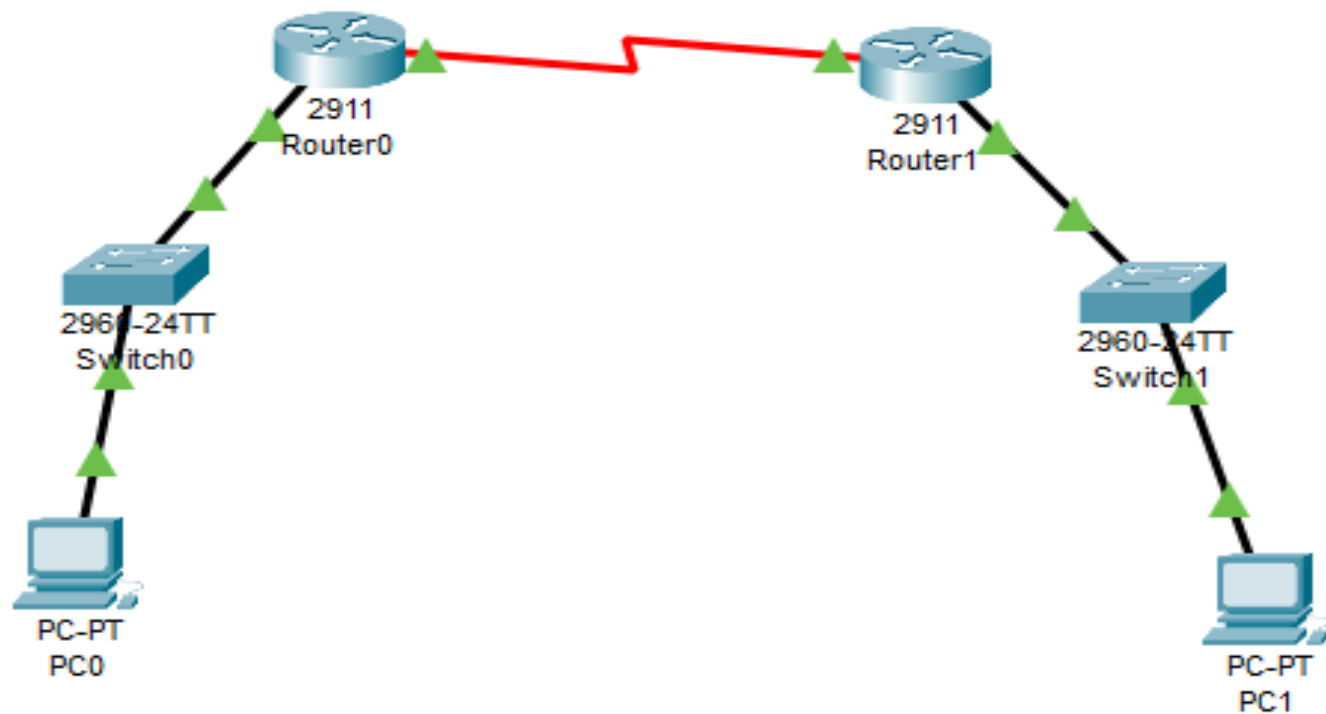
Un equipo de la red A envía un paquete al router A, con dirección de destino DDDD:BBBB:FA:0:345::/32.

El Router A lo recibe y calcula el prefijo: → DDDD:BBBB::

El Router A busca en su tabla de rutas y asocia a la interfaz 1

Se envía el paquete por la interfaz

Ejemplo



Ejercicio en Packet Tracer

Dada la dirección de red: 2001:db8:1234::/48

Calcular las direcciones IPv6 para 200 Hosts y realizar el enrutamiento con otra red, cuya red está dada por la dirección: 2001:db8:12AB::/48.

Utilizar la dirección: 23AA:0000:1111::/48 para el enlace entre los routers

Comandos IPv6

Paso 1: Habilitar el router para reenviar paquetes IPv6

- Introduzca el comando de configuración global ipv6 unicast-routing. Este comando se debe configurar para habilitar el router para que reenvíe paquetes IPv6. Este comando se analizará en otro semestre.

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
```

Paso 2: Configurar el direccionamiento IPv6 en GigabitEthernet0/0

- Haga clic en **R1** y, a continuación, haga clic en la ficha **CLI**. Presione **Entrar**.
- Ingresa al modo EXEC privilegiado.
- Introduzca los comandos necesarios para la transición al modo de configuración de interfaz para GigabitEthernet0/0.

- Configure la dirección IPv6 con el siguiente comando:

```
R1(config-if)# ipv6 address 2001:DB8:1:1::1/64
```

- Configure la dirección IPv6 link-local con el siguiente comando:

```
R1(config-if)# ipv6 address FE80::1 link-local
```

- Active la interfaz.

Paso 3: Configurar el direccionamiento IPv6 en GigabitEthernet0/1

- Introduzca los comandos necesarios para la transición al modo de configuración de interfaz para GigabitEthernet0/1.
- Consulte la **tabla de direccionamiento** para obtener la dirección IPv6 correcta.
- Configure la dirección IPv6, la dirección link-local y active la interfaz.

Paso 4: Configurar el direccionamiento IPv6 en Serial0/0/0

- Introduzca los comandos necesarios para la transición al modo de configuración de interfaz para Serial0/0/0.