

NAT y su relación con IPv6

Enzo Alegría Arias
Adrián Carreño Demartini
Pedro Espinoza Catrilef
Eduardo Piñones Zuleta

Introducción

La gran red de redes, o Internet, funciona en base a un sistema de direcciones únicas asignadas a un dispositivo dentro de una red, permitiendo así identificar a cada máquina conectada a la Internet. Con el aumento de máquinas conectadas a redes internas, las IPs fueron asignadas a los routers de las redes domésticas, y cada computador dentro de esa red tenía una dirección interna. Ahí es donde entra el NAT, traduciendo estas direcciones de la red interna a una IP pública.

Debido al aumento de redes (o NATs) que intentan conectarse a Internet, la cantidad de IPs asignables comenzó a acercarse a su máximo, por lo que fue necesario cambiar el protocolo; aumentando el número máximo de IPs existentes y de paso modificando ciertos parámetros que disminuían la eficiencia del protocolo. IPv6 es el responsable de este cambio.

Resumen

Un NAT es un dispositivo que permite el acceso a la Internet a redes privadas, dando a un grupo de máquinas una única IP pública. La implementación de éste ocurrió debido a que las direcciones de IP no son ilimitadas. Específicamente IPv4, la primera versión de uso masivo, fue implementada para un número menor a 2^{32} direcciones IP, las cuales ya están llegando a su límite. Es por esto que se decidió avanzar a una nueva versión, IPv6, la cual permitirá 2^{128} direcciones, un número que difícilmente será alcanzado. La desventaja de implementar un nuevo protocolo es que Internet funcionaba completamente en IPv4, y se deben tomar medidas para cambiar la Internet progresivamente al nuevo protocolo, de manera que el usuario no se vea afectado negativamente por la transición.

NAT

¿Qué es un NAT?

Network Address Translation, en otras palabras, traductor de direcciones de red. Para entender la misión del NAT tenemos que plantearnos lo siguiente: las direcciones IP se usan para identificar a un dispositivo en la Internet o red externa, siendo esta dirección su “nombre”. Sin una dirección IP es imposible establecer una conexión a Internet, ya que sería como vivir en un edificio sin número dentro de una ciudad (no habría forma de localizar el edificio).

Existen rangos de direcciones privadas que pueden usarse libremente y en la cantidad que se quiera dentro de una red privada. Si el número de direcciones privadas es muy grande puede usarse solo una parte de direcciones públicas para salir a Internet desde la red privada. De esta manera simultáneamente sólo pueden salir a Internet con una dirección IP tantos equipos como direcciones públicas se hayan contratado. Esto es necesario debido al progresivo agotamiento de las direcciones IPv4.

¿Porque el surgimiento de éste?

Desde los años 80, uno de los principales factores de desperdicio de direcciones fue que inicialmente no se consideró el enorme crecimiento que iba a tener Internet; se asignaron bloques de direcciones grandes a países, e incluso a empresas.

Otro motivo de desperdicio es que en la mayoría de las redes, exceptuando las más pequeñas, resulta conveniente dividir la red en subredes. Dentro de cada subred, la primera y la última dirección no son utilizables; de todos modos no siempre se utilizan todas las direcciones restantes. Por ejemplo, si en una subred se quieren acomodar 80 hosts, se necesita una subred de 128 direcciones (se tiene que redondear a la siguiente potencia de base 2); en este ejemplo, las 48 direcciones restantes ya no se utilizan.

El inminente agotamiento de las direcciones IP pertenecientes a IPv4 (≈ 4.3 mil millones aunque en la práctica son alrededor de 3.3 mil millones debido a la separación entre clases de las direcciones, y además algunas direcciones son usadas para multicasting y pruebas) fue una constante preocupación en los años posteriores a la implementación de IPv4, por lo que ingenieros y desarrolladores de software comenzaron a buscar soluciones. Una de estas soluciones fue el NAT, ya que permitía “multiplicar” el número de direcciones, asignando las direcciones de cada máquina a una sola dirección IP del enrutador de la red privada sólo con diferente puerto.

¿Cómo funciona?

El router habilitado para NAT está ocultando los detalles de la red privada al mundo exterior. Ahora bien, ¿cómo logra enviar datos desde un computador dentro de la red privada al exterior o viceversa?. El truco se encuentra en el empleo de una tabla de traducción ubicada en el router NAT que contiene entradas con números de puerto, asignadas a cada máquina dentro de la red privada conectada a él, así como direcciones IP.

“El NAT es como el recepcionista de una oficina grande. Digamos que usted ha dejado instrucciones con el recepcionista de no pasarle llamadas a menos que usted se lo pida. Más tarde, usted llama a un cliente potencial y deja un mensaje para que ese cliente lo llame de vuelta. Usted le dice al Recepcionista que está esperando una llamada de este cliente y que le pase la llamada.

El cliente llama al número principal en su oficina, el cuál es el único número que conoce el cliente. Cuando el cliente le dice al recepcionista que está buscándolo a usted, el recepcionista chequea una tabla que une su nombre con su anexo. El recepcionista sabe que usted solicitó esta llamada, por lo que transfiere la llamada del cliente a su anexo”. - HowStuffWorks.com (inglés).

Dado que el NAT tiene la única IP visible desde el exterior, y hace los requerimientos de paquetes a nombre de todos los hosts detrás de él, es comúnmente confundido con un proxy; pero la diferencia es que el proxy actúa como representante de UNA sola máquina, mientras que el NAT lo hace para toda una red privada.

¿Qué es IPv4?

Es una versión del Protocolo de Internet (IP) creada en 1981 y usada actualmente aunque en vía de ser reemplazado por IPv6. Es el primer protocolo orientado a funcionar de manera global, ya que IPv1, IPv2 e IPv3 fueron protocolos que formaron parte de TCP/IP. Consta de un largo de 32 bits con lo que se tiene un número inferior a 2^{32} direcciones IP utilizables (debido al desperdicio de direcciones).

¿Qué es ipv6?

El protocolo de Internet versión 6 es una tecnología diseñada para reemplazar al actual protocolo en funcionamiento (IPv4). IPv6 proporciona una cantidad desmesurada de direcciones IPs, hecho que soluciona el problema de restricción de crecimiento generado por el agotamiento de IPs asignables en IPv4. Este protocolo funciona en base a 128 bits, lo que posibilita una cantidad de 2^{128} direcciones.

En esta versión del protocolo, se ha eliminado la posibilidad de fragmentación de paquetes, y el campo de checksum para reducir el uso de recursos de CPU del router. También se han agregado campos como prioridad, “flow label” y “next header”. Es posible agregar más opciones al encabezado, pero en una sección fuera del encabezado, indicando previamente en la sección “next header” la existencia de ésta.

	Internet Protocol version 4 (IPv4)	Internet Protocol version 6 (IPv6)
Desarrollado	1981	1999
Tamaño	32-bit	128-bit
Formato de dirección	Notación decimal punteada: 192.149.252.76	Notación hexadecimal: 3FFE:F200:0234:AB00: 0123:4567:8901:ABCD
Notación de prefijo	192.149.0.0/24	3FFE:F200:0234::/48
Número de direcciones	$2^{32} = 4,294,967,296$	$2^{128} =$ 340,282,366,920,938,463,463,3 74,607,431,768,211,456

IPv6 en Chile

En el caso de nuestro país, la iniciativa es desarrollada por “UNTEC” (fundación para la transferencia tecnológica) a través del Laboratorio de Investigación y Transferencia NIC Chile Research Labs y es financiada en gran parte por InnovaChile de Corfo.

IPv6 v/s NAT

Con IPv6, se generarán 2^{128} direcciones IPs, por lo que el agotamiento de éstas ya no será un problema. Si tenemos una cantidad “ilimitada” de direcciones IPs, no es necesario que las máquinas dentro de una misma red privada compartan IP, por lo que el NAT se vuelve innecesario e incluso un estorbo. Si no está operando el NAT en un router, queda disponible una mayor capacidad de procesamiento en el router, lo que aumentaría la tasa de paquetes/segundo. Además, con la implementación de IPv6, Internet volverá a poseer su argumento de extremo a extremo, que actualmente funciona de extremo a NAT debido a que NAT es nuestra dirección visible desde el exterior.

¿Es IPv6 la solución final?

La respuesta en teoría es sí, puesto que al ser $6.671 \cdot 10^{17}$ o dicho de otra manera 667.126.144.781.400.397 (667 mil billones) direcciones por cada milímetro cuadrado de la superficie de La Tierra. En el año 2011 se realizó una encuesta para saber el número de habitantes del mundo. Esta encuesta muestra un valor de 7000 millones de habitantes que claramente está muy por debajo de la cantidad de direcciones y aunque tuviésemos 5 ordenadores o dispositivos con acceso a Internet por persona, no se lograría llegar al valor.

¿Como se implementa IPv6, de la noche a la mañana?

Dada la gran cantidad de routers existentes en el mundo y su diversidad de compañías distribuidoras, es casi imposible sincronizarlos todos para lograr el paso de IPv4 a IPv6. Es por esto que se utiliza tunneling, que consiste en encapsular un protocolo de red sobre otro (protocolo de red encapsulador), creando un túnel dentro de una red. En nuestro caso se lleva a IPv6 como carga en datagramas IPv4 entre routers IPv4.

Conclusiones

A pesar de que en principio la cantidad de IPs asignables puede parecer un número demasiado grande, no es posible predecir a ciencia cierta el crecimiento que se experimentará en el número de hosts que desean conectarse a Internet, ni siquiera proyectando la curva de crecimiento actual. Aún cuando se piense que con la implementación de IPv6 jamás se terminarán las IPs asignables, no es posible estar 100% seguro de ello, debido a que es un número finito y por tanto matemáticamente existe la posibilidad de alcanzarlo. Por otro lado pudimos ver la forma en que una “solución” como lo fue la implementación del NAT terminó por convertirse en un estorbo años más tarde, debido a distintos factores que provocaron que finalmente fuera superado por el rápido avance de la tecnología y el crecimiento de la Internet.

Referencias

Páginas de Internet:

- <http://computer.howstuffworks.com/nat.htm/printable>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/IPv4>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/NAT>
- <http://www.6deploy.eu>
- <http://www.lacnic.net/sp/registro/espacio-disponible-ipv4.html>
- <http://www.ipv6.cl/>
- <http://www.lacnic.net/sp/registro/estadisticas.html>
- https://www.arin.net/knowledge/ipv6_info_center.html
- <http://portalipv6.lacnic.net/es/ipv6/introducci-n>
- <http://portalipv6.lacnic.net/es/ipv6/estad-sticas/globales>

Textos:

- Computer Networking: A Top Down Approach Featuring the Internet 3rd edition.
Jim Kurose, Keith Ross Addison-Wesley, 2004.