

El protocolo IPv6 en Windows

La siguiente versión del protocolo IP ya está aquí.

Introducción

A principios de la década de los 80 se desarrolló un nuevo protocolo de comunicaciones, al que denominaron *Internet Protocol* (IP). Este protocolo tenía como novedades la posibilidad de comunicar un gran número de redes y la seguridad que ofrecía al poder definir diferentes varias rutas para llegar a una misma red.

Inicialmente el ámbito de aplicación de este protocolo, fue en entornos universitarios y militares. Con el paso del tiempo este protocolo se ha convertido en el protocolo más utilizado, hasta llegar a lo que hoy conocemos: un protocolo utilizado en prácticamente todas las empresas y el protocolo de unión entre usuarios de todo el mundo en una única red: Internet.

En el momento de su definición, nadie podía prever la expansión que llegaría a tener el protocolo. En aquel momento pareció suficiente con un espacio de direcciones que permitía direccionar algo menos de 15 millones de redes de 256 nodos.

Hasta mediados de los años 90, cada vez que una empresa u organización necesitaba conectarse a Internet esta solicitaba la asignación de una red de clase C (una red de 256 nodos). Enseguida se vio que al ritmo de expansión que Internet presentaba, las direcciones IP se iban a acabar en poco tiempo.

Para solucionar este problema se tomaron dos medidas. Una primera a corto plazo, que consistía en restringir la asignación de direcciones a empresas finales: se asignaban direcciones a los proveedores, los cuales alquilaban unas pocas direcciones a sus cliente, además se empezó a usar NAT como método de conexión, con lo que se necesitaban menos direcciones. Como solución a largo plazo, se empezó a definir una nueva versión de IP, lo hoy conocemos IP Versión 6 (IPv6) o *IP Next Generation* (IPng).

IP versión 6 (IPv6) es una versión de IP (*Internet Protocol*), diseñada para ser la sucesora del protocolo IP que conocemos actualmente (IP versión 4 o IPv4).

El protocolo IP ha sido rediseñado totalmente, aunque basándose en el actual IP. Las ventajas que presenta, frente a su predecesor, son las siguientes:

- Direcciones ampliadas: las direcciones en IPv4 son de 32bits (4 números de 8bits), en IPv6 se han ampliado a 128 bits.
- Desaparecen los *broadcast*, usándose en su lugar paquetes *multicast* y *anycast*.
- Configuración más simple.
- Capacidad de encriptación y autenticación.
- Posibilidad de marcar los tráfico (por ejemplo prioridades)

Si se desea profundizar en detalles del protocolo, se puede acudir al documento [rfc2460].

Las direcciones en IPv6 se han ampliado de los 32 bits, hasta los 128 bits, lo cual permite direccionar un altísimo número de nodos.

También ha cambiado la forma de representar las direcciones, ahora existen tres maneras diferentes:

- La forma más parecida a como se almacenan físicamente las direcciones, es mediante 8 números de 16 bits representados en hexadecimal y separado cada grupo por el símbolo ":", dentro de cada grupo se pueden quitar los "0" precedentes del mismo, pero siempre debe aparecer un número en cada grupo. Un ejemplo de una dirección de este tipo sería: FF80:0:0:0:238:2738:42FA:0
- Dado que en la mayoría de los casos en las direcciones aparecen numerosos grupos de ceros seguidos, podemos quitar una secuencia de ceros poniendo en su lugar "::". Los dos puntos seguidos únicamente pueden aparecer una ocasión en una dirección (ya sea al principio, al final o en medio). Se podría poner "::" para representar una dirección compuesta por todo ceros (la dirección no especificada). Un ejemplo de este tipo de representación sería: FF80::238:2738:42FA:0, para representar la dirección FF80:0:0:0:238:2738:42FA:0
- Para hacer más sencilla la representación de direcciones IPv4, se pueden cambiar los dos últimos números hexadecimales por su representación como dirección de IPv4. Como por ejemplo: ::FFFF:120.138.137.40

La representación de las mascarar de red también ha cambiado, en IPv4 existían dos formas de representar las máscaras de red, una es mediante cuatro números (por ejemplo, 255.255.255.0) y otra, menos conocida, mediante un número añadido a la dirección de la forma "/n", donde n representa el número de 1 que la representación de la máscara en binario tenía seguidos (en el ejemplo anterior sería /24, dado que poniendo la dirección en binario sería 11111111111111111111111100000000, es decir 24 unos y 8 ceros). Dado que en IPv6 las mascarar de red son muy largas, se ha optado por utilizar sólo la segunda representación. Así una dirección de red con su mascarar podría quedar: FE80::/64.

De esta forma podría decirse que la dirección de red está formada por el número de bits indicado como /n, y que la dirección del nodo está formada por 128-n bits.

Un paquete IPv4 puede tener como destinatario tres tipos de direcciones: direcciones *unicast* (destinado a un único nodo), *multicast* (destinado a varios nodos) y *broadcast* (destinado a todos los nodos). Los tipos de direcciones que mayoritariamente se usan son las direcciones *unicast* y las direcciones *broadcast*. En cualquier instalación de red un poco grande el tráfico destinado a direcciones *broadcast* supone un serio programa, dando lugar a que en un redes grandes fuese necesario crear varios dominios de *broadcast* (segmentando la red a nivel 3, a nivel de IP).

En IPv6 los tipos de direcciones que existen son: *unicast*, *multicast* y *anycast* (destinada a uno de varios nodos). El concepto de *broadcast* ha desaparecido, aunque puede considerarse como un subconjunto del tráfico *multicast*. Pero lo que es más importante, dentro del nuevo protocolo se trata de usar lo menos posible este tipo de tráfico. Esta medida ha llevado a tener que redefinir varios protocolos relacionados con IPv4 que usaban *broadcast*, para que en la versión de IPv6 no lo empleasen.

La configuración de IPv6 se ha simplificado. Existen dos formas recomendadas de configurar las direcciones IPv6: *stateful* y *stateless*. En La forma con estado (*stateful*), la configuración se realiza por medio de un servidor que nos asigne la dirección (por medio de DHCPv6, que todavía se está definiendo). En la forma sin estado (*stateless*), el router de la red nos informa de la dirección de la red, y el nodo se configura con una dirección formada por la dirección de red e información contenida en el nodo (por ejemplo, la dirección MAC de la tarjeta). Más información en [rfc2462].

En IPv4 existe un concepto que era el tipo de red (tipo A, B y C), en IPv6 ha dejado de existir dicho concepto.

En IPv6 existen varios tipos de direcciones, la forma de diferenciarlas es por el valor de los primeros bytes, en la figura 1 aparece un breve resumen de las definidas y utilizadas hoy en día. Para la especificación completa, ver el documento [rfc2373]

Primer número

dirección	Tipo de dirección
00xx	Direcciones IPv4, dirección sin asignar (::) y dirección del pseudo-interface localhost (:::1)
2xxx	Direcciones globales unicast (direcciones públicas)
3xxx	Direcciones globales unicast (direcciones públicas)
FE80	Direcciones privadas de un link (realmente son las direcciones FE80 a la FEBF, aunque se suele usar la dirección FE80)
FEC0	Direcciones privadas de un site (realmente son las direcciones FEC0 a la FEFF, aunque se suele usar la dirección FEC0:0:0:0:IDSITE:a:b:c:d)
FFxx	Direcciones de multicast
Resto	No asignadas o reservadas

Implantación de IPv6 sobre diferentes plataformas

El IPv6 es un protocolo que comienza a estar disponible en casi todas las plataformas y sistemas operativos.

Como ejemplo, en el más que conocido Linux, desde la versión de Kernel 2.2 es posible compilar un núcleo con soporte para IPv6. En la dirección <http://www.bieringer.de/linux/IPv6> se pueden encontrar más detalles sobre cómo hacerlo.

La compañía Cisco, líder mundial en la comercialización de routers, recientemente ha sacado una versión de su sistema operativo con funcionalidades de IPv6. La versión mínima de Cisco IOS para poder configurar IPv6 es la 12.2(1). Más detalles en la página <http://www.cisco.com/warp/public/732/ipv6>.

La compañía Sun, ha tomado un papel muy activo en la definición del protocolo. En su sistema operativo Solaris, desde la versión 7 es posible instalar IPv6 y desde la 8 el protocolo viene incluido directamente con el propio sistema operativo. Sun dispone de una gran cantidad de páginas con información sobre el protocolo, a las que se puede acceder desde <http://www.sun.com/solaris/ipv6>.

En la página <http://www.ipv6.org/impl> podemos ver, el estado de implantación de IPv6 en las diferentes máquinas y sistemas operativos.

En el mundo Windows también es posible instalar IPv6. La estrategia de Microsoft respecto a IPv6 consta de un plan de 4 fases:

- Colaboración en la definición y desarrollo del estándar IPv6, incluyendo la disponibilidad de una primera versión del protocolo.
- Distribuir una versión preliminar de la pila de protocolo IPv6 para ayudar a los desarrolladores a convertir sus aplicaciones al nuevo protocolo.
- Distribuir una versión para entornos de desarrollo de la pila de protocolo y de una serie de aplicaciones compatibles IPv6 de forma que se pueda realizar en entorno de laboratorio, la instalación del nuevo protocolo.
- Distribuir la versión definitiva de IPv6 y aplicaciones IPv6 como productos a ser empleados en entornos de producción.

Microsoft en 1998 publicó una primera versión de su implementación de IPv6. Esta primera versión se podía ejecutar sobre NT y 2000. El nombre que recibió este software fue MSRIPv6. Existieron varias versiones de este software (la última a día de hoy es la versión 1.4). Este era el producto resultado de la primera fase.

Actualmente Microsoft dispone de un software al que ha denominado "*IPv6 Technology Preview*", este funciona sobre Windows 2000 SP1. Este Software puede ser descargado desde el sitio MSDN. Concretamente de la página:

<http://msdn.microsoft.com/downloads/sdks/platform/tpipv6.asp>

Este programa es una pila IPv6 para Windows 2000 para desarrolladores, constituye el segundo paso de los cuatro que constaba la estrategia de Microsoft.

Windows/XP Beta 2 lleva incluido con el propio sistema operativo IPv6. La versión final de Windows/XP llevará incluida una versión mejorada la pila IPv6 que actualmente se incluye.

Microsoft actualmente incluye las siguientes aplicaciones que funcionan sobre IPv6:

- Utilidades de red: ping6, tracert6 (traceroute para IPv6) y el ttcp (programa para probar la conexión TCP entre dos máquinas).
- Internet Explorer: IE 4 incluye soporte para IPv6 instalando el MSRIPv6 1.4, IE 5 lo incluye con la versión de "*IPv6 Technology Preview*" y IE6 con las betas de Windows XP.
- Los clientes de FTP y Telnet, los programas telnet.exe y ftp.exe son capaces de conectarse a servidores IPv6.
- Servidor Telnet, el servidor de Telnet de Microsoft permite de establecer sesiones telnet con clientes IPv4 y IPv6
- Programas que usan *Remote Procedure Calls* (RPC) pueden ejecutarse sobre IPv6 en la beta de Windows XP

Hay muchas personas que ya han empezado a desarrollar en IPv6. En la dirección <http://win6.goto.info.waseda.ac.jp> se pueden encontrar algunas aplicaciones que funcionan en Windows con IPv6 (desde un servidor Web "Apache" hasta versiones de un *sniffer* de red que funciona con IPv6, el Windump).

Además de la implementación de Microsoft, la compañía Trumpet, pionera en la creación de una pila TCP/IP para Windows, ha desarrollado su propia pila IPv6 para Windows 95/98/NT. La pila y más información sobre la misma, se puede encontrar en: <http://www.trumpet.com.au/ipv6.htm>

Montaje de un piloto sobre Windows 2000

Para instalar el "*IPv6 Technology Preview*" lo primero que se necesita es tener una máquina con Windows 2000 SP1 y una tarjeta Ethernet sobre la que se haya instalado IPv4 (esta versión del protocolo, sólo es posible instalarla sobre tarjetas Ethernet). Microsoft recomienda instalarlo sobre la versión inglesa de Windows 2000, aunque nosotros lo hemos probado sobre la versión castellana y ha funcionado correctamente.

Para instalar el protocolo es necesario ejecutar el programa de instalación (setup.exe) del "*IPv6 Technology Preview*" y después añadir el protocolo "Microsoft IPv6 Protocol" sobre la tarjeta Ethernet que deseemos. El interface de red quedará configurado según aparece en la pantalla 2.



Tal y como puede verse en la pantalla anterior, el nuevo protocolo no tiene ninguna opción de configuración (el botón de propiedades del protocolo está deshabilitado). La configuración del protocolo se hace de forma automática según el método "stateless". En caso de que tengamos un router IPv6 este nos configurará nuestra dirección de red, en caso de no tenerlo se nos pondrá una dirección de la red FE80::/64.

Para revisar o cambiar la configuración de IPv6, se incluye el programa ipv6.exe. Este programa tiene varias opciones, para ver la lista de todas se puede ejecutar ipv6.exe sin argumentos, o visitar la página <http://msdn.microsoft.com/downloads/sdks/platform/tpipv6/start.asp> . Así por ejemplo, si quisiéramos ver la dirección IPv6 que tenemos asignada, para poder hacer nuestro primer ping con el protocolo IPv6 (comando ping6.exe) podríamos ejecutar el comando "IPv6.exe if", tal y como se muestra en la pantalla 3.

```
Símbolo del sistema
C:\>ipconfig /all
Interface 5 (site 1): 6-over-4 Virtual Interface
  uses Neighbor Discovery
  link-level address: 192.168.1.120
  preferred address fe80::c0a8:178, infinite/infinite
  multicast address ff02::1, 1 refs, not reportable
  multicast address ff02::1:ffa8:178, 1 refs, last reporter
  link MTU 1280 (true link MTU 65515)
  current hop limit 128
  reachable time 15500ms (base 30000ms)
  retransmission interval 1000ms
  DAD transmits 1
Interface 4 (site 1): Conexión de área local
  uses Neighbor Discovery
  link-level address: 00-4f-4e-09-78-78
  preferred address fe80::24f:4eff:fe09:7878, infinite/infinite
  multicast address ff02::1, 1 refs, not reportable
  multicast address ff02::1:ff09:7878, 1 refs, last reporter
  link MTU 1500 (true link MTU 1500)
  current hop limit 128
  reachable time 16000ms (base 30000ms)
  retransmission interval 1000ms
  DAD transmits 1
Interface 2 (site 0): Tunnel Pseudo-Interface
  does not use Neighbor Discovery
  link-level address: 0.0.0.0
  preferred address ::192.168.1.120, infinite/infinite
  link MTU 1280 (true link MTU 65515)
  current hop limit 128
  reachable time 0ms (base 0ms)
  retransmission interval 0ms
  DAD transmits 0
Interface 1 (site 0): Loopback Pseudo-Interface
  does not use Neighbor Discovery
  link-level address:
  preferred address ::1, infinite/infinite
  link MTU 1500 (true link MTU 1500)
  current hop limit 1
  reachable time 0ms (base 0ms)
  retransmission interval 0ms
  DAD transmits 0

C:\>ping6 fe80::24f:4eff:fe09:7878

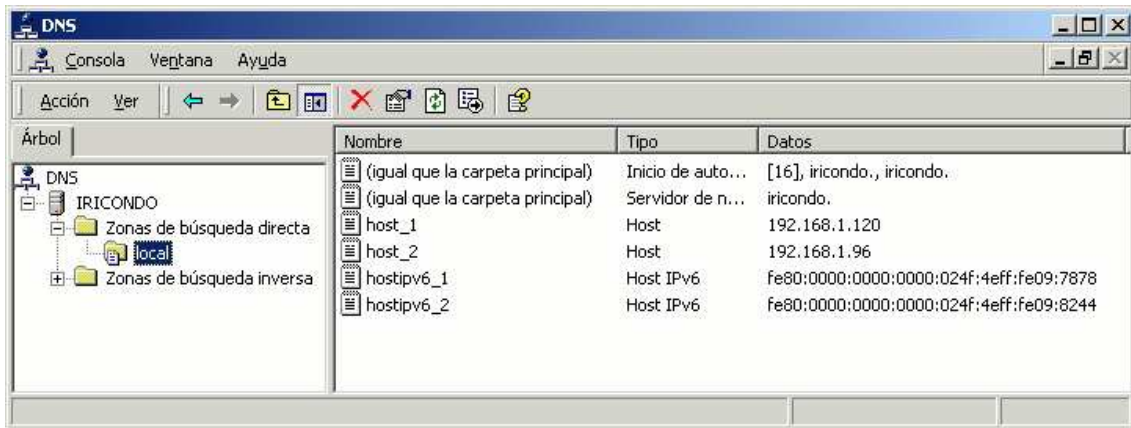
Pinging fe80::24f:4eff:fe09:7878 with 32 bytes of data:

Reply from fe80::24f:4eff:fe09:7878%4: bytes=32 time<1ms
Reply from fe80::24f:4eff:fe09:7878%4: bytes=32 time<1ms
Reply from fe80::24f:4eff:fe09:7878%4: bytes=32 time<1ms
Reply from fe80::24f:4eff:fe09:7878%4: bytes=32 time<1ms

C:\>
```

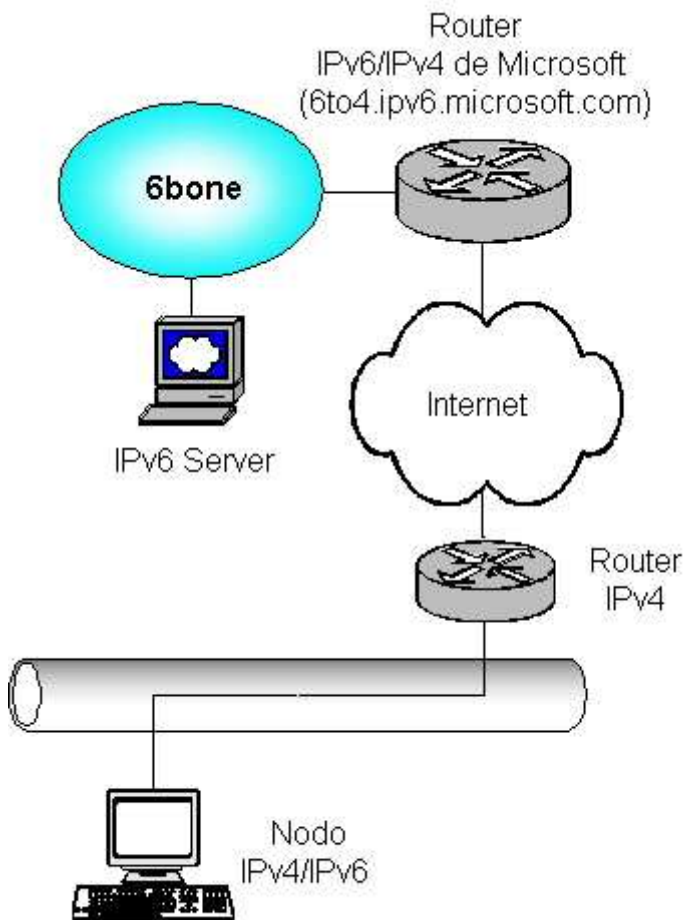
La configuración más simple de IPv6 consiste en la instalación de dos máquinas IPv6 en la misma red, una vez hecho esto podríamos hacer ping6 desde una a otra, o incluso llegar a instalar un servidor web en IPv6 y ver las páginas desde el otro equipo. Si quisiéramos ver páginas web por IPv6 tendremos que teclear como dirección algo como lo siguiente (la dirección IPv6 tendrá que ir entre corchetes): [http://\[FE80::24f:4eff:fe09:7878\]](http://[FE80::24f:4eff:fe09:7878]).

Dado que recordar las direcciones IPv6 es bastante complicado, es posible utilizar un DNS para la resolución de nombres a direcciones IPv6 (creando registros de tipo AAAA o A6, en lugar de los registros de tipo A que creábamos en IPv4). En la pantalla 4 podemos ver el DNS de Windows 2000 configurado para resolver nombres de host IPv6.



La instalación de IPv6 sobre una máquina con Windows/XP es bastante más sencilla, para hacerlo sólo es necesario ejecutar el comando "ipv6 install" y reiniciar la máquina.

Con la implantación de Microsoft es posible conectarnos con otros servidores IPv6, siempre y cuando la dirección de red IPv4 que tenemos en nuestro *interface* ethernet sea una dirección pública (válida en Internet). Para hacerlo ejecutaríamos 4to6cfg, este programa configurará nuestra máquina con una dirección IPv6 de la red 2002::/16 y nos creará las rutas necesarias para conectarnos a un *Backbone IPv6* que se ha creado (el 6Bone). La conexión sería tal y como se indica en la figura 5.

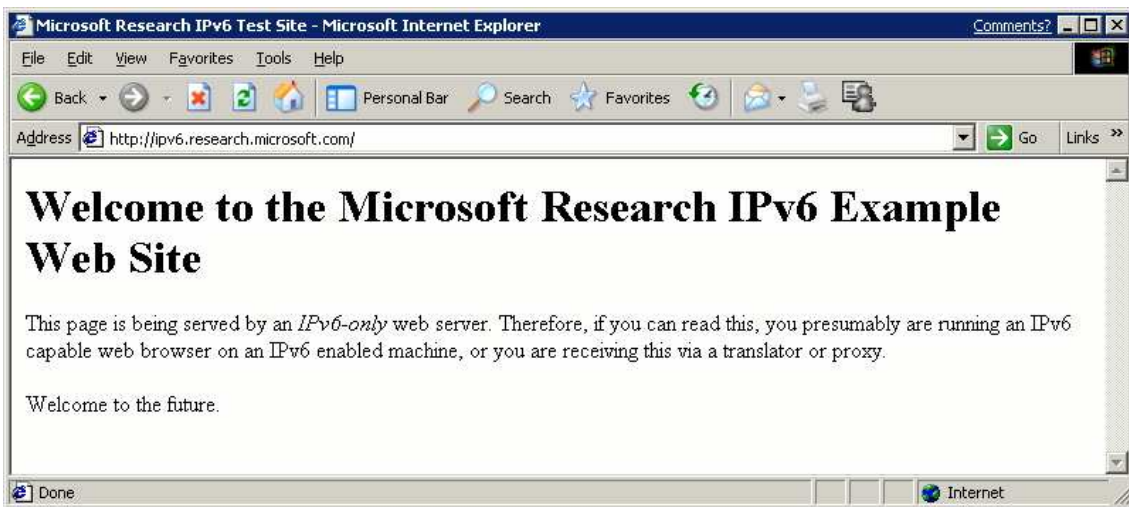


Se creará un túnel IPv4 sobre el que se encapsularán tramas IPv6. Cualquier petición a una dirección IPv6 que no vaya contra nuestra red, se dirigirá hasta la máquina de Microsoft, quien nos dará acceso a la máquina IPv6 a través del 6Bone.

Windows/XP no tiene el programa 4to6cfg, pero viene ya preconfigurado para acceder al 6Bone.

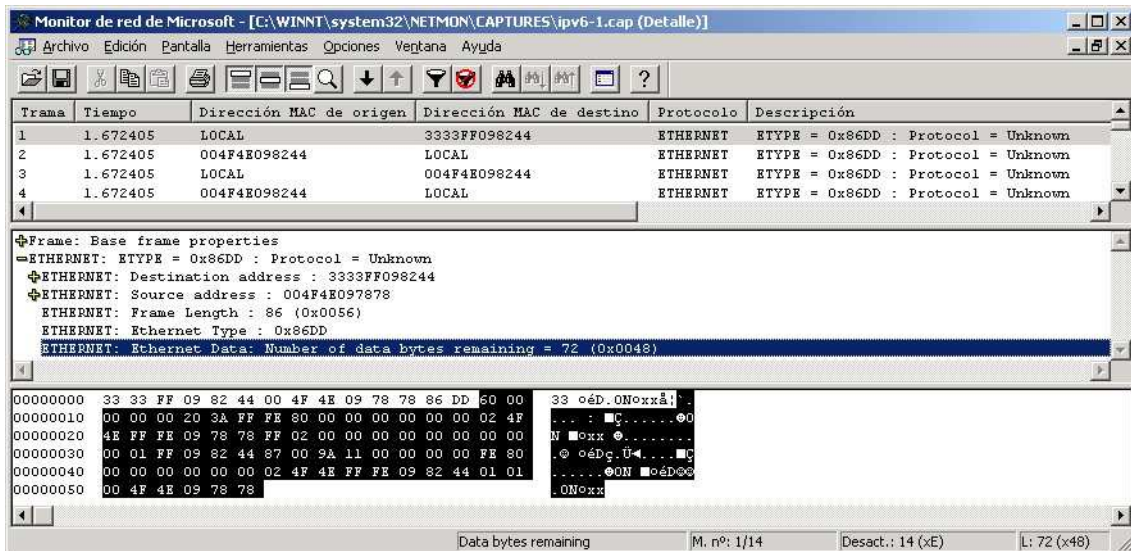
Una vez que se tenga configurado el acceso al 6Bone será posible acceder a la página IPv6 de Microsoft, o a cualquier otra IPv6 (el servidor www.ipv6.org tiene lista de servidores IPv6).

Microsoft ha creado una página para que poder probar la conexión con IPv6. Si vamos a <http://ipv6.research.microsoft.com> (o a [http://\[2002:836b:4179::836b:4179\]](http://[2002:836b:4179::836b:4179])) veremos la página que aparece en la pantalla 6, dándonos la bienvenida a IPv6.



Sería posible configurar dos máquinas IPv6 para que conectasen utilizando paquetes encriptados mediante IPSec. Se pueden ver más detalles sobre esta configuración en la página <http://msdn.microsoft.com/downloads/sdks/platform/tpipv6/start.asp>

Usando el monitor de red, es posible capturar y visualizar las tramas IPv6 que generamos o recibimos. Esta herramienta de Microsoft todavía no tiene la capacidad de reconocer los paquetes IPv6 y los visualizará con la descripción "ETYPE=0x86DD : Protocol=Unknow", pero es una buena herramienta para empezar a investigar sobre el formato del nuevo protocolo. Un ejemplo de una captura IPv6 se presenta en la pantalla 7.



Desarrollo de aplicaciones

Tal y como se había comentado anteriormente, la versión actual del protocolo IPv6 es una versión destinada a desarrolladores, de forma que estos puedan probar y diseñar sus aplicaciones para el nuevo protocolo.

El aumento del tamaño de las direcciones, ha provocado que muchas de las rutinas de red utilizadas hasta ahora no puedan seguir siendo usadas con el nuevo protocolo. Así por ejemplo, si teníamos un programa en lenguaje C que llamaba a la rutina *gethostbyname* (rutina de conversión de un nombre de nodo a su dirección IP), esta rutina devuelve un long (un número de 32 bits que representa la dirección), dado que devuelve un long la rutina tiene que ser cambiada para funcionar en IPv6 y en su lugar sería necesario llamar a la rutina *getaddrinfo*.

La necesidad de revisar miles de aplicaciones existentes, es lo que dificulta el proceso de migración a IPv6 y lo que obligará a que la migración se tenga que hacer de una forma muy lenta.

Dada la dificultad de la labor de conversión a IPv6, con el protocolo que nos bajamos del MSDN, se incluye una utilidad llamada *checkv4.exe* que sirve para buscar en el programa fuente, código que debería ser cambiado para soportar IPv6.

Conclusiones

Han quedado patente los múltiples beneficios que presenta IPv6: mayores niveles de seguridad, prestaciones, calidad de servicio (QoS), multicast, gestión, y lo que es más importante, mayor espacio de direcciones (128 bits).

El problema que presenta este protocolo es que es un protocolo nuevo, y para hacerlo funcionar es necesario cambiar gran parte de las aplicaciones ya existentes. Esto quiere decir que la migración de IPv4 a IPv6, va a ser un proceso lento que se realizará en varios años.

De todas las maneras, lo que parece claro, es que IPv6 es el protocolo que se usará en el futuro y por lo tanto hay que estar preparados para él.

Existe gran cantidad de información sobre el protocolo en Internet, como referencia en la tabla 8 se ha incluido una lista de links de interés.

Ivan Ricondo, es Consultor de Sistemas y MCSE+Internet

Julio 2001

Lista de imágenes

Tabla 1: Tipo de direcciones según el contenido del primer número de la dirección

Pantalla 2: Conexión de área local con IPv6

Pantalla 3: Visualización de la configuración IPv6 y haciendo un ping6

Pantalla 4: Configuración DNS con registros IPv6 (registros AAAA)

Figura 5: Conexión de una máquina al 6Bone, encapsulando paquetes IPv6 sobre IPv4

Pantalla 6: Página de ejemplo IPv6 de Microsoft

Pantalla 7: Captura de tráfico IPv6 con el Monitor de red de Microsoft

Tabla 8: Lista de *links* a páginas relacionados con IPv6