

MEMORIA TECNICA

Aplicativo:

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA ISLA IPV6 Y
CONEXIÓN CON EL 6BONE**

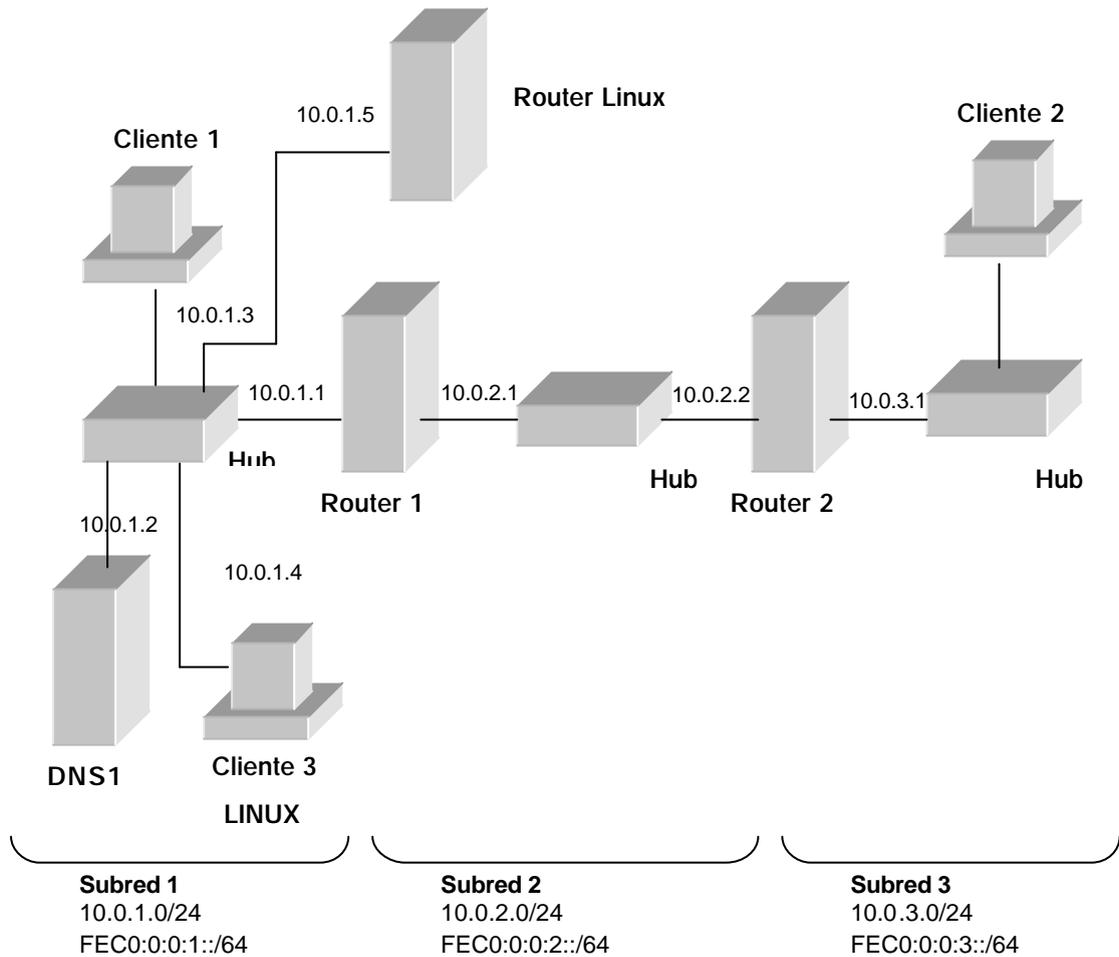
Autores:

**Silvia Duque
David Vallejo**

Director de Tesis

Ing. Msc. Rodrigo Naranjo

INSTALACION Y CONFIGURACION DE LAS MAQUINAS CLIENTES, ROUTERS Y DNS PARA LA ISLA 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 ROUTER LINUX.
- 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.

CONFIGURACION POR MAQUINA

DNS1

Para configurar la maquina DNS1 realice los siguientes pasos:

1. Instale Windows 2003 Server. Coloque la contraseña de Administrador. Windows 2003 Server trae preinstalado el protocolo IPv6 por lo que no hace falta ninguna configuración adicional para instalar el mencionado protocolo.

2. Después de reiniciar, ingrese como Administrador
3. Instale el servicio DNS Server.
4. Configure el protocolo de TCP/IP con la dirección IP 10.0.1.2, máscara de subred 255.255.255.0, y puerta de enlace predefinida 10.0.1.1.

CLIENTE1

Para configurar CLIENTE1 realice los siguientes pasos:

1. Instale Windows XP Profesional
2. Instale el protocolo IPv6 usando el comando **ipv6 install** desde la línea de comandos.
3. Configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.1.3, la máscara de subred 255.255.255.0, la puerta de enlace predefinida 10.0.1.1, y la IP del DNS Server 10.0.1.2.

ROUTER1

ROUTER1 se usa como un ruteador entre la Subred 1 y la Subred 2. Para configurar ROUTER1 realice los siguientes pasos:

1. Instale Windows 2003 Server. Coloque la contraseña de Administrador. Windows 2003 Server trae preinstalado el protocolo IPv6 por lo que no hace falta ninguna configuración adicional para instalar el mencionado protocolo.
2. En las Conexiones de Red del Panel de Control, renombre la conexión LAN conectada a la Subred 1 como "Subred1" y renombre la conexión LAN conectada a la Subred 2 como "Subred 2".
3. Para la conexión Subred1, configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.1.1, máscara de subred 255.255.255.0, y la IP del DNS Server 10.0.1.2.
4. Para la conexión Subred2, configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.2.1, máscara de subred 255.255.255.0, y puerta de enlace predefinida 10.0.2.2.
5. Habilite el reenvío IP activando el servicio de Ruteo y Acceso Remoto que Windows 2003 tiene en sus herramientas administrativas. Reinicie la computadora. Esto habilita el ruteo IPv4 entre la Subred1 y la Subred2.

ROUTER2

ROUTER2 se usa como un ruteador entre la Subred2 y la Subred3. Para configurar ROUTER2 realice los siguientes pasos:

1. Instale Windows 2003 Server. Coloque la contraseña de Administrador. Windows 2003 Server trae preinstalado el protocolo IPv6 por lo que no hace falta ninguna configuración adicional para instalar el mencionado protocolo.
2. En las Conexiones de Red del Panel de Control, renombre la conexión LAN

conectada a la Subred2 como "Subred2" y renombre la conexión LAN conectada a la Subred3 como "Subred3".

3. Para la conexión Subred2, configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.2.2, máscara de subred 255.255.255.0, y puerta de enlace predefinida 10.0.2.1.
4. Para la conexión Subred3, configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.3.1, y máscara de subred 255.255.255.0.
5. Habilite el reenvío IP activando el servicio de Ruteo y Acceso Remoto que Windows 2003 tiene en sus herramientas administrativas. Reinicie la computadora. Esto habilita el ruteo IPv4 entre la Subred2 y la Subred3.

ROUTER LINUX

ROUTER LINUX se usa como un ruteador que nos permitirá realizar la conexión con el 6bone y a su vez asignar las nuevas direcciones globales con lo cual podremos navegar en sitios IPv6 del Internet. Para configurar ROUTER LINUX realice los siguientes pasos:

1. Instale Linux Red Hat 9.
2. Instale el protocolo IPv6 (como se describe más adelante).
3. Configurar el **Tunnel Broker**, **Tunel 6to4** y el **servicio RADVD**. Estos servicios nos sirven para conectarnos con el 6bone y para asignar las nuevas direcciones globales a las máquinas clientes, pudiendo de esta manera darles acceso a sitios IPv6. La configuración de los mismos se muestra más adelante.
4. Para la conexión Subred1, configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.1.5, máscara de subred 255.255.255.0.
5. Necesitamos usar una IP pública para realizar la conexión al Internet con cualquier ISP. Las direcciones que se asignan son las siguientes: dirección IP 200.107.36.126, máscara de subred 255.255.255.0, puerta de enlace 200.107.36.1, DNS primario 63.84.236.33, DNS secundario 63.84.236.34.

CLIENTE2

Para configurar CLIENTE2 realice los siguientes pasos:

1. Instale Windows XP Profesional.
2. Instale el protocolo IPv6 usando el comando **ipv6 install** desde la línea de comandos.
3. Configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.3.2, la máscara de subred 255.255.255.0, y puerta de enlace predefinida 10.0.3.1.
4. Verifique la integridad de la infraestructura de ruteo IPv4 con el comando **ping** hacia la dirección **10.0.1.3** perteneciente a CLIENTE1. Esto prueba si los paquetes IPv4 pueden reenviarse entre el CLIENTE2 en la Subred3 y el CLIENTE1 en la Subred1.

CLIENTE3

Para configurar CLIENTE3 realice los siguientes pasos:

1. Instale Linux Red Hat 9.
2. Instale el protocolo IPv6 (como se describe más adelante).
3. Configure el protocolo TCP/IP con la dirección IP 10.0.1.4, la máscara de subred 255.255.255.0, y puerta de enlace predefinida 10.0.1.1 y la IP del DNS Server 10.0.1.2.

INSTALACION DE IPV6 EN PLATAFORMAS LINUX

Soporte IPv6

Para comprobar que el kernel soporta IPv6, habrá que comprobar que existe la siguiente entrada:

```
/proc/net/if_inet6
```

Si no existe, se puede intentar cargar el módulo ipv6 con:

```
#> modprobe ipv6
```

Si se ha cargado correctamente debe existir la entrada mencionada arriba.

Nota: Descargar el módulo puede, a veces, provocar la caída del sistema. Aunque en versiones actuales de los módulos (kernel 2.4.19 adelante) el soporte es muy estable.

Para que cargue de forma automática el módulo IPv6 cuando se demande, se añade al fichero /etc/modules.conf la siguiente línea:

```
alias net-pf-10 ipv6  
alias sit0 ipv6  
alias sit1 ipv6  
alias tun6to4 ipv6
```

Para deshabilitar la carga automática usar `alias net-pf-10 off`

Se necesitan herramientas para configurar IPv6:

Paquete net-tools: Usando `ifconfig`, `route`. Todas las versiones actuales soportan las extensiones IPv6.

Paquete iproute: Debe existir el programa `/sbin/ip`, dado que este programa es una extensión del paquete anterior, todas las versiones tienen incorporado el soporte IPv6.

Scripts de configuración IPv6

Se utilizan scripts para inicializar todo lo relacionado con IPv6 y para configurar la direcciones v4/v6 de las interfaces. Conviene actualizar a la última versión de los mismos. Estos scripts pueden obtenerse en:

<http://www.bieringer.de/linux/IPv6/IPv6-HOWTO/scripts/current/index.html>

Aun qué la mayoría de distribuciones actuales configuran estos script en la instalación del sistema.

Se descarga la última versión (IPv6-initscripts-20020125.tar.gz) y se descomprime.

NOTA: existen paquetes rpm (o deb), de más fácil instalación, pero por motivos didácticos aquí se hace todo paso a paso.

Se copian los ficheros de script a los directorios correspondientes:

```
/etc/sysconfig/network-scripts/network-functions-ipv6
/etc/sysconfig/network-scripts/init.ipv6-global
/etc/sysconfig/network-scripts/ifup-ipv6
/etc/sysconfig/network-scripts/ifdown-ipv6
/etc/sysconfig/network-scripts/ifup-sit
/etc/sysconfig/network-scripts/ifdown-sit
/etc/ppp/ip-up.ipv6to4
/etc/ppp/ip-down.ipv6to4
/etc/ppp/ipv6-up
/etc/ppp/ipv6-down
/usr/sbin/test-ipv6-installation
/etc/sysconfig/static-routes-ipv6
```

Aplicar “parches”:

NOTA: Algunos parches solo se aplican a determinadas versiones de Red Hat, como se indica. Por ejemplo con ifup.diff que solo se usa para RH 7.1.

Copiar archivo .diff al mismo directorio donde está el archivo a parchear

```
#>cat network.diff | patch (/etc/sysconfig/)
#>cat ifup.diff | patch (/etc/sysconfig/network-scripts/ [link ? /sbin/](RH 7.1)]
#>cat network.diff | patch (/etc/rc.d/init.d/) (RH 7.1)
```

Se recomienda instalar ipv6calc para habilitar la detección de direcciones extendidas. Puede obtenerse de:

<http://www.bieringer.de/linux/IPv6/ipv6calc/index.html>

El tar.gz (ipv6calc-0.39.tar.gz) incluye el fichero spec-file, de forma que se puede crear el RPM mediante:

```
root# rpm -ta ipv6calc-version.tar.gz
```

Para instalar:

```
root# cd /usr/src/redhat/RPMS/i386
root# rpm -i ipv6calc-version.i386.rpm
```

Debe existir, ahora, /bin/ipv6calc

En el fichero sysconfig-ipv6.txt que viene con el paquete de scripts, se da información detallada de los parámetros que se pueden configurar en cada script.

Para comprobar que la configuración es correcta, se puede ejecutar el script:

```
/usr/sbin/test-ipv6-installation
```

Que viene con el paquete.

Configuración de red

Para cambiar el nombre del host se pone en /etc/sysconfig/network, la línea:

```
HOSTNAME=nombre_host
```

Conviene, después de esto, añadirlo en el fichero /etc/hosts:

```
::1 nombre_host
```

El nombre de host puede verse en /proc/sys/kernel/hostname, o simplemente ejecutando /bin/hostname sin ningún parámetro.

Se deben añadir entradas en /etc/hosts para IPv6:

```
::1 localhost ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0 ip6-localnet
ff00::0 ip6-mcastprefix
ff02::1 ip6-allnodes
ff02::2 ip6-allrouters
ff02::3 ip6-allhosts
```

Comprobar que en /etc/protocols/ aparecen:

```
ipv6 41 IPv6
ipv6-route 43 IPv6-Route
ipv6-frag 44 IPv6-Frag
ipv6-crypt 50 IPv6-Crypt
ipv6-auth 51 IPv6-Auth
ipv6-icmp 58 IPv6-ICMP
ipv6-nonxt 59 IPv6-NoNxt
ipv6-opts 60 IPv6-Opts
```

Comprobar que el fichero `/etc/nsswitch.conf` es correcto. Si no se pretende utilizar NIS (ni NIS+), habrá que comentar/eliminar las entradas con `nisplus`.

```
hosts: files dns
networks: files dns
```

Configurar `/etc/host.conf`:

```
order hosts,bind
multi on
```

De forma que el resolver primero consulte el fichero `/etc/hosts` y luego al servidor de nombres.

La segunda línea hace que el resolver devuelva todas las direcciones válidas para un host encontrado en `/etc/hosts/`, en vez de sólo la primera.

Configurar `/etc/resolv.conf`

`domain`: especifica el nombre del dominio local

`search`: lista de nombres de dominio alternativo para búsqueda del nombre de un host

`nameserver`: dirección IP de servidores de nombre a los que consultar (pueden ser varios, varias líneas “nameserver”).

Para cada interfaz existirá un fichero con la configuración que se le asignará al arrancar. Supongamos que se tiene una interfaz hacia la red local (10.0.0.x/24). En `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0`

```
DEVICE=eth0
IPADDR=10.0.0.3
NETMASK=255.255.255.0
NETWORK=10.0.0.0
BROADCAST=10.0.0.255
GATEWAY=10.0.0.1
ONBOOT=yes
```

El fichero `/etc/sysconfig/network` tiene, respecto a IPv4:

```
GATEWAYDEV=eth0
GATEWAY=10.0.0.1
```

Que añada la ruta por defecto a través de `eth1` y la IP del switch de salida hacia el ISP.

NOTA: Es equivalente al comando `route add -net 0.0.0.0/0 gw 10.0.0.1`

CONSEJO: Para establecer rutas de manera estática al arrancar el equipo (o la configuración de red) se puede utilizar el fichero `/etc/sysconfig/static-routes` (para IPv4) o `/etc/sysconfig/static-routes-ipv6` (para IPv6).

En el script /etc/init.d/network se encuentra:

```
# Add non interface-specific static-routes
if [-f /etc/sysconfig/static-routes]; then
  grep “^any” /etc/sysconfig/static-routes | \
    while read ignore args; do
      /sbin/route add -$args
    done
fi
```

Un ejemplo de fichero /etc/sysconfig/static-routes:

```
any net 10.0.0.0/24 gw 192.168.11.1
```

Que añade la ruta para la red 10.0.0.0/24 a través de la puerta de enlace 192.168.11.1.

Para asignar a eth0 direcciones IPv6 se realiza lo siguiente:

En el directorio /etc/sysconfig/network-scripts/ habrá un fichero para cada interfaz (eth0).

Se añade:

```
A ifcfg-eth0 (CASO DE AUTOCONFIGURACIÓN):
IPV6INIT=yes # Habilita IPv6 en este interfaz
IPV6AUTOCONF=yes # habilita autoconfiguracion
```

Es esta red se encuentra un router con el RA activado, de forma que la dirección IPv6 se configura automáticamente.

```
A ifcfg-eth0 (CASO ASIGNACIÓN IPv6 ESTÁTICA):
IPV6INIT=yes # Habilita IPv6 en este interfaz
IPV6AUTOCONF=no # No habilita autoconfiguracion
IPV6ADDR=3ffe:3328:6:2a03::3 # asigna direccion IPv6 fija
```

A esta interfaz se le asigna una dirección IPv6 fija.

```
El fichero /etc/sysconfig/network tiene, respecto a IPv6:
NETWORKING_IPV6=yes
IPV6FORWARDING=no
IPV6_AUTOCONF=yes
IPV6_AUTOTUNEL=no
IPV6_DEFAULTGW="3ffe:3328:6:2a03::1%eth0"
```

Que establece como gateway para IPv6 el router que se conecta por la interfaz eth0.

Mediante ifconfig, comprobar la configuración IPv6.

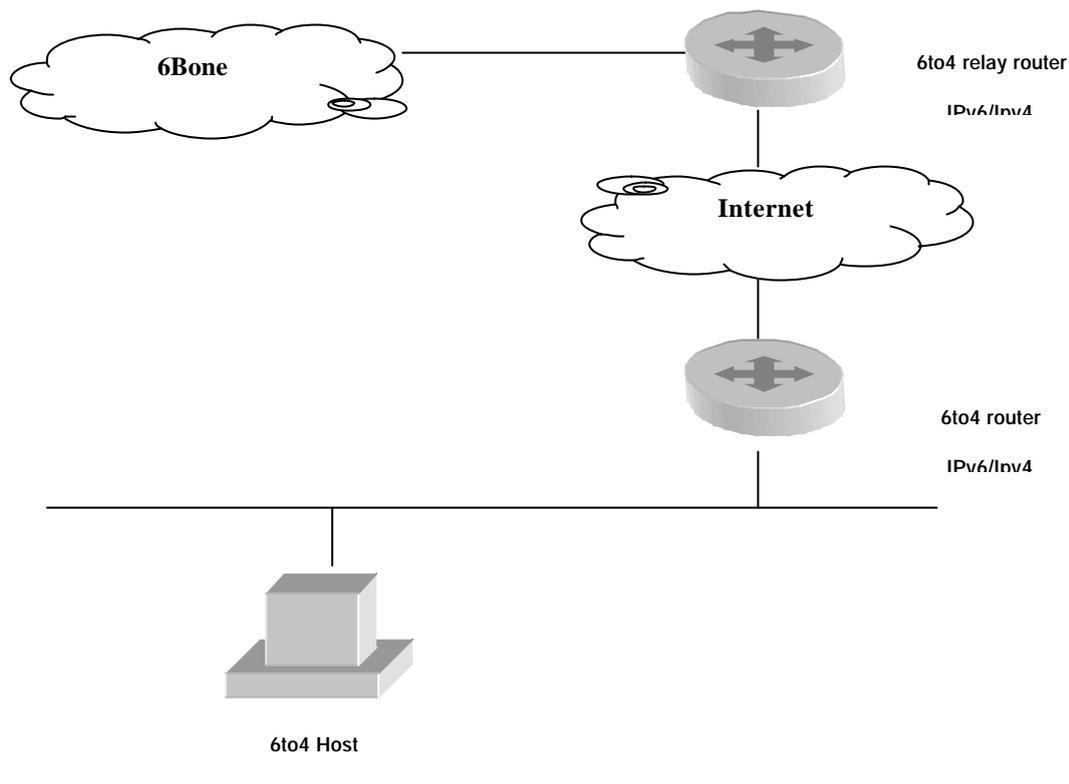
NOTA: Cuando se haga un cambio en la configuración de red, se puede reiniciar todo el sistema de red ejecutando el script: /etc/rc.d/init.d/network restart.

También acepta otros parámetros (stop, start, status, etc).

CONFIGURACION PARA CONEXIÓN AL 6BONE

Tunel 6to4

La manera más simple de conectarse al 6bone es usar el servicio 6to4 que se incluye en el protocolo IPv6. Se puede usar el servicio 6to4 como un host 6to4 por defecto o como un router 6to4 habilitando ICS (Internet Connection Sharing) en una computadora que esta conectada a Internet. El servicio 6to4 se configura automáticamente con las direcciones 6to4 apropiadas y usa un router relay 6to4 específico en el Internet.



Para conectarnos al 6bone mediante el método del túnel 6 a 4. Se agregan las siguientes instrucciones en el router.

```
script calcular ip
printf "2002:%02x%02x:%02x%02x::\n" a b c d
printf "2002:%02x%02x:%02x%02x::\n" 200 107 36 126
2002:c86b:247e::
```

Crear Tunel 6to4

```
ip tunnel add SeisACuatro mode sit ttl 0 remote any local 200.107.36.126
ip link set dev SeisACuatro up
ip -6 addr add 2002:c86b:247e::/16 dev SeisACuatro
ip -6 route add 2000::/3 via ::192.88.99.1 dev SeisACuatro metric 1
```

Conectividad 6to4

Dirección 6to4 configurada

SeisACuat Link encap:IPv6-in-IPv4

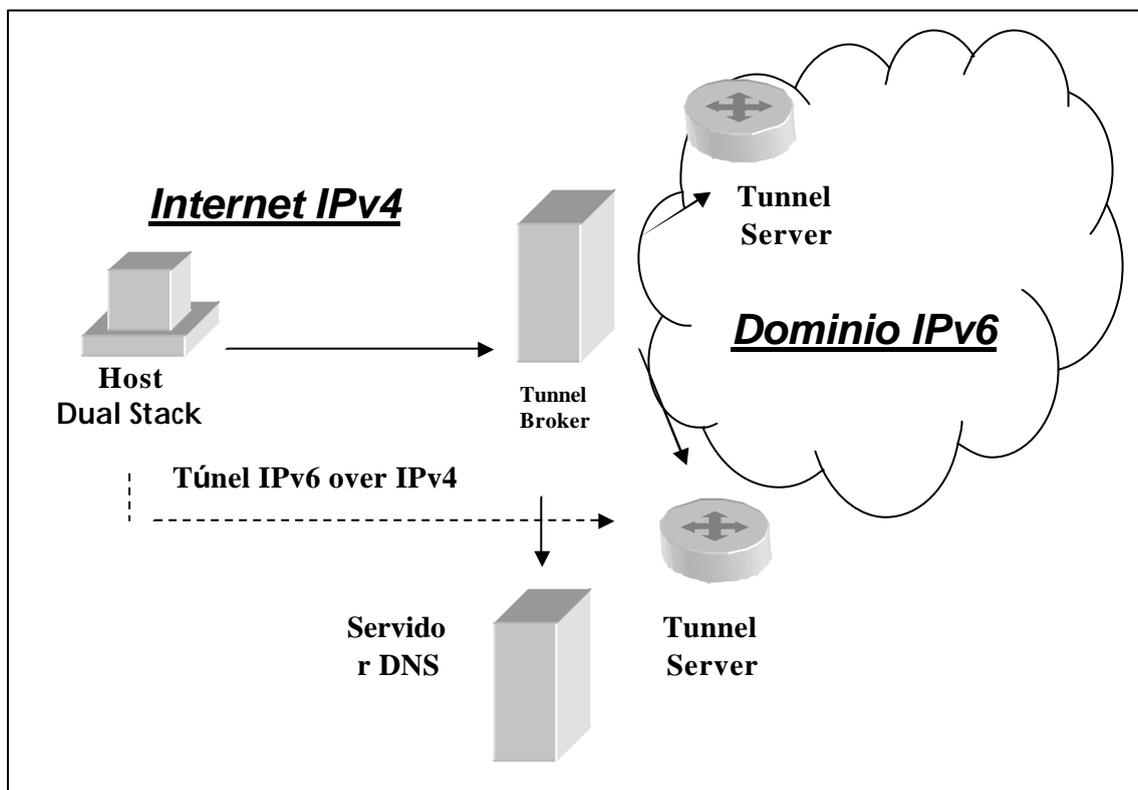
inet6 addr: 2002:c86b:247e::/16 Scope:Global

Se prueba conectividad:

ping6 www.kame.net

Respuesta desde 2002::240:f4ff:fe61:7ce5: bytes=32 tiempo<1m

Tunnel Broker



El cliente del TB:

es un nodo Dual Stack, host o enrutador, debe indicar:

- Su dirección IPv4,
- Un nombre para asociar la dirección IPv6
- Si es un host o un enrutador.

Tunnel Data

Your IPv4 Address:

PC
 Router

OS:

Prefix: Select the prefix you need

Domain:

Tunnel Lifetime:

days
 weeks
 months

El servidor TB:

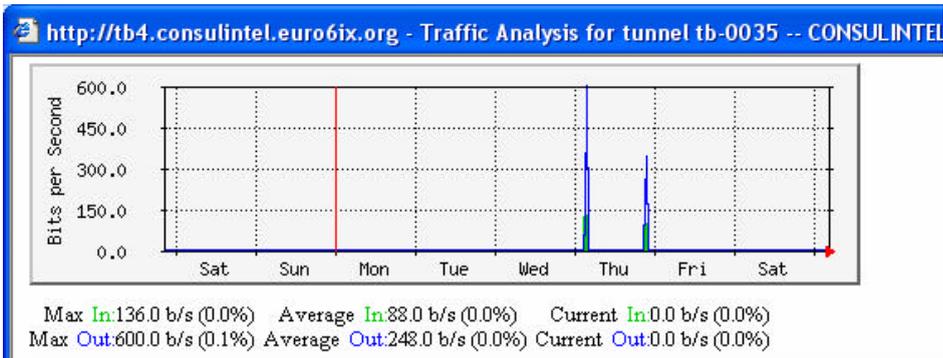
- Puede usar una interfase de tipo Web
- Debe tener una dirección IPv4. Opcionalmente una dirección IPv6.
- La comunicación entre el TB y el usuario se puede realizar por medio de IPv4 o IPv6. Un TS es un enrutador Dual Stack, se encarga de crear, modificar o eliminar túneles.

El TB se encarga de:

- Dar de alta la dirección IPv6 del usuario.
- Dar de alta su nombre en el DNS.
- Decidir el tiempo de vida del túnel
- Configurar el TS
- Notificar al cliente la configuración del túnel y su nombre de dominio en el DNS.
- El TB puede repartir la carga entre varios Tunnel Servers (TS).

Name	IPv4 Address	IPv6 Client Address	IPv6 Server Address	Domain / Removing Date
tb-0035	200.107.36.126	2001:800:40:2AA0:0001::222	2001:800:40:2AA0:0001::221	sikaload.b.consulintel.euro6ix.net Remove
tb-0054	63.173.86.132	2001:800:40:2AA0:0001::352	2001:800:40:2AA0:0001::351	2005-03-05 22:57:20
tb-0054	63.173.86.132	2001:800:40:2AA0:0001::352	2001:800:40:2AA0:0001::351	2005-03-05 23:10:16
tb-0054	63.173.86.132	2001:800:40:2AA0:0001::352	2001:800:40:2AA0:0001::351	2005-03-05 22:01:24
tb-0054	63.173.86.132	2001:800:40:2AA0:0001::352	2001:800:40:2AA0:0001::351	2005-03-08 22:01:25
tb-0063	63.173.86.227	2001:800:40:2AA0:0001::3E2	2001:800:40:2AA0:0001::3E1	2004-08-31 22:01:08

[Return to Home Page](#)



Para conectarnos al 6bone mediante el método del túnel broker. Se agregan las siguientes instrucciones en el router.

Crear Tunel Consulintel

```
iptunnel add tunnel0 mode sit remote 213.172.48.138
ifconfig tunnel0 up
ifconfig tunnel0 add 2001:800:40:2AA0:0001::222/126
route --inet6 add default gw 2001:800:40:2AA0:0001::221
```

Se prueba conectividad:

```
ping6 www.kame.net
```

Respuesta desde 2002::240:f4ff:fe61:7ce5: bytes=32 tiempo<1m

Ofrecer conectividad ipv6 a las máquinas de la red local

- Usamos el demonio Radvd que ejecuta el proceso, denominado "router advertisement" para anunciar el prefijo del rango de la subred que nos ha sido asignada.

Configuración de RADVD.

RADVD

```
interface eth0
{
AdvSendAdvert on;
MaxRtrAdvInterval 4;
MinRtrAdvInterval 3;
prefix 2002:d53c:6668:1::/64
};
```

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
0
# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

```
route -A inet6 add 2002:c86b:247e::01:07F9:0400:0115::/64 dev eth1
```

Todos los host que están conectados en nuestra subred que tienen ipv6 activado se autoconfiguran con una ip dentro de la subred anunciada y ya tienen conectividad IPv6 con el 6bone,

- Añadimos servidores DNS Ipv6 en nuestros host para resolver en el 6bone
netsh interface ipv6 add dns "Subred1" 2001:450:9:10::71

- Usamos clientes IPv6 para ingresar a sitios IPv6:
www.ipv6.org
www.ipv6.elmundo.es
www.kame.net

COMANDOS UTILIZADOS PARA WINDOWS Y LINUX

WINDOWS

ipv6 if

Permite ver la dirección local de un host

ipv6 install

Instala el protocolo IPv6 en plataformas Windows

ping6

Para probar la conectividad entre dos host vecinos mediante interconectividad IPv6

ping

Para probar la conectividad entre dos host vecinos mediante interconectividad IPv4

ipv6 ifc... forwards advertises

Reenvio de trafico IPv6

ipv6 rtu

Anuncio de direcciones IPv6

netsh interface ipv6 show interface [interface=]*String*

Para obtener el número de índice de interfaz de un adaptador de red

netsh interface ipv6 set interface [interface=]*SubnetInterfaceIndex* [forwarding=]enabled [advertise=]enabled

Reenvio de trafico IPv6

netsh interface ipv6 6to4 set relay

Para especificar un router relay a buscar.

tracert6

Para trazar la ruta entre entre dos host

ipv6 nc

Para ver la entrada en la cache neighbor de un host a otro

ipv6 rc

Para ver la entrada en la cache route de un host a otro

ipv6 rt

Para ver las entradas en la tabla routing de un host.

ipconfig

Mostrar direcciones IP

LINUX

ip o ifconfig

Mostrar direcciones IPv6

inet6 add

Añadir una dirección IPv6

inet6 del

Eliminar una dirección IPv6

route show

Mostrar rutas IPv6

route add

Añadir una ruta IPv6 a través de un gateway

route del

Eliminar una ruta IPv6 a través de un gateway

ping6

Para probar la conectividad entre dos host vecinos mediante interconectividad IPv6

tracert6

Para trazar la ruta entre entre dos host

Tpcdump

Captura paquetes en la red.

COMPARATIVA DE COMANDOS USADOS EN LINUX

Uso	IPv4	IPv6
Eco Respuesta	Ping	ping6
Determinar ruta	tracert	tracert6
Verificar trafico	tcpdump	tcpdump
Añadir dirección	Ifconfig	Ip -6 addr add
Eliminar dirección	Ifconfig down	Ip -6 addr del
Mostrar direcciones IPv6	Ifconfig	ip -6 addr show
Mostrar rutas	route show	Ip -6 route show
Añadir rutas	route add	ip -6 route add
Eliminar rutas	route del	ip -6 route del

COMPARATIVA DE COMANDOS USADOS EN WINDOWS

Uso	IPv4	IPv6
Permite ver la dirección local de un host	Ipconfig	ipv6 if
Eco Respuesta	Ping	ping6
Determinar ruta	tracert	tracert6
Mostrar direcciones IPv6	Ifconfig	ip -6 addr show
Mostrar rutas	route PRINT	Ipv6 rt
Añadir rutas	route add	ip -6 addr add
Eliminar rutas	route del	ip -6 route del

DIRECCIONES DE SITIOS IPV6

<http://www.freenet6.net/>

<http://playground.sun.com/pub/ipng/html>

<http://www.6bone.net>

<http://www.6ren.net>

<http://ipng.ip6.fc.ul.pt> (Portugal)

<http://www.stardust.com/ipv6/index.htm>

<http://www.ipv6.ru/> (Russia)

<http://www.eurescom.de/public/projects/P700-series/P702/html/brochure.htm>

<http://www.ipv6forum.com>

<http://hs247.com/>

<http://ipv6.research.microsoft.com/>

<http://altavista.ipv6.digital.com/>

<http://www.ipv6.digital.com/>

<http://ftp.ipv6.digital.com/>

<http://ipv6.decaen.com/>

<http://www.ipv6forum.com/>
<http://www.missingU.com/>
<http://www.ipv6.bt.com/>
<http://ipv6.linux-tech.com/>
<http://ngi.spawar.navy.mil/>
<http://www.6bone.net/>
<http://www.ip6.rccn.net/>
<http://www.iiijlab.net/>
<http://www.kame.net/> (Japon)
<http://www.ipv6.nl.net/>
<http://www.zamanetworks.com/>
<http://www.stealth.net/>
<http://www.ny6ix.net/> (New York City)
<http://unix.za.net/> (South African)
<http://www.ipv6.kelite.net/>
<http://www.ipv6.taunusstein.net/>
<http://ipv6gate.sixxs.net/>
<http://www.normos.org/>
<http://www.no.daemonnews.org/>
<http://www.dk.FreeBSD.org/>
<http://www.jp.FreeBSD.org/>
<http://www2.no.FreeBSD.org/>
<http://www.dk.NetBSD.org/>
<http://www2.no.netbsd.org/>
<http://www.6init.org/>
<http://www.bernies.org/>
<http://www.ipv6.fbc-hanover.org/> (USA IPv6 only)
<http://www.ipv6.groovy.org>
<http://ipv6.washucsc.org/> (USA)
<http://www.ipv6.rosenkeller.org/> (Germany)
<http://ipv6-vax.mikromuseo.org/> (Finland)
<http://v6.kaizo.org/>
<http://ipv6.weblibre.org/>
<http://projectdream.org/>
<http://www.comedycorner.org/>
<http://www.ipv6.distel.org/> (Germany)
<http://www2.compendium.com.ar/> (Argentina)
<http://shag.ipv6.bl.echidna.id.au/> (Australía)
<http://www.sharks.org.au/> (Australía)
<http://vortex.ipv6.intercode.com.au/> (Austria)
<http://teso.scene.at/> (Belgium)
<http://www.ipv6.euronet.be/> (France)
<http://bofh.st/ipv6>
<http://www.6bone.rnp.br/> (Brazil)
<http://www.6bone.com.br/> (Brazil)
<http://6bone.ipaccess.diveo.net.br/> (Brazil)
<http://v6RT.ecn.6test.edu.cn/> (China)
<http://www.ipv6.net.edu.cn> (China)
<http://ngtrans.6test.edu.cn> (China)
<http://ip6.basit.cc/>

<http://www.ipv6.uni-c.dk/> (France)
<http://ipv6.mairie-meylan.fr/> (France)
<http://ipv6.mft.fr/> (France)
<http://ipv6.mnfct.fr/> (France)
<http://ipv6.ville-echirolles.fr/> (France)
<http://ipv6.ville-st-martin-dheres.fr/> (France)
<http://ipv6.ville-voiron.fr/> (France)
<http://www.ipv6.rennes.enst-bretagne.fr/> (France)
<http://www.ipv6.uni-muenster.de/> (Germany)
(<http://www.join.uni-muenster.de/> via IPv4)
<http://www.ffm6.fgan.de/> (Germany)
<http://gxsntp.ipv6.scram.de/> (Germany)
<http://www.ipv6.bieringer.de/> (Germany)
<http://www.feyrer.de/IPv6/> (Germany)
<http://www.ipv6.ccrle.nec.de> (Germany)
<http://www.wohnheim-kiel.de/> (Germany)
<http://www.cosmo-project.de> (Germany)
<http://amessage.de/> (Germany)
<http://florianschuetz.de/> (Germany)
<http://ipv6.bits-pilani.ac.in/> (India)
<http://www.ipv6.web.id/> (Indonesian)
<http://ipv6.web.id/> (Indonesian)
<http://carmen.ipv6.cselt.it:8090/ipv6/> (Italy)
<http://www6.ipv6.polito.it/> (Italy)
<http://www.ipv6.gamersrevolt.com/>
<http://www.starkingdom.it/> (Italy)
<http://faq.v6.wide.ad.jp/> (Japan)
<http://www.v6.imasy.or.jp/> (Japan)
<http://www.v6.pds-flab.rwcp.or.jp/> (Japan)
<http://www.6bone.nec.co.jp/> (Japan)^o
<http://www.v6.linux.or.jp/> (Japan)
<http://www.v6.hitachi.co.jp/> (Japan)
<http://www.ring.gr.jp/> (Japan)
<http://www.iij.ad.jp/> (Japan)
<http://www.soum.co.jp/mito/> (Japan)
<http://www.nnr.to/> (Japan)
<http://ipv6.lnx.lt/> (Lithuania)
<http://www.ipv6.itesm.mx/> (Mexico)
<http://r6d6.ipv6.itesm.mx/> (Mexico)
<http://www.ipv6.stack.nl/> (Netherlands)
<http://www.ipv6.surfnet.nl/> (Netherlands)
<http://nu.nl/> (Netherlands)
<http://www.ilse.nl/> (Netherlands)
<http://www.ipng.nl/> (Netherlands)
<http://www.ipv6.nr.no/> (Norway)
<http://www.linux.pasta.cs.uit.no/> (Norway)
<http://www.ipv6.zsz2.starachowice.pl/> (Poland)
<http://www.ipv6.pld.org.pl/> (Poland)
[http://\[3ffe:8010:7:3d::2\]/](http://[3ffe:8010:7:3d::2]/) (Poland)
<http://www.ipv6.ualg.pt/> (Portugal)

<http://www.ip6.dhis.org/>
<http://www.unitra.sk/> (Slovakia)
<http://www.6bone.co.za/> (South Africa)
<http://www.consulintel.es/> (Spain)
<http://www.ipv6.sics.se/> (Sweden)
<http://ipv6.sunny.ch/> (Switzerland)
<http://cht-6bone.ipv6.chttl.com.tw/> (Taiwán)
<http://www.cs-ipv6.lancs.ac.uk/> (United Kingdom)
<http://www.ipv6.ecs.soton.ac.uk/> (United Kingdom)
<http://www.ipv6.org.uk/> (United Kingdom)
<http://www.ipv6.hawaga.org.uk:81/> (United Kingdom)
<http://www.ipv6.dataline.co.uk/> (United Kingdom)

EXPLICACION TABLA DE ENRUTAMIENTO

(Accesible con el comando `route print` desde la línea de comandos)

Esta tabla contiene las rutas en memoria del nodo (cada nodo tiene una) y cada entrada presenta la información necesaria para el reenvío de paquetes para un intervalo de IP de destino. Además contiene la puerta (o puertas) de enlace predeterminadas para las rutas. Todo ello es utilizado para generar la **interfaz de próximo salto** y la **IP de próximo salto**.

El primero es el dispositivo físico o lógico a través del que se reenvía el datagrama IP, el segundo la dirección IP del nodo al que se reenvía el datagrama.

Una ruta de la tabla tiene la información necesaria para identificar el destino, la interfaz y dirección de próximo salto y además decidir la ruta más conveniente cuando hay varias.

La tabla de enrutamiento contiene la información referente a:

- **Destino:** Junto a la máscara de red, representa el intervalo de direcciones IP al que se puede tener acceso con esta ruta. Puede ser una Id de red o una dirección IP.
- **Máscara de red:** Máscara de *bits* utilizada para determinar los *bits* significativos de Destino. Debe formarse por una serie de *bits* **1** contiguos seguidos por una serie de *bits* **0** contiguos. Como hemos dicho, Destino y máscara definen el intervalo de IP. Un datagrama IP con dirección IP de destino del intervalo coincide con la ruta. Para determinar si una IP de destino de un datagrama reenviado coincide con una ruta, se realiza un AND lógico a nivel de bit entre la IP de destino y la máscara. El resultado se compara con el valor del campo Destino para la ruta. Si coinciden, la ruta es correcta para el paquete y se utiliza la IP de próximo salto.
- **IP de próximo salto:** IP a la que se reenviará el datagrama IP si coincide con la ruta. Es relevante para enlaces de difusión, e irrelevante en enlaces punto a

punto. Para rutas de segmentos de red directamente conectados, el campo Próximo salto puede configurarse con la IP de la interfaz de ese segmento de red.

- **Interfaz:** Designación de la interfaz lógica o física utilizada al reenviar datagramas mediante esta ruta. Puede ser un nombre lógico o la IP de la propia interfaz. Windows utiliza la IP asignada a la interfaz de red.
- **Métrica:** Coste de la ruta, ayuda a determinar la ruta a elegir entre varias con el mismo destino y máscara, se utilizará la ruta con métrica más baja. Se utiliza para reflejar la cuenta de saltos (enrutadores hasta el destino).

Las rutas pueden ser de los tipos:

- **Ruta de *host*:** Ruta a un IP específica, por tanto la máscara de red es **/32 (255.255.255.255)**. Se utilizaría para especificar una ruta más óptima a *host* específicos en una subred remota.
- **Ruta de *Id de red*:** ruta para destinos con clase, sin clase, de subred y de superred. La máscara se encuentra entre **/1** y **/31**.
- **Ruta predeterminada:** Ruta hacia todos los destinos, se utiliza cuando no hay coincidencias con el destino. Viene representada por **0.0.0.0** y una máscara **/0**, mejor **0/0**. Una puerta de enlace predeterminada configurada en un *host*, crea una ruta predeterminada en la tabla de enrutamiento. Se utiliza para enrutamiento estático y para resumir todos los destinos de una gran red IP, como Internet.

Ejemplo de una tabla de enrutamiento:

```
C:\> route print
=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 50 56 c0 00 08 ..... VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet8
0x3 ...00 50 56 c0 00 01 ..... VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
0x10005 ...00 00 21 c4 80 f2 ..... NIC Fast Ethernet PCI Familia RTL8139 de
Realtek - Virtual Machine Network Services Driver
=====
Rutas activas:
Destino de red   Máscara de red   Puerta de acceso  Interfaz         Métrica
0.0.0.0          0.0.0.0          192.168.0.1      192.168.0.4     20
127.0.0.0        255.0.0.0        127.0.0.1        127.0.0.1       1
192.168.0.0      255.255.255.0    192.168.0.4      192.168.0.4     20
192.168.0.4      255.255.255.255  127.0.0.1        127.0.0.1       20
192.168.0.255    255.255.255.255  192.168.0.4      192.168.0.4     20
224.0.0.0        240.0.0.0        192.168.0.4      192.168.0.4     20
255.255.255.255  255.255.255.255  192.168.0.4      192.168.0.4     1
Puerta de enlace predeterminada:      192.168.0.1
=====
Rutas persistentes:
ninguno
```

- **Ruta predeterminada 0/0:** es la ruta para cuando nos hay otras coincidencias. En caso de ser elegida, el paquete se reenvía a la IP de la puerta de enlace predeterminada (**192.168.0.1**) mediante la interfaz con IP **192.168.0.4**.

- **Ruta de bucle invertido 127.0.0.0/8**, coincide con cualquier ruta comprendida entre **127.0.0.0** y **127.255.255.255**. Todos los datagramas de este intervalo se reenvían a la dirección reservada de bucle invertido **127.0.0.1** mediante la interfaz de bucle invertido (**127.0.0.1**).
- **Ruta de red conectada directamente 192.168.0.0/24**. El datagrama IP se reenvía a la IP de destino mediante la interfaz asignada a la IP **192.168.0.4**. (ruta de subred conectada localmente)
- **Ruta de host local 192.168.0.4/32**, todo el tráfico dirigido a la IP de *host* local se reenvía a la dirección de bucle invertido (**127.0.0.1**) mediante la interfaz de bucle invertido(**127.0.0.1**)
- **Ruta de difusión dirigida a todas las subredes 192.168.0.255/32**. Los paquetes destinados a la dirección de difusión dirigidas a todas las subredes se envían como difusiones de nivel **MAC**, mediante la interfaz con IP **192.168.0.4**.
- **Rutas de multidifusión 224.0.0.0/4**, se utiliza para coincidir con todas las direcciones de clase **D** reservadas para el tráfico IP de multidifusión. Se envían como multidifusiones de nivel **MAC** utilizando la interfaz con IP **192.168.0.4**.
- **Ruta de difusión limitada 255.255.255.255/32**, ruta de *host* para dirección de difusión limitada. Los datagramas dirigidos a esta dirección se envían como difusiones de nivel **MAC** mediante la interfaz con IP **192.168.0.4**.

Las métricas de enrutamiento 20 indican una interfaz ethernet a 100 Mbps.