

Práctica enrutamiento IP

Sumario

Introducción.....	2
¿Cómo detectar y corregir los problemas?.....	3
Conceptos previos.....	4
Desactivar el <i>proxy</i> o <i>firewall</i>	5
Activar el enrutamiento.....	6
Configuración del enrutamiento.....	8
Comprobación de la conectividad.....	11

Introducción

La cuarta práctica de planificación y administración de redes es una evolución de la [tercera](#) que ya hicimos con anterioridad. A caballo de estas, hemos hecho en clase otra práctica sobre el enrutamiento –esta no había que subirla– que consistía en, a partir de dos clientes y dos servidores, establecer el enrutamiento y configuración necesarios para que el cliente A contactara con el B, teniendo que pasar por dos enrutadores y así poder llegar al otro extremo de la red, y viceversa, para que el otro cliente pudiera responder.

A partir del sistema de máquinas virtuales creado en la práctica anterior y habiendo verificado su conectividad IP –recordemos que debía haberla entre los ordenadores de clase y el servidor Debian, entre todos los servidores Debian de otros compañeros, entre el cliente Windows y el cliente Debian y, por último, entre los clientes y el servidor Debian–, hay que crear un sistema de red (Figura 1) enrutando a todas las subredes del resto de compañeros para así poder cumplir con los requisitos de esta práctica:

- *Tu servidor Debian contacta con el resto de servidores Debian*
- *Tu servidor Debian contacta con el resto de máquinas reales*
- *Tus ordenadores clientes (Windows y Debian) pueden contactar con otros servidores Debian*
- *Tus ordenadores clientes pueden contactar con otros ordenadores clientes*

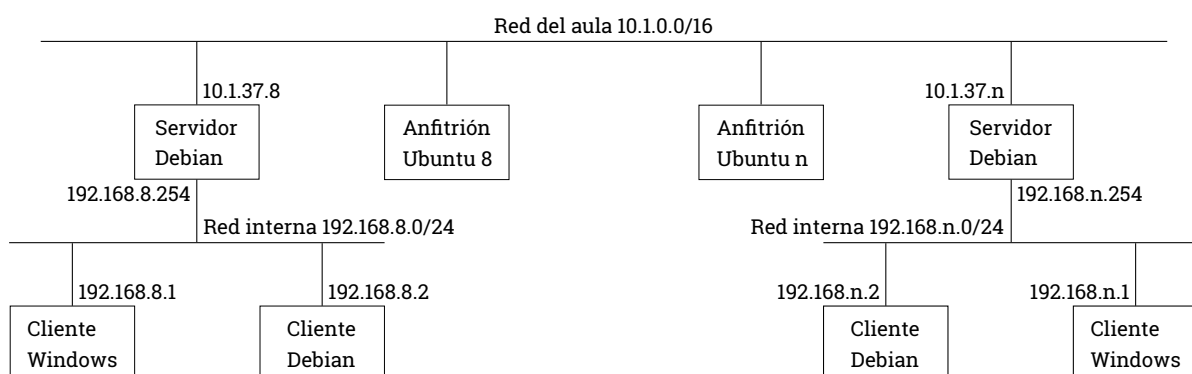


Figura 1: Diagrama de conexiones de red

Así pues, en esta práctica se trata de asimilar qué es una *gateway*, cómo se puede llegar a otras redes gracias a la figura del enrutador y a cómo configurarlo y, en esencia, a comprender cómo está hecho internet –o, al menos, a tener una idea general–. No hay que pasar por alto algo muy importante, que son los pasos a seguir cuando en alguna parte de la red no se establece la comunicación deseada para así detectar y corregir el problema.

¿Cómo detectar y corregir los problemas?

Antes de todo, vamos a ver qué hacer en caso de que algo esté fallando y no sepamos qué. Hay que seguir una serie de instrucciones, **de abajo hacia arriba** –basándonos en el modelo ISO/OSI–, y **ser sistemáticos** con ellas. Si algo no funciona, hay que **revisar y revisar** hasta dar con el problema.

Lo primero, miraremos la configuración de nuestras máquinas virtuales en VirtualBox, y revisaremos minuciosamente el apartado de «Red» de todas nuestras máquinas. Es conveniente **tener apuntada la información de la red** que queramos construir y que esta coincida con los adaptadores de red. Hay que fijarse en cosas como no tener adaptadores de más, de menos, nombres erróneos en nuestras redes internas –si queremos conectar dos máquinas por red interna, este nombre ha de ser el mismo–, que esté conectado a donde queramos, **el cable de red enchufado**, que tengan direcciones MAC distintas...

Verificado esto, pasaríamos a encender nuestras máquinas para comprobar la información de cada una. Listamos la configuración de red y comprobamos que cada adaptador tenga su MAC correcta –cuando configuramos los adaptadores en VirtualBox, podemos aprovechar para apuntar sus últimas letras o dígitos–, en el archivo de configuración revisamos que estén sustituidos los `allow-hotplug` por `auto` –a veces el primero puede ocasionar problemas–, que esté en `static` o `DHCP` –si queremos poner una nosotros, `static`, y `DHCP` si queremos que nos la den automáticamente–, que estén bien puestas en las direcciones IP y su máscara, la puerta de enlace si fuere necesario... Miramos si nos lastra **el proxy o firewall**, si es un enrutador **que esté enrutando** –volver a ejecutar el comando de enrutamiento para estar seguros– y revisamos su archivo de rutas, verificamos **no haber enrutado nuestra propia red interna...**

Todo esto es muy importante y, a medida que subamos de nivel en el modelo ISO/OSI, serán más cosas las que tendremos que revisar. Pero si antes no somos metódicos y cuando algo esté fallando no nos detenemos a mirar todos estos apartados y algunos más, no seremos capaces de lograr establecer la conectividad deseada en nuestras máquinas.

Hay que ir despacio y con buena letra.

Conceptos previos

Para poder realizar esta práctica de manera exitosa, primero se han de aclarar algunos conceptos nuevos que no aparecieron en la práctica anterior. Ya explicado para qué sirve una red interna o el adaptador puente, hay que proceder a la explicación de la puerta de enlace o *gateway*, y del enrutamiento.

Al configurar un adaptador de red nuevo con una dirección IP estática, a este también le añadimos una máscara, para que el ordenador sepa cuál es su red y, opcionalmente, podemos asignarle también una puerta de enlace. Cuando se envía un paquete a otro integrante de la misma red, a este le llega con solo las primeras dos opciones configuradas, ya que el emisor puede *llegar* al receptor sin ningún problema, debido a que alcanza –como es obvio– su propia red. El panorama cambia cuando el destinatario está en otra red, y es aquí cuando la puerta de enlace cobra importancia.

Asignarle a una interfaz de red una **puerta de enlace** hace que se envíen a ella todos aquellos paquetes cuyos destinatarios no estén en la red de ninguno de los adaptadores. Por tanto, se relega en ella la tarea de **hacer llegar los paquetes enviados a otras redes**. Si nuestra *gateway* tiene en su configuración cómo llegar a la red de destino, esta se encargará de llevar al paquete hacia el siguiente nodo para que la conexión pueda ser posible. A grandes rasgos y como ya se ha comentado en la introducción, esta es la esencia de la red de redes, internet, una supraestructura en la que los nodos que la componen se encargan de relegar en otros la tarea de hacer llegar correctamente los paquetes a su destino.

Pero para poder lograr esto satisfactoriamente, hay que configurar estas puertas de enlace adecuadamente, como ya se ha señalado. Si el paquete que se quiere enviar está en otra red distinta a en las que está nuestra *gateway*, entonces **habrá que dirigirlo hacia otra red** –gracias a la configuración que se le establezca– para que así esta nos ayude a llegar a nuestro destino.

Por ahora, hay dos requisitos que son imprescindibles: El primero, que tenga el **enrutamiento activado**, es decir, poder redirigir internamente los paquetes de una adaptador de red a otro, para que así estos puedan cambiar de red y, el segundo, que la **información de la red objetivo esté en la tabla de rutas** de la puerta de enlace, en este caso, **del enrutador**.

La configuración del enrutamiento ha de establecerse **en los dos sentidos**: de nuestro enrutador hacia la red destino y del enrutador de la red destino hacia nuestra red, para que se produzca una comunicación en ambos sentidos. En cierta manera, esta es la complejidad añadida de la práctica: no solo uno mismo tiene que tener bien su configuración, sino que el otro también la ha de tener de manera correcta.

Desactivar el *proxy* o *firewall*

Para poder enrutar, lo primero que hay que hacer es **desactivar el *proxy* o *firewall*** que tengamos, para que no obstaculicen el flujo *natural* de la red. La manera de deshabilitarlo puede variar en función del sistema operativo que estemos utilizando. En nuestro caso, el enrutador es el servidor Debian, pero aprovecharemos también a mostrar cómo se desactiva en la máquina Windows.

En Debian, hay que poner como comentarios todas las líneas –esto se hace antecediendo el carácter de almohadilla (#) a cada una de ellas– del documento ubicado en `/etc/apt/apt.conf`:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# vi /etc/apt/apt.conf
root@servidor-debian:/home/alumno# cat /etc/apt/apt.conf
#Acquire::http::Proxy "http://192.168.111.254:3128";
#Acquire::https::Proxy "http://192.168.111.254:3128";
#Acquire::ftp::Proxy "http://192.168.111.254:3128";
```

Después, hay que ejecutar los siguientes comandos:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# export https_proxy=
root@servidor-debian:/home/alumno# export http_proxy=
root@servidor-debian:/home/alumno# export ftp_proxy=
```

De esta manera, el *proxy* de nuestro servidor Debian estará quitado, pero solo **temporalmente**. Si reiniciamos, tendremos que volver a ejecutar los comandos de `export` para volver a desactivarlo.

Si queremos establecer una configuración **persistente**, es decir, que se mantenga con cada reinicio, hay que quitar los comentarios del archivo `/etc/apt/apt.conf` que acabamos de poner y modificarlo de la siguiente manera, siempre y cuando no apreciemos mucho a nuestro *proxy* –aunque podemos hacer antes una copia del fichero–:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# vi /etc/apt/apt.conf
root@servidor-debian:/home/alumno# cat /etc/apt/apt.conf
Acquire::http::Proxy "false";
Acquire::https::Proxy "false";
Acquire::ftp::Proxy "false";
```

Ejecutamos el comando para **reiniciar el servicio de red** y que se apliquen los cambios:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# systemctl restart networking.service
```

En Windows, como se expuso en la práctica anterior, hay que deshabilitar el *firewall*. Para ello, lo haremos en: «Panel de control» → «Redes e Internet» → «Sistema y seguridad» (desde el panel lateral izquierdo) → «Firewall de Windows» → «Activar o desactivar Firewall de Windows» (panel lateral izquierdo) y tanto en la red doméstica o de trabajo como la pública seleccionamos «Desactivar Firewall de Windows (no recomendado)».

Activar el enrutamiento

Una vez desactivado el *proxy* o *firewall*, procederemos a **activar el enrutamiento**, que también se hace de distinta manera dependiendo de si estamos en Debian o en Windows.

En Debian, se puede activar **temporalmente** ejecutando el siguiente comando:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
```

Para añadirlo de manera **persistente**, podemos insertar el anterior comando dentro del archivo `/etc/network/interfaces`, debajo de un adaptador o al final del todo:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# vi /etc/network/interfaces
root@servidor-debian:/home/alumno# cat /etc/network/interfaces
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
auto eth0
iface eth0 inet static
address 10.1.37.8
netmask 255.255.0.0
sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1

auto eth1
iface eth1 inet static
address 192.168.8.254
netmask 255.255.255.0
```

En **Windows**, hay que hacerlo desde el **registro**. En el menú (*Tecla Windows*), buscamos por «regedit», lo abrimos y, desde el panel izquierdo, iremos a la siguiente ruta: HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip\Parameters\IPEnableRouter (Figura 2). Una vez en ella, haremos clic derecho sobre «IPEnableRouter» → «Modificar...» → «Información del valor: 1» → «Aceptar».

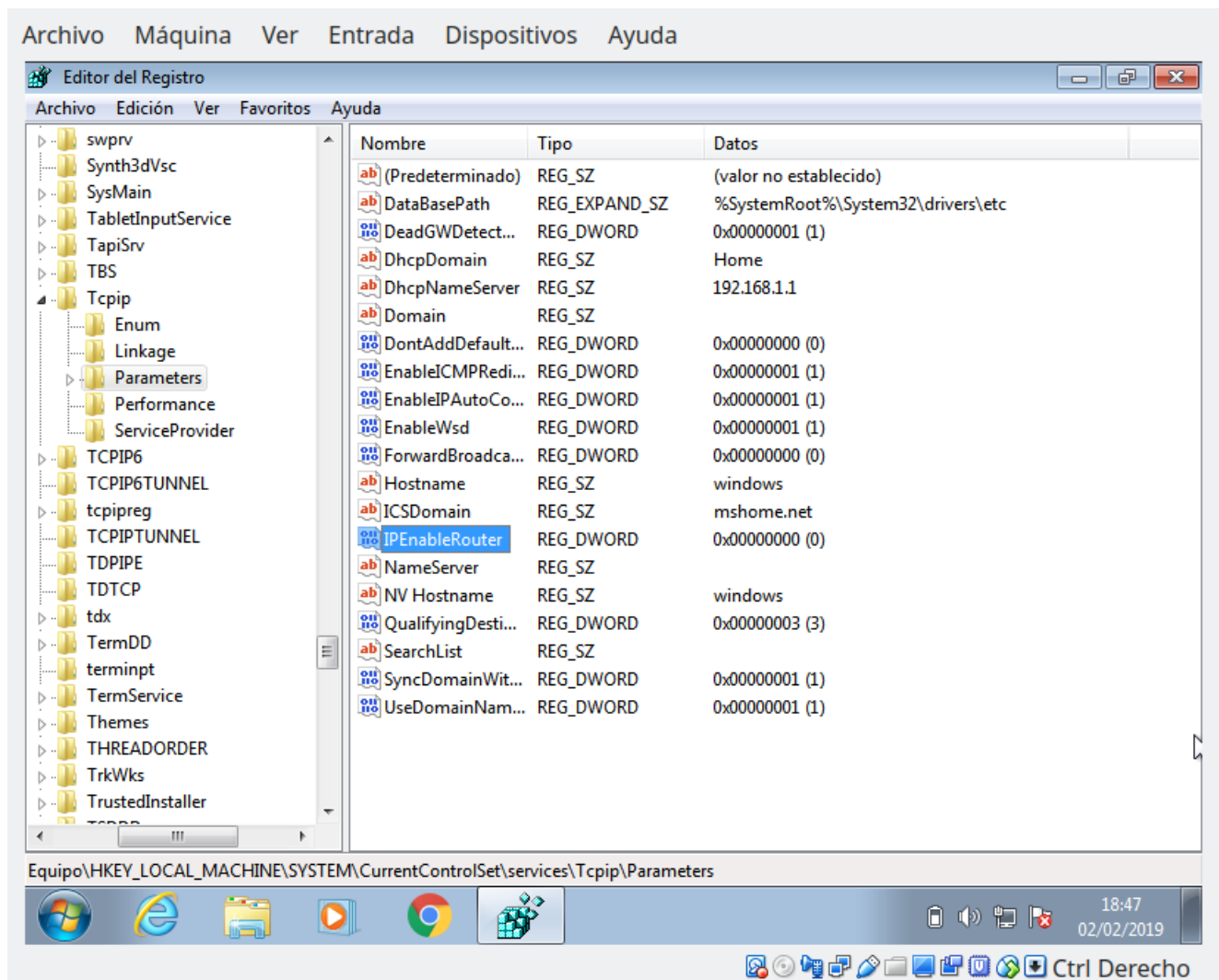


Figura 2: Registro de Windows. Para poder activar el enrutador, hay que modificar la entrada IPEnableRouter

Configuración del enrutamiento

Realizados los pasos previos, se puede enrutar **temporalmente** mediante el siguiente comando, sustituyendo los 3 por el número de servidor asignado a la otra persona:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# route add -net 192.168.3.0/24 gw 10.1.37.3
```

Con esto, habríamos introducido una nueva ruta en nuestra tabla. Ahora, para poder listar todas las que están en nuestra tabla de rutas, ejecutamos:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# route
Kernel IP routing table
Destination      Gateway          Genmask          Flags Metric Ref    Use Iface
10.1.0.0          *                255.255.0.0      U        0      0        0 eth0
192.168.8.0       *                255.255.255.0    U        0      0        0 eth1
192.168.3.0       10.1.37.3        255.255.255.0    UG       0      0        0 eth0
```

La información de este comando puede leerse de la siguiente manera, dejando la explicación de los parámetros de `Flags`, `Metric`, `Ref` y `Use` para prácticas posteriores:

Para la primera, el adaptador (IFace) `eth0` está en la red `10.1.0.0/16` (`Destination` y `Genmask` –`255.255.0.0` equivale a `/16`–) por lo que mi puerta de enlace (`Gateway`) es `*`, es decir, **puedo alcanzarla directamente** y no se requiere de una.

Para la tercera ruta, el destino es la red `192.168.3.0/24`, por lo que si quiero llegar a ella, relegaré los envíos a la gateway `10.1.37.3` –a la cuál puedo llegar–, ya que sabemos de antemano que a través de ese servidor se puede ir a esa red –recordemos el [documento](#) de la anterior práctica y el diagrama de la introducción–.

Ahora que ya sabemos cómo enrutar y las redes que queremos alcanzar junto a sus puertas de enlace, hay que proceder a añadirlas todas. Para ello, tenemos dos opciones: o bien añadir las que son necesarias una a una –copiándolas *a mano*, haciendo uso del portapapeles compartido de Virtualbox...–, o bien crear un *script* que nos automatice esta función, y así dejarlo preparado para futuras ampliaciones o modificaciones.

Para ambas opciones haremos uso de un documento de texto, para así luego introducir la ruta del mismo en la configuración de la red y que esta esté más ordenada. En nuestro caso lo haremos de la segunda manera, ya que nos vendrá bien para el futuro.

Como con en la terminal de Linux (Bash) podemos hacerlo, no necesitamos emplear ninguna herramienta externa, como por ejemplo Node.js en caso de que saber manejarnos con Javascript. Necesitamos hacer una repetición comprendida entre 1 y 254, para que **salte**

el número reservado a la red (0) y el reservado a las tramas de *broadcast* (255). También, tiene que **saltarse nuestra propia red**, ya que de no hacerlo así, generará conflicto y nuestros clientes no se podrán comunicar con el exterior, y viceversa.

Por lo tanto, podemos hacerlo de manera sencilla con dos `for`, o con un `for` y dentro un `if`. En mi caso, lo haré con la primera opción, asignando dos variables: la `x` y la `z`. La primera irá del 1 al 7 y, la segunda, del 9 al 254. Aparte de añadir las rutas, aprovecharemos el archivo de nuestro *script* para que **se añada el enrutamiento de manera automática** y así no tener que estar activándolo cada vez que reiniciemos. **Nombraremos este archivo en base a su función**, para así acordarnos de una manera rápida de cuál es su función, por lo que `enrutador-y-rutas.sh` es un buen nombre, y lo vamos a poner en el directorio de `/etc/network/` para tenerlo mejor localizado. Nuestro archivo quedará así:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# vi /etc/network/enrutador-y-rutas.sh
root@servidor-debian:/home/alumno# cat /etc/network/enrutador-y-rutas.sh
#!/bin/bash
for x in {1..7};
do route add -net 192.168.$x.0 netmask 255.255.255.0 gw 10.1.37.$x;
done
for z in {9..254};
do route add -net 192.168.$z.0 netmask 255.255.255.0 gw 10.1.37.$z;
done
sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
```

La primera línea indica que el archivo es un comando en lenguaje `bash`, y que su extensión es `.sh` para indicar que es un *script*. Después, le daremos **permisos de ejecución y lo ejecutaremos**, aplicándose así el contenido del archivo:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# chmod +x /etc/network/enrutador-y-rutas.sh
root@servidor-debian:/home/alumno# cd /etc/network/ && ./enrutador-y-rutas.sh
```

Aparecerán reflejados todos los comandos aplicados en la terminal. Vamos a verificar que se hayan añadido nuestras rutas correctamente:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# route
Kernel IP routing table
Destination    Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
10.1.0.0       *               255.255.0.0     U        0      0        0 eth0
192.168.1.0    10.1.37.1      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.2.0    10.1.37.2      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.3.0    10.1.37.3      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.4.0    10.1.37.4      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.5.0    10.1.37.5      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.6.0    10.1.37.6      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.7.0    10.1.37.7      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.8.0    *               255.255.255.0   U        0      0        0 eth1
192.168.9.0    10.1.37.9      255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
192.168.10.0   10.1.37.10     255.255.255.0   UG        0      0        0 eth0
```

192.168.11.0	10.1.37.11	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.12.0	10.1.37.12	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.13.0	10.1.37.13	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.14.0	10.1.37.14	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.15.0	10.1.37.15	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.16.0	10.1.37.16	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.17.0	10.1.37.17	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.18.0	10.1.37.18	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.19.0	10.1.37.19	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.20.0	10.1.37.20	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.250.0	10.1.37.250	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.251.0	10.1.37.251	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.252.0	10.1.37.252	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.253.0	10.1.37.253	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0
192.168.254.0	10.1.37.254	255.255.255.0	UG	0	0	0 eth0

Bien, ahora solo falta **introducir nuestro archivo en el de la configuración de la red**. Para ello, le pondremos la palabra **up** **delante**, seguido de un espacio y la ruta de nuestro *script*, todo esto **debajo del adaptador de red que vaya a enrutar**:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# vi /etc/network/interfaces
root@servidor-debian:/home/alumno# cat /etc/network/interfaces
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
auto eth0
iface eth0 inet static
address 10.1.37.8
netmask 255.255.0.0
up /etc/network/enrutador-y-rutas.sh

auto eth1
iface eth1 inet static
address 192.168.8.254
netmask 255.255.255.0
```

En el apartado siguiente, en la comprobación de la conectividad, haremos uso de los comandos **mtr** (en Debian) y **pathping** (en Windows) para así poder **comprobar los saltos de red**, cosa que **no puede hacer el comando ping**, por lo que podríamos por error creer que estamos enrutando cuando no es así.

Comprobación de la conectividad

1. Mtr entre todos los servidores Debian de otros compañeros (con algunos de ellos):

- Desde mi servidor (10.1.37.8) al servidor 10.1.37.2:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.2
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:04:46 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.37.2 0.0% 7 1.3 1.4 1.0 1.9 0.0
```

- Desde mi servidor (10.1.37.8) al servidor 10.1.37.3:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.3
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:05:29 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.37.3 0.0% 7 1.0 1.4 1.0 2.1 0.0
```

- Desde mi servidor (10.1.37.8) al servidor 10.1.37.7:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.7
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:06:05 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.37.7 0.0% 7 1.0 1.0 0.6 1.2 0.0
```

- Desde mi servidor (10.1.37.8) al servidor 10.1.37.17:

```
root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.17
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:06:33 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.37.17 0.0% 7 1.0 1.2 1.0 1.9 0.0
```

2. Mtr entre el servidor Debian y las máquinas reales (con algunas de ellas):

- Desde mi servidor (10.1.37.8) a la máquina real 10.1.0.234:

```

root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.0.234
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:08:25 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.0.234 0.0% 6 1.1 1.4 1.1 1.8 0.0

```

- Desde mi servidor (10.1.37.8) a la máquina real 10.1.238.3:

```

root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.238.3
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:09:20 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.238.3 0.0% 10 1.0 1.2 1.0 2.3 0.0

```

- Desde mi servidor (10.1.37.8) a la máquina real 10.1.0.133:

```

root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.0.133
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:09:58 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.0.133 0.0% 11 1.0 1.0 0.9 1.1 0.0

```

- Desde mi servidor (10.1.37.8) a la máquina real 10.1.0.151:

```

root@servidor-debian:/home/alumno# mtr 10.1.0.151
My traceroute [v0.85]
servidor-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:10:40 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Pings
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 10.1.0.151 0.0% 8 1.1 1.2 1.0 1.8 0.0

```

3. Pathping (Windows) y mtr (Debian) entre los clientes y los servidores de otros compañeros (con algunos de ellos):

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al servidor 10.1.37.2:

```
C:\Users\alumno>pathping 10.1.37.2

Traza a 10.1.37.2 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.2

Procesamiento de estadísticas durante 50 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0 windows [192.168.8.1]
 1 0ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% 192.168.8.254
 2 1ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% 10.1.37.2

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al servidor 10.1.37.2:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.2
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 21:57:17 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets          Pings
Host      Loss%  Snt   Last  Avg  Best  Wrst StDev
1. 192.168.8.254    0.0%   9    1.0   1.0   0.9   1.0   0.0
2. 10.1.37.2        0.0%   8    1.9   2.0   1.8   2.3   0.0
```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al servidor 10.1.37.3:

```
C:\Users\alumno>pathping 10.1.37.3

Traza a 10.1.37.3 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.3

Procesamiento de estadísticas durante 50 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0 windows [192.168.8.1]
 1 0ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% 192.168.8.254
 2 1ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% 10.1.37.3

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al servidor 10.1.37.3:

```

root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.3
                                My traceroute  [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0)                               Fri Feb  1 21:59:01 2019
Keys:  Help    Display mode  Restart statistics  Order of fields  quit
                Packets
Host                Loss%   Snt    Last   Avg    Best   Wrst   StDev
1. 192.168.8.254    0.0%    10     1.1    1.1    0.8    1.4    0.0
2. 10.1.37.3        0.0%    10     1.8    1.9    1.7    2.6    0.0

```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al servidor 10.1.37.7:

```

C:\Users\alumno>pathping 10.1.37.7

Traza a 10.1.37.7 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0  windows [192.168.8.1]
 1  192.168.8.254
 2  10.1.37.7

Procesamiento de estadísticas durante 50 segundos...
Origen hasta aquí   Este Nodo/Vínculo
Salto  RTT      Perdido/Enviado = Pct  Perdido/Enviado = Pct  Dirección
 0                                     windows [192.168.8.1]
 1    0ms      0/ 100 = 0%          0/ 100 = 0%          | 192.168.8.254
 2    1ms      0/ 100 = 0%          0/ 100 = 0%          | 10.1.37.7

Traza completa.

```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al servidor 10.1.37.7:

```

root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.7
                                My traceroute  [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0)                               Fri Feb  1 22:02:06 2019
Keys:  Help    Display mode  Restart statistics  Order of fields  quit
                Packets
Host                Loss%   Snt    Last   Avg    Best   Wrst   StDev
1. 192.168.8.254    0.0%     8     1.1    1.1    0.9    1.3    0.0
2. 10.1.37.7        0.0%     7     1.8    1.8    1.5    2.3    0.0

```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al servidor 10.1.37.17:

```
C:\Users\alumno>pathping 10.1.37.17

Traza a 10.1.37.17 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.17

Procesamiento de estadísticas durante 50 segundos...
Origen hasta aquí Este Modo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0 windows [192.168.8.1]
 1 0ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% 192.168.8.254
 2 1ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% 10.1.37.17

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al servidor 10.1.37.17:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 10.1.37.17
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 22:03:46 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. 192.168.8.254 0.0% 8 1.2 1.2 0.9 2.0 0.0
2. 10.1.37.17 0.0% 8 1.7 1.8 1.7 1.9 0.0
```

4. Pathping (Windows) y mtr (Debian) entre nuestros clientes y los de otros compañeros (con algunos de ellos):

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Windows 192.168.2.1:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.2.1
```

Traza a 192.168.2.1 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

```
0  windows [192.168.8.1]
1  192.168.8.254
2  10.1.37.2
3  192.168.2.1
```

Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...

Salto	RTT	Origen hasta aquí		Este Nodo/Vínculo		Dirección
		Perdido	Enviado = Pct	Perdido	Enviado = Pct	
0						windows [192.168.8.1]
1	0ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	192.168.8.254
2	1ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	10.1.37.2
3	2ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	192.168.2.1

Traza completa.

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Windows 192.168.2.1:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.2.1
```

My traceroute [v0.85]

cliente-debian (0.0.0.0)

Fri Feb 1 21:15:29 2019

Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit

Host	Packets		Pings				
	Loss%	Snt	Last	Avg	Best	Wrst	StDev
1. 192.168.8.254	0.0%	19	1.0	1.1	0.9	1.6	0.0
2. 10.1.37.2	0.0%	19	2.3	2.0	1.7	2.7	0.0
3. 192.168.2.1	0.0%	18	2.5	2.9	2.4	4.3	0.2

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Debian 192.168.2.2:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.2.2

Traza a 192.168.2.2 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.2
 3 192.168.2.2

Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0                                windows [192.168.8.1]
 1 0ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.8.254
 2 1ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      10.1.37.2
 3 2ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.2.2

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Debian 192.168.2.2:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.2.2
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 21:27:03 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets          Pings
Host      Loss%  Snt  Last  Avg  Best  Wrst StDev
1. 192.168.8.254    0.0%   10   1.0   1.1   1.0   1.4   0.0
2. 10.1.37.2       0.0%   10   1.9   2.0   1.6   2.9   0.0
3. 192.168.2.2     0.0%   10   2.5   2.6   2.4   3.0   0.0
```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Windows 192.168.3.1:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.3.1
```

```
Traza a 192.168.3.1 sobre caminos de 30 saltos como máximo.
```

```
0  windows [192.168.8.1]
1  192.168.8.254
2  10.1.37.3
3  192.168.3.1
```

```
Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
```

Salto	RTT	Origen hasta aquí		Este Nodo/Vínculo		Dirección
		Perdido/Enviado = Pct	Perdido/Enviado = Pct	Perdido/Enviado = Pct	Perdido/Enviado = Pct	
0						windows [192.168.8.1]
1	0ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	192.168.8.254
2	1ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	10.1.37.3
3	2ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	192.168.3.1

```
Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Windows 192.168.3.1:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.3.1
```

```
My traceroute [v0.85]
```

```
cliente-debian (0.0.0.0)
```

```
Fri Feb 1 21:31:45 2019
```

```
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
```

Host	Packets		Pings				
	Loss%	Snt	Last	Avg	Best	Wrst	StDev
1. 192.168.8.254	0.0%	17	1.1	1.1	0.8	1.7	0.0
2. 10.1.37.3	0.0%	16	1.8	1.9	1.6	2.5	0.0
3. 192.168.3.1	0.0%	16	2.7	2.7	1.5	3.8	0.4

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Debian 192.168.3.2:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.3.2

Traza a 192.168.3.2 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.3
 3 192.168.3.2

Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0                                windows [192.168.8.1]
 1 0ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.8.254
 2 1ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      10.1.37.3
 3 2ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.3.2

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Debian 192.168.3.2:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.3.2
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 21:44:26 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets          Pings
Host      Loss%  Snt   Last   Avg    Best  Wrst StDev
1. 192.168.8.254      0.0%   16    1.2    1.0    0.9   1.5   0.0
2. 10.1.37.3          0.0%   16    1.7    2.1    1.7   3.6   0.4
3. 192.168.3.2        0.0%   16    2.5    2.8    2.2   3.9   0.0
```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Windows 192.168.7.1:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.7.1
```

```
Traza a 192.168.7.1 sobre caminos de 30 saltos como máximo.
```

```
0  windows [192.168.8.1]
1  192.168.8.254
2  10.1.37.7
3  192.168.7.1
```

```
Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
```

Salto	RTT	Origen hasta aquí		Este Nodo/Vínculo		Dirección
		Perdido/Enviado = Pct	Perdido/Enviado = Pct	Perdido/Enviado = Pct	Perdido/Enviado = Pct	
0						windows [192.168.8.1]
1	0ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	192.168.8.254
2	1ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	10.1.37.7
3	2ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	192.168.7.1

```
Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Windows 192.168.7.1:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.7.1
```

```
My traceroute [v0.85]
```

```
cliente-debian (0.0.0.0)
```

```
Fri Feb 1 21:46:51 2019
```

```
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
```

Host	Packets		Pings				
	Loss%	Snt	Last	Avg	Best	Wrst	StDev
1. 192.168.8.254	0.0%	8	0.9	1.1	0.9	1.3	0.0
2. 10.1.37.7	0.0%	7	1.9	2.2	1.8	3.1	0.0
3. 192.168.7.1	0.0%	7	2.7	2.8	2.3	3.5	0.0

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Debian 192.168.7.2:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.7.2

Traza a 192.168.7.2 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.7
 3 192.168.7.2

Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0
 1 0ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% I
 2 1ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% I
 3 2ms 0/ 100 = 0% 0/ 100 = 0% I
Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Debian 192.168.7.2:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.7.2
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 21:49:05 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets          Pings
Host      Loss%  Snt  Last  Avg  Best  Wrst StDev
1. 192.168.8.254    0.0%   8    1.1    1.1    0.6    1.8    0.0
2. 10.1.37.7        0.0%   8    1.7    1.9    1.6    2.6    0.0
3. 192.168.7.2      0.0%   8    3.2    3.1    2.3    4.5    0.7
```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Windows 192.168.17.1:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.17.1

Traza a 192.168.17.1 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.17
 3 192.168.17.1

Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0                                windows [192.168.8.1]
 1 0ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.8.254
 2 1ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      10.1.37.17
 3 2ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.17.1

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Windows 192.168.17.1:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.17.1
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 21:51:27 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets          Pings
Host      Loss%  Snt   Last   Avg   Best  Wrst StDev
1. 192.168.8.254      0.0%   16    1.0    1.0    0.9    1.3   0.0
2. 10.1.37.17         0.0%   16    1.9    1.9    1.7    3.0   0.3
3. 192.168.17.1       0.0%   16    3.1    2.7    2.4    3.1   0.0
```

- Desde mi cliente Windows (192.168.8.1) al cliente Debian 192.168.17.2:

```
C:\Users\alumno>pathping 192.168.17.2

Traza a 192.168.17.2 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 0 windows [192.168.8.1]
 1 192.168.8.254
 2 10.1.37.17
 3 192.168.17.2

Procesamiento de estadísticas durante 75 segundos...
Origen hasta aquí Este Nodo/Vínculo
Salto RTT Perdido/Enviado = Pct Perdido/Enviado = Pct Dirección
 0                                windows [192.168.8.1]
 1 0ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.8.254
 2 1ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      10.1.37.17
 3 2ms      0/ 100 = 0%      0/ 100 = 0%      192.168.17.2

Traza completa.
```

- Desde mi cliente Debian (192.168.8.2) al cliente Debian 192.168.17.2:

```
root@cliente-debian:/home/alumno# mtr 192.168.17.2
My traceroute [v0.85]
cliente-debian (0.0.0.0) Fri Feb 1 21:53:58 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
          Packets          Pings
Host      Loss%  Snt   Last  Avg  Best  Wrst StDev
1. 192.168.8.254      0.0%   13    1.6   1.3   0.9   2.3   0.0
2. 10.1.37.17         0.0%   13    2.5   1.9   1.7   2.5   0.0
3. 192.168.17.2       0.0%   13    2.6   2.8   2.4   3.8   0.3
```