

# Fundamentos de Redes de Ordenadores

## Práctica 4: `traceroute`

GSyC – URJC  
Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones y  
Sistemas Telemáticos y Computación

Noviembre de 2022

### Resumen

En esta práctica se aprende a:

- trabajar con escenarios de red preconfigurados
- estudiar las direcciones IP y las tablas de encaminamiento existentes en máquinas preconfiguradas
- realizar cambios a tablas de encaminamiento para cumplir las condiciones pedidas
- elegir direcciones IP y máscaras de subred apropiadas
- estudiar la salida del comando `traceroute` para deducir las rutas entre máquinas
- estudiar ficheros de captura para deducir las rutas entre máquinas

**IMPORTANTE:** En las figuras de los escenarios y en el texto de la práctica aparecen direcciones IP con una X entre medias (ej.: 12.X.0.100). Cada alumno tendrá en su escenario unas IPs con un valor concreto de X.

## 1. Escenario A

Descarga, introduciendo tu DNI en el enlace:

<https://mobiquo.gsync.urjc.es/practicas/fro/p4.html>

el fichero `p4-lab-a.tgz`, que contiene un escenario de red. Descomprímelo de la misma manera que hiciste en la práctica anterior.

Lanza ahora NetGUI. En el menú, elige File → Open y selecciona la carpeta `p4-lab-a` en la que está el escenario. Verás aparecer la red de la figura 1.

Arranca todas las máquinas de una en una, esperando que una máquina haya terminado su arranque antes de arrancar la siguiente.

1. Observa las direcciones IP que aparecen configuradas en el escenario de red. Comprobarás que todas las máquinas excepto `r3` tienen ya configurada su dirección IP. Mira el contenido de la tabla de *routing* de todas las máquinas (excepto `r3`)
2. Comprueba que en `pc1` no funciona un `ping` a la dirección `14.X.0.2`. ¿Por qué? Mira atentamente las direcciones IP de `pc1`, `r1-eth0` y `r2-eth0`. ¿Ves ya lo que pasa? Realiza los cambios necesarios **en la configuración de pc1** para que dicho `ping` funcione. Realiza los cambios de forma que `pc1` mantenga su nueva configuración aunque se apague y vuelva a encenderse.

Haz una captura de tráfico en el fichero `p4-a-01.cap` que contenga paquetes que demuestren que dicho `ping` ya funciona adecuadamente.

3. La máquina `r3` no tiene configurada la dirección IP en sus interfaces de red. Configura direcciones IP adecuadas para sus interfaces `eth0`, `eth1` y `eth2`, de forma que dicha configuración se mantenga después de apagar y volver a encender `r3`. Elige todas las direcciones IP de `r3` de forma que terminen en `.3`.

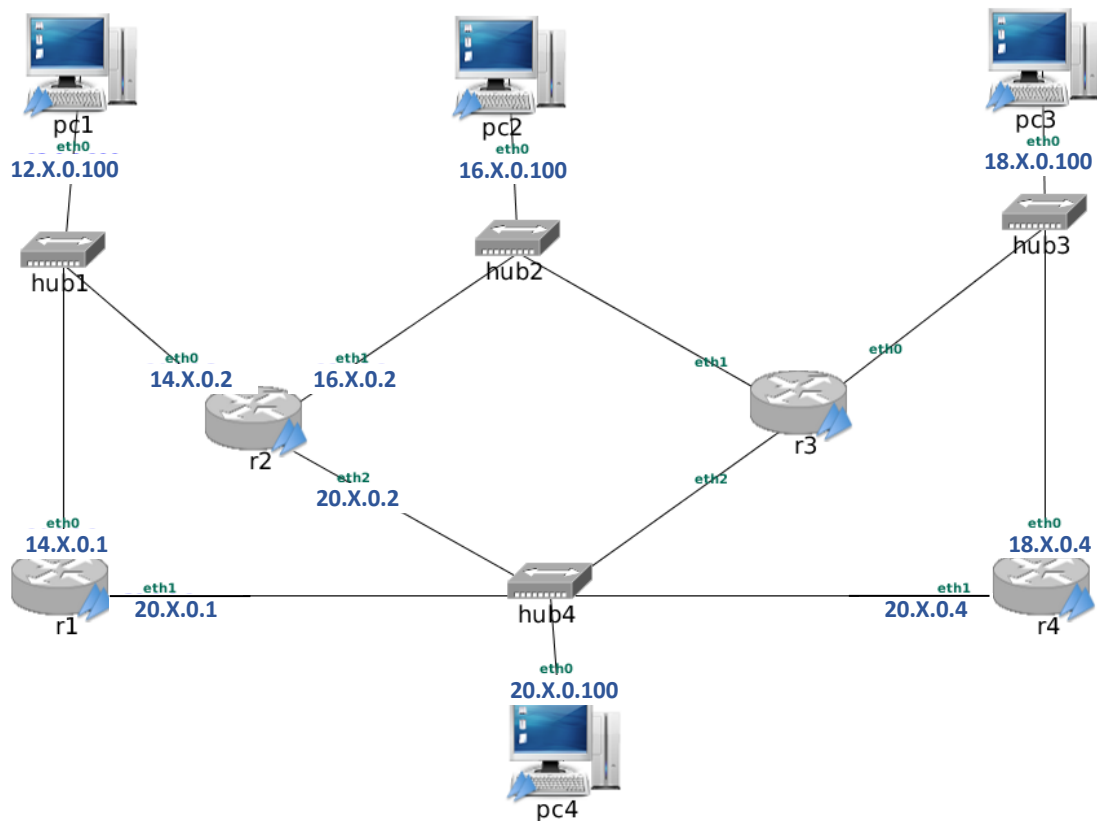


Figura 1: Escenario A

4. Realiza los cambios necesarios en las tablas de *routing* adecuadas para que pc2 y pc3 puedan intercambiar datagramas IP y lo hagan por las siguientes rutas:

- Desde pc2 a pc3: pc2 => r3 => pc3
- Desde pc3 a pc2: pc3 => r4 => r1 => r2 => pc2

Intenta realizar los mínimos cambios posibles sobre las tablas que ya existen.

Ejecuta en pc2 el comando `tracert 18.X.0.100`. Comprueba que la salida del comando se corresponde con la ruta de pc2 a pc3 que has configurado.

Repite el comando capturando el tráfico que se produce:

- captura en el hub2 lanzando `tcpdump` en r3-eth1 con nombre de fichero `p4-a-02.cap`
- captura en el hub3 lanzando `tcpdump` en r4-eth0 con nombre de fichero `p4-a-03.cap`
- ejecuta en pc2 el comando `tracert 18.X.0.100`
- interrumpe las capturas

Analiza el tráfico capturado en ambos ficheros de captura y reconoce en ellos el comportamiento del comando `tracert` tal y como se explica en las transparencias de teoría.

5. Intenta comprobar ahora la ruta de pc3 a pc2 ejecutando en pc3 el comando `tracert 16.X.0.100`. Espera a que termine completamente la ejecución del comando. Posiblemente aparecerán \* en alguno de sus pasos. Recordando el comportamiento del `tracert`, piensa a qué se deben dichos \*. Para que no aparezcan, necesitarás configurar rutas para poder volver desde r1 a pc3 y desde r2 a pc3. Introduce esas rutas y repite el comando hasta que funcione completamente sin mostrar ningún \*.
6. Realiza los cambios necesarios en las tablas de *routing* para que pc4 pueda intercambiar datagramas IP con pc1, pc2 y pc3, independientemente de la ruta por la que lo haga. Intenta realizar los mínimos cambios posibles.
7. Localiza qué máquinas de entre pc1, pc2, pc3 y pc4 aún no pueden intercambiar datagramas entre sí. Realiza los cambios necesarios para que puedan. Intenta realizar los mínimos cambios posibles.

## 2. Escenario B

Descarga, introduciendo tu DNI en el enlace:

<http://mobiquo.gsync.es/practicas/fro/p4.html>

el fichero `p4-lab-b.tgz`, que contiene el escenario de red para realizar los siguientes apartados.

Descomprime el escenario de red `p4-lab-b` y abre dicho escenario dentro de NetGUI.

Arranca todas las máquinas de dicho escenario, de una en una, esperando que una máquina haya terminado su arranque antes de arrancar la siguiente. Obtendrás un escenario como el que se muestra en la figura 2.

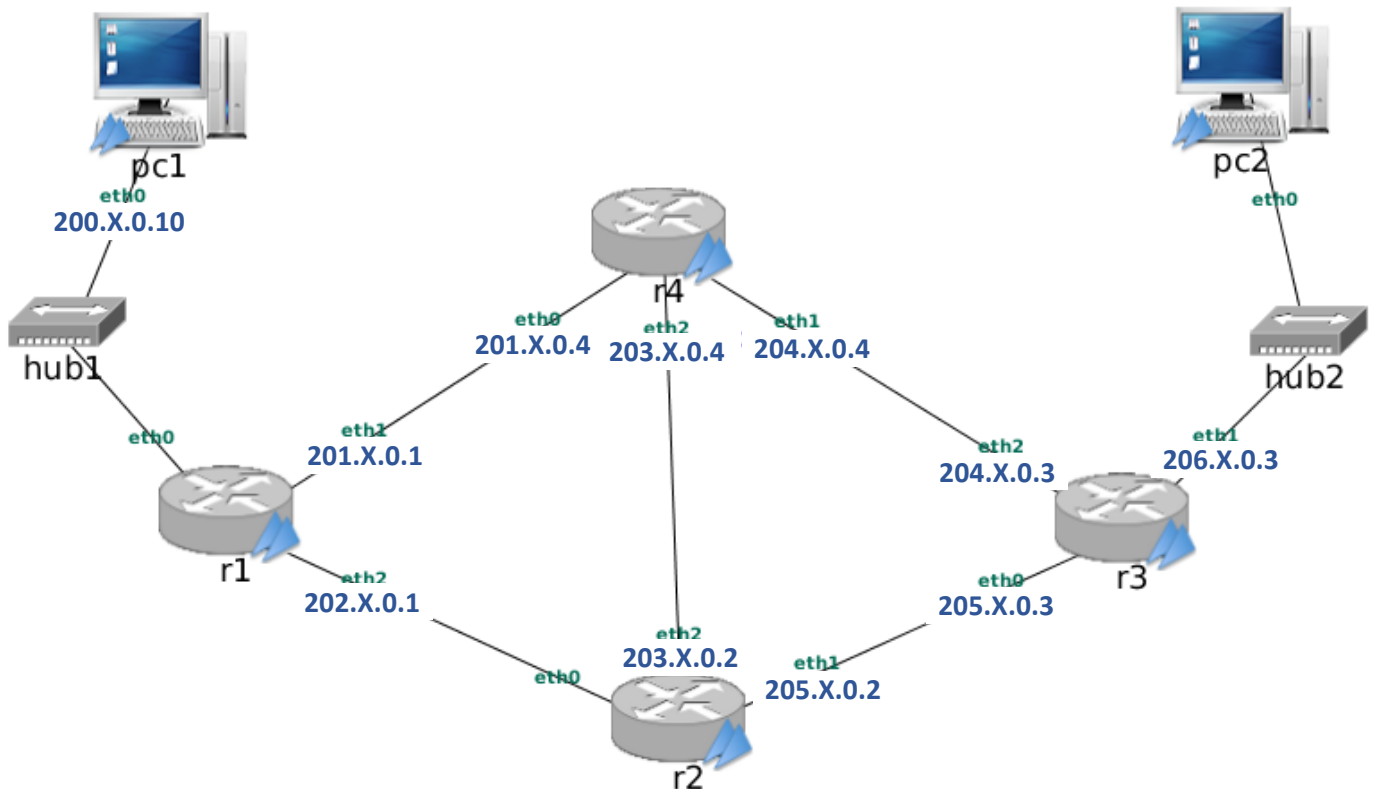


Figura 2: Escenario B

En algunas máquinas falta por configurar alguna dirección IP. Tendrás que configurarla más adelante según las condiciones que establezca el enunciado.

### 2.1. Traceroute desde pc1 a r4 y viceversa

Supón que se ejecutan los siguientes comandos en `pc1` y en `r4`, obteniéndose los resultados que se muestran:

- En `pc1` se ejecuta el siguiente comando:

```
pc1:~# traceroute 203.X.0.4
traceroute to 203.X.0.4 (203.X.0.4), 64 hops max, 40 byte packets
 1 200.X.0.1
 2 202.X.0.2
 3 203.X.0.4
```

- En `r4` se ejecuta el siguiente comando:

```
r4:~# traceroute 200.X.0.10
traceroute to 200.X.0.10 (200.X.0.10), 64 hops max, 40 byte packets
 1 203.X.0.2
 2 202.X.0.1
 3 200.X.0.10
```

1. ¿Cuáles son los *routers* que se atraviesan para ir desde **pc1** a la dirección 203.0.0.4, en función de la salida mostrada?
2. ¿Cuáles son los *routers* que se atraviesan para ir desde **r4** a **pc1**, en función de la salida mostrada?
3. Realiza los cambios de configuración en las tablas de *routing* para que el resultado anterior se produzca en tu escenario. Efectúa sólo los cambios imprescindibles: no modifiques las rutas ni las direcciones IP que ya están configuradas en el escenario, **sólo puedes añadir direcciones IP y rutas**, cumpliendo además las siguientes restricciones:

- En las tablas de *routing* de las máquinas (**pc1** y **pc2**) sólo puedes añadir rutas por defecto.
- En las tablas de *routing* de los *routers* NO puedes añadir rutas por defecto.

Utiliza **traceroute** sobre el escenario modificado para comprobar que su salida es la misma que la mostrada al principio de este apartado.

Captura ahora el tráfico que se produce en el **traceroute** de **pc1** a **r4**:

- lanza tcpdump en **r1-eth0** con nombre de fichero **p4-b-01.cap**
- lanza tcpdump en **r2-eth0** con nombre de fichero **p4-b-02.cap**
- lanza tcpdump en **r4-eth2** con nombre de fichero **p4-b-03.cap**
- ejecuta en **pc1** el comando **traceroute 203.X.0.4**
- interrumpe las capturas

Analiza el tráfico capturado en ambos ficheros de captura y reconoce en ellos el comportamiento del comando **traceroute** tal y como se explica en las transparencias de teoría.

## 2.2. Traceroute desde **pc1** a **pc2**

Supón que se ejecuta en **pc1** un **traceroute** a **pc2** y se obtiene el siguiente resultado:

```
pc1:~# traceroute 206.X.0.10
traceroute to 206.X.0.10 (206.X.0.10), 64 hops max, 40 byte packets
 1 200.X.0.1
 2 202.X.0.2
 3 204.X.0.3
 4 206.X.0.10
```

1. ¿Cuáles son los *routers* que se atraviesan para ir desde **pc1** a **pc2**, en función de la salida producida por **traceroute**?
2. ¿Por qué en el resultado de **traceroute** la dirección IP del tercer salto es 204.X.0.3 en vez de 205.X.0.3?
3. Realiza los cambios de configuración en las tablas de *routing* para que el resultado anterior se produzca en tu escenario. Efectúa sólo los cambios imprescindibles: no modifiques las rutas ni las direcciones IP que ya están configuradas en el escenario, **sólo puedes añadir direcciones IP y rutas**, cumpliendo además las siguientes restricciones:

- En las tablas de *routing* de las máquinas (**pc1** y **pc2**) sólo puedes añadir rutas por defecto.
- En las tablas de *routing* de los *routers* NO puedes añadir rutas por defecto.

Utiliza **traceroute** sobre el escenario modificado para comprobar que su salida es la misma que la mostrada al principio de este apartado.

Captura ahora el tráfico que se produce:

- lanza tcpdump en **r1-eth0** con nombre de fichero **p4-b-04.cap**
- lanza tcpdump en **r2-eth0** con nombre de fichero **p4-b-05.cap**
- lanza tcpdump en **r3-eth0** con nombre de fichero **p4-b-06.cap**
- lanza tcpdump en **pc2-eth0** con nombre de fichero **p4-b-07.cap**
- lanza tcpdump en **r4-eth1** con nombre de fichero **p4-b-08.cap**
- ejecuta en **pc1** el comando **traceroute 206.X.0.10**
- interrumpe las capturas

Analiza el tráfico capturado en ambos ficheros de captura y reconoce en ellos el comportamiento del comando **traceroute** tal y como se explica en las transparencias de teoría.

### 3. Escenario C

Descarga, introduciendo tu DNI en el enlace:

<http://mobiquo.gsync.es/practicas/fro/p4.html>

el fichero `p4-lab-c.tgz`, que contiene el escenario de red para realizar los siguientes apartados.

Descomprime el escenario de red `p4-lab-c` y abre dicho escenario dentro de NetGUI.

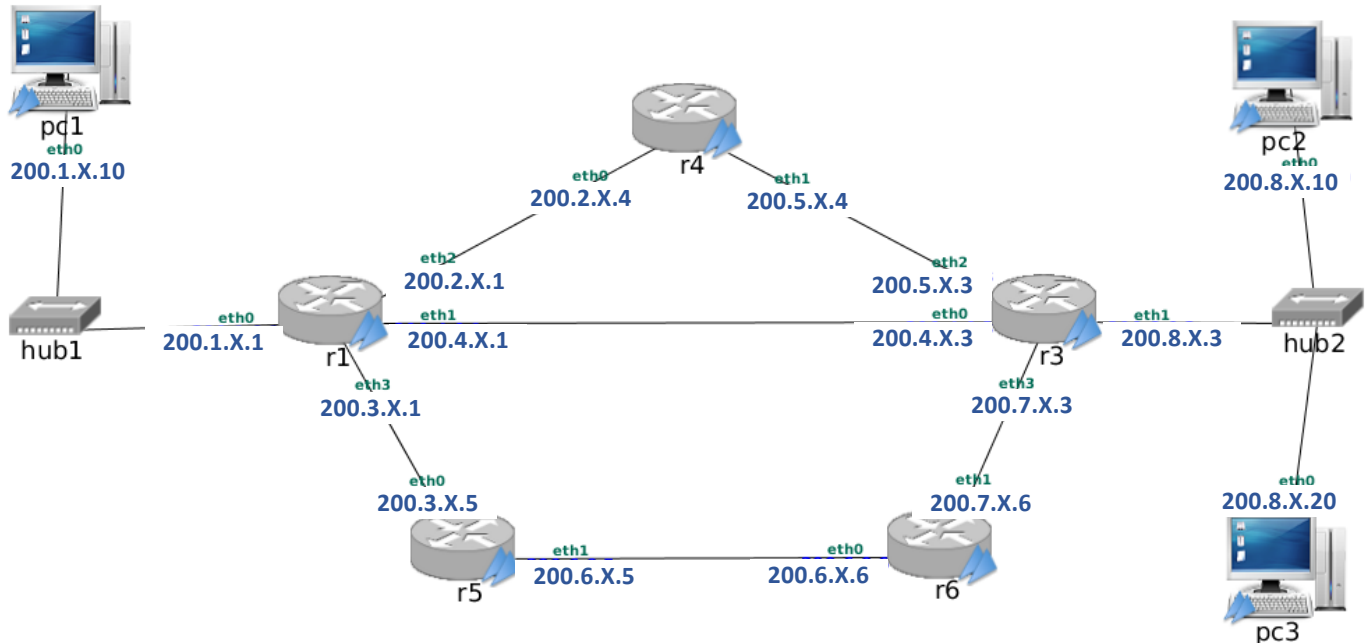


Figura 3: Escenario C

Arranca todas las máquinas de dicho escenario, de una en una, esperando que una máquina haya terminado su arranque antes de arrancar la siguiente. Obtendrás un escenario como el que se muestra en la figura 3.

El escenario no está configurado completamente. Algunas máquinas necesitan configurar rutas. Irás realizando dicha configuración a lo largo de los siguientes apartados.

#### 3.1. Caso 1

En un escenario como el mostrado en `p4-lab-c` pero con valor de  $X = 0$  se han ejecutado una o más órdenes y, mientras se ejecutaban, se obtuvieron las siguientes capturas:

- `cap1.cap`: Captura realizada en la red `200.6.X.0`.
- `cap2.cap`: Captura realizada en la red `200.4.X.0`.

Analiza dichas capturas simultáneamente ya que las dos juntas serán las que te permitirán responder a la siguiente cuestión: ¿Qué órdenes se ejecutaron para poder obtener esas capturas?

Modifica en el escenario las rutas necesarias para que se puedan realizar estas capturas al ejecutar dichas órdenes.

Comprueba tus respuestas ejecutando dichas órdenes sobre tu escenario mientras realizas capturas en las redes indicadas:

- lanza `tcpdump` en `r5-eth1` con nombre de fichero `p4-c-01.cap`
- lanza `tcpdump` en `r3-eth0` con nombre de fichero `p4-c-02.cap`
- ejecuta las órdenes para generar el tráfico
- interrumpe las capturas

Tus capturas deben ser iguales a las que te damos (sin tener en cuenta los posibles paquetes de ARP, y por supuesto, teniendo las IPs el valor adecuado de tu  $X$ ).

### 3.2. Caso 2

En un escenario como el mostrado en **p4-lab-c** pero con valor de  $X = 0$  se han ejecutado una o más órdenes mientras se realizaba la siguiente captura: **cap3.cap**.

Analiza la captura para poder responder las siguientes cuestiones: ¿En qué red se ha realizado dicha captura? ¿Qué órdenes han tenido que ejecutarse para poder obtener el tráfico de esta captura?

Modifica en el escenario las rutas necesarias para que se pueda realizar esta captura al ejecutar dichas órdenes.

Comprueba tus respuestas ejecutando dichas órdenes sobre tu escenario mientras realizas una captura en la red adecuada. Llama a dicho fichero de captura **p4-c-03.cap**.

Tu captura debe ser igual a la que te damos (sin tener en cuenta los posibles paquetes de ARP, y por supuesto, teniendo las IPs el valor adecuado de tu X).

## 4. Entrega de la práctica

Sube al enlace que encontrarás en Aula Virtual, y antes de que termine el plazo de entrega, los siguientes ficheros:

- Memoria en formato pdf
- Fichero **p4.tgz** o **p4.zip** resultado de comprimir **la carpeta p4** que contenga los siguientes ficheros de captura:
  - **p4-a-01.cap**, **p4-a-02.cap**, **p4-a-03.cap**
  - **p4-b-01.cap**, **p4-b-02.cap**, **p4-b-03.cap**, **p4-b-04.cap**, **p4-b-05.cap**, **p4-b-06.cap**, **p4-b-07.cap**, **p4-b-08.cap**
  - **p4-c-01.cap**, **p4-c-02.cap**, **p4-c-03.cap**