

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**UNAN - León**  
**Facultad de Ciencias y Tecnologías**



**Practica 2**

**Componente:**

o **Redes de Computadoras**

**Integrante:**

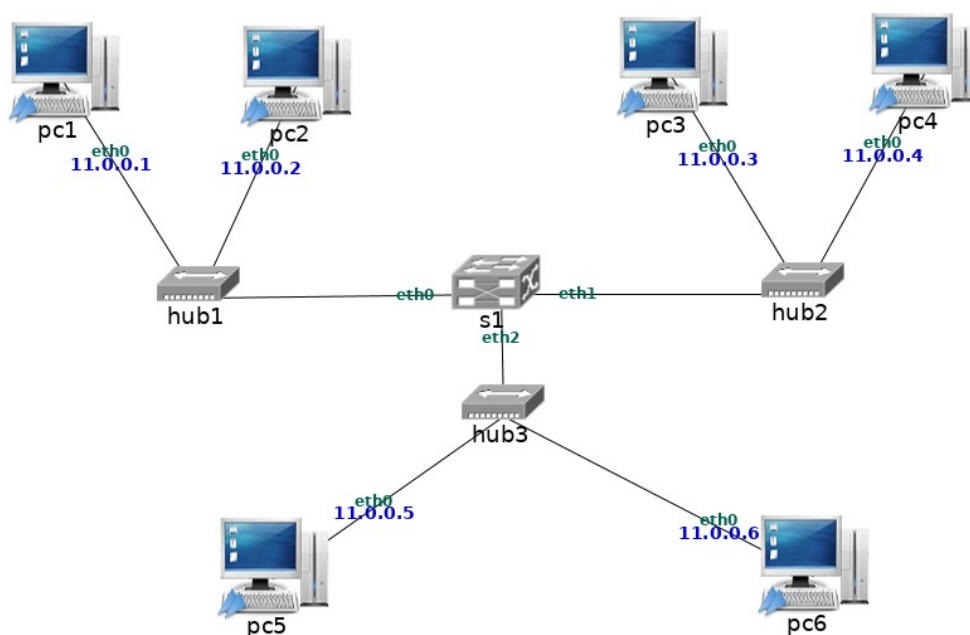
➤ **Bismarck Antonio Berrios Lopez**

## 1. Funcionamiento de hubs y switch

En el fichero lab-hub-switch.tgz está definida una red como la de la figura 1. Descomprime el fichero (con `tar -xvzf lab-hub-switch.tgz`), arranca NetGUI y abre el escenario.

No arranques aún s1.

Arranca el resto de las máquinas de una en una.



Deja por ahora sin arrancar el switch s1. Cada uno de los hubs estará aislado de los demás. Por lo tanto sólo habrá conectividad entre los ordenadores que están conectados al mismo hub. Las tramas Ethernet no pueden salir del hub en el que aparecen.

NOTA: Las capturas a realizar en este apartado no es necesario redirigirlas a un fichero para estudiarlas con wireshark. Basta con ver la salida de `tcpdump` directamente en el terminal de cada máquina virtual, escribiendo: **`tcpdump -i eth0`**.

### 1.1. Comunicación entre máquinas con s1 apagado

1. Piensa en qué paquetes se capturarán en pc2, pc3 y en pc5 si se hace un ping desde pc1 a pc2.

2. Lanza `tcpdump` en pc2, pc3 en pc5. A continuación ejecuta la siguiente orden en pc1 para hacer un ping a pc2:

```
pc1:~# ping -c 3 11.0.0.2
```

(-c 3 hace que el ping sólo envíe 3 paquetes ICMP)

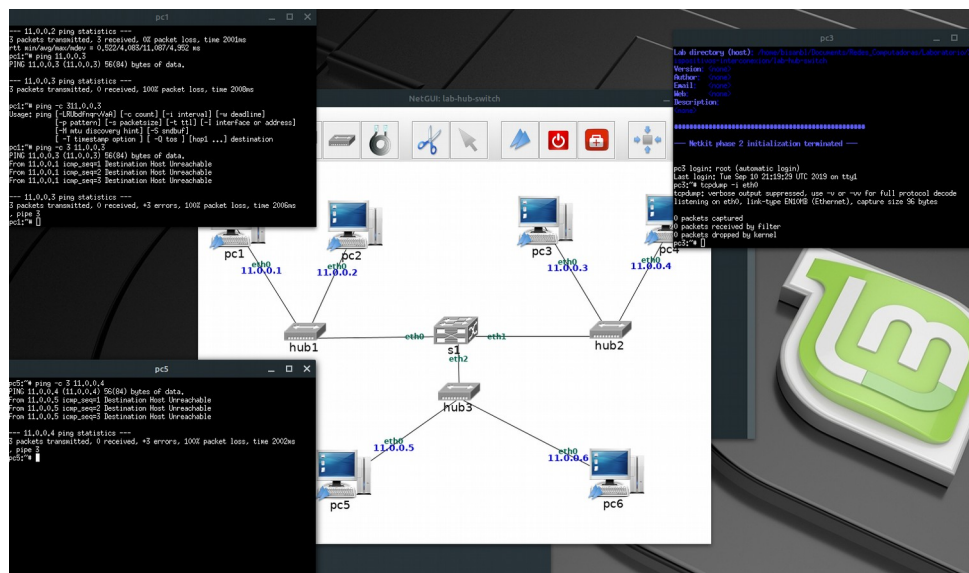
Observa el tráfico capturado en pc2, pc3 y pc5 y comprueba si ha ocurrido lo que pensabas.

The screenshot displays four terminal windows from a network simulation. The top-left window (pc5) shows a directory listing and a Netkit phase 2 initialization message. The top-right window (pc2) shows a directory listing, a Netkit phase 2 initialization message, and a series of ICMP echo requests and replies between 11.0.0.1 and 11.0.0.2. The bottom-left window (pc1) shows a directory listing, a Netkit phase 2 initialization message, and a ping command from 11.0.0.2 to 11.0.0.1, showing successful results. The bottom-right window (pc3) shows a directory listing, a Netkit phase 2 initialization message, and a login prompt.

Ha ocurrido lo esperado ya que no existe comunicación debido al switch apagado, las únicas que recibe la trama es pc2.

3. Comprueba que no existe conectividad (es decir, que no puede hacerse ping) entre máquinas que estén en diferentes hubs.

No existe conectividad.



## 1.2.

### Comunicación entre máquinas con s1 arrancado

#### 1. Arranca el switch s1.

#### 2. Piensa en qué paquetes se capturarán ahora en pc2, pc3 y en p5 repitiendo el mismo ping

```
pc1:~# arp -a
pc1:~#
```

```
s1
Adding eth1 interface
Adding eth2 interface
Switch s1 is configured
>>> End of s1 specific startup script.

=====

Lab directory (host): /home/bisarb1/Documents/Redes_Computadoras/Laboratorio/2.1
ipswitch-interopconex/lab-hub-switch
Version: <none>
Author: <none>
Email: <none>
Web: <none>
Description:
<none>

=====

--- Netkit phase 2 initialization terminated ---

s1 login: root (automatic login)
s1:~#
```

#### 3. Comprueba la caché de ARP en pc1. Si aún está en ella la dirección Ethernet de pc2 borra esa entrada de la caché de ARP.

#### 4. Lanza tcpdump en pc2, pc3 y en pc5. A continuación vuelve a hacer en pc1 el ping a pc2:

pc1:~# ping -c 3 11.0.0.2

```
pc1:~# ping -c 3 11.0.0.2
PING 11.0.0.2 (11.0.0.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 11.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=11.2 ms
64 bytes from 11.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.643 ms
64 bytes from 11.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.494 ms

--- 11.0.0.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.494/4.124/11.235/5.028 ms
pc1:~#
```

```
pc2:~# tcpdump -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
22:30:16.352585 arp who-has 11.0.0.2 tell 11.0.0.1
22:30:16.352846 IP 11.0.0.1 > 11.0.0.2: ICMP echo request, id 52483, seq 1, length 64
22:30:16.352895 IP 11.0.0.2 > 11.0.0.1: ICMP echo reply, id 52483, seq 1, length 64
22:30:17.344076 IP 11.0.0.1 > 11.0.0.2: ICMP echo request, id 52483, seq 2, length 64
22:30:17.344125 IP 11.0.0.2 > 11.0.0.1: ICMP echo reply, id 52483, seq 2, length 64
22:30:18.342884 IP 11.0.0.1 > 11.0.0.2: ICMP echo request, id 52483, seq 3, length 64
22:30:18.342933 IP 11.0.0.2 > 11.0.0.1: ICMP echo reply, id 52483, seq 3, length 64
22:30:21.354280 arp who-has 11.0.0.1 tell 11.0.0.2
22:30:21.354738 arp reply 11.0.0.1 is-at 00:07:e9:00:00:01 (oui Unknown)
```

```
pc3:~# tcpdump -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
22:30:16.352811 arp who-has 11.0.0.2 tell 11.0.0.1

1 packets captured
1 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
pc3:~#
```

```
pc5:~# tcpdump -i eth0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 96 bytes
22:30:16.352868 arp who-has 11.0.0.2 tell 11.0.0.1

1 packets captured
1 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
pc5:~#
```

Observa el tráfico capturado en pc2, pc3 y pc5 y comprueba si ha ocurrido lo que pensabas.

Esperaba que ocurriera esto debido a que como el switch esta funcionando el paquete arp lo reciben todas las computadoras de los distintos hubs. Sin embargo es el unico paquete que recibe.

5. Responde a estas preguntas:

¿Por qué llega a pc3 y a pc5 la solicitud de ARP enviada por pc1?

Porque ARP es enviado a todas las computadoras de la red a traves de la direccion de difusion/Broadcast.

¿Por qué NO llega a pc3 y a pc5 la respuesta de ARP enviada por pc2?

Debido a que esta respuesta ya va dirigida a pc1 porque conoce explicitamente como llegar a ella.

¿Por qué NO llega a pc3 y a pc5 el ICMP echo request enviado por pc1?

Porque al pc1 y pc2 haberse encontrado mediante el paquete arp anterior ya pueden comunicarse explicitamente usando solo sus direcciones MAC y el switch ya aprendio a quien le pertenece cual ip.

¿Por qué NO llega a pc3 y a pc5 el ICMP echo reply enviado por pc2?

Por las mismas razones que en la respuesta anterior.

6. Comprueba las direcciones Ethernet que tiene cada interfaz de cada máquina de la figura (usando ifconfig), y apúntalas.

```
pc1:~# ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet HWaddr 00:07:e9:00:00:01
      inet addr:111.0.0.1 Bcast:111.0.0.255 Mask:255.255.255,0
      inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe00:164 ScopeLink
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:22 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:22 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:1384 (1.3 KiB) TX bytes:1476 (1.4 KiB)
      Interrupt:5

lo: Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 ScopeHost
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
      RX packets:10 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:10 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:872 (872.0 B) TX bytes:872 (872.0 B)

pc1:~#

pc2:~# ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet HWaddr 00:07:e9:00:00:02
      inet addr:111.0.0.2 Bcast:111.0.0.255 Mask:255.255.255,0
      inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe00:264 ScopeLink
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:20 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:15 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:1592 (1.5 KiB) TX bytes:1224 (1.1 KiB)
      Interrupt:5

lo: Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 ScopeHost
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
      RX packets:10 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:10 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:1496 (1.4 KiB) TX bytes:1496 (1.4 KiB)

pc2:~#

pc3:~# ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet HWaddr 00:07:e9:00:00:03
      inet addr:111.0.0.3 Bcast:111.0.0.255 Mask:255.255.255,0
      inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe00:364 ScopeLink
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:5 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:736 (736.0 B) TX bytes:468 (468.0 B)
      Interrupt:5

lo: Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 ScopeHost
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
      RX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:848 (848.0 B) TX bytes:848 (848.0 B)

pc3:~#

pc4:~# ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet HWaddr 00:07:e9:00:00:04
      inet addr:111.0.0.4 Bcast:111.0.0.255 Mask:255.255.255,0
      inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe00:464 ScopeLink
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:5 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:736 (736.0 B) TX bytes:468 (468.0 B)
      Interrupt:5

lo: Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 ScopeHost
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
      RX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:200 (200.0 B) TX bytes:200 (200.0 B)

pc4:~#

pc5:~# ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet HWaddr 00:07:e9:00:00:05
      inet addr:111.0.0.5 Bcast:111.0.0.255 Mask:255.255.255,0
      inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe00:564 ScopeLink
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:736 (736.0 B) TX bytes:594 (594.0 B)
      Interrupt:5

lo: Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 ScopeHost
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
      RX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:1688 (1.6 KiB) TX bytes:1688 (1.6 KiB)

pc5:~#

pc6:~# ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet HWaddr 00:07:e9:00:00:06
      inet addr:111.0.0.6 Bcast:111.0.0.255 Mask:255.255.255,0
      inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe00:664 ScopeLink
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:16 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:5 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:880 (880.0 B) TX bytes:468 (468.0 B)
      Interrupt:5

lo: Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 ScopeHost
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
      RX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:200 (200.0 B) TX bytes:200 (200.0 B)

pc6:~#
```

7. Mira la tabla de direcciones aprendidas por el switch s1 utilizando la orden `brctl showmacs s1`. Puede utilizarla junto con la orden `watch` para observar periódicamente los cambios en las direcciones aprendidas:

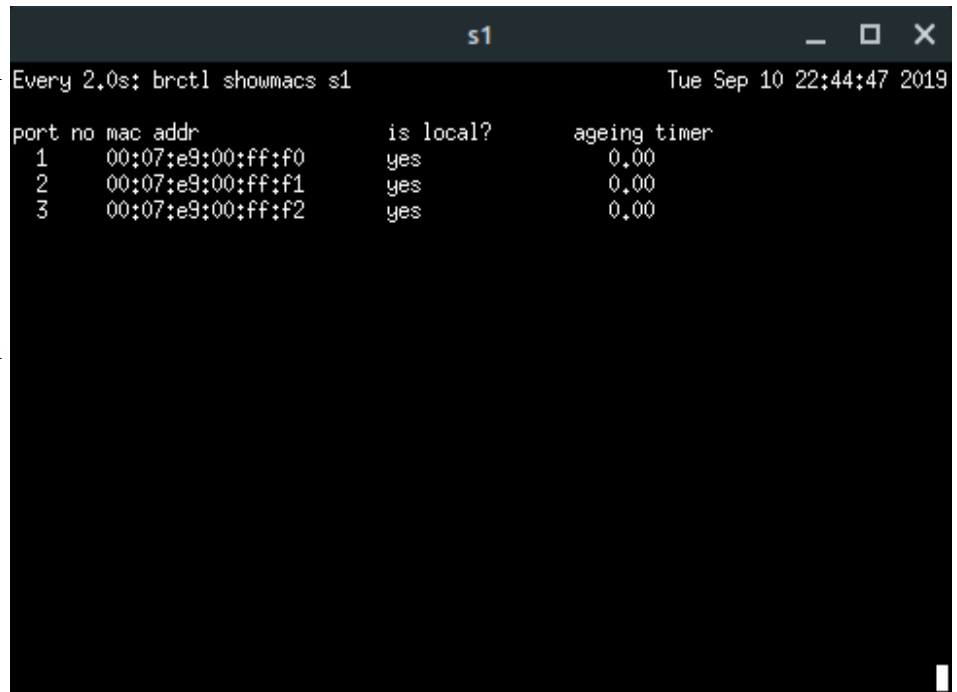
`s1:~# watch brctl showmacs s1`

(watch repite cada 2 segundos la ejecución de la orden que se le pasa como parámetro)

Identifica las máquinas a las que pertenece cada dirección Ethernet y explica su presencia en la tabla de direcciones aprendidas de s1.

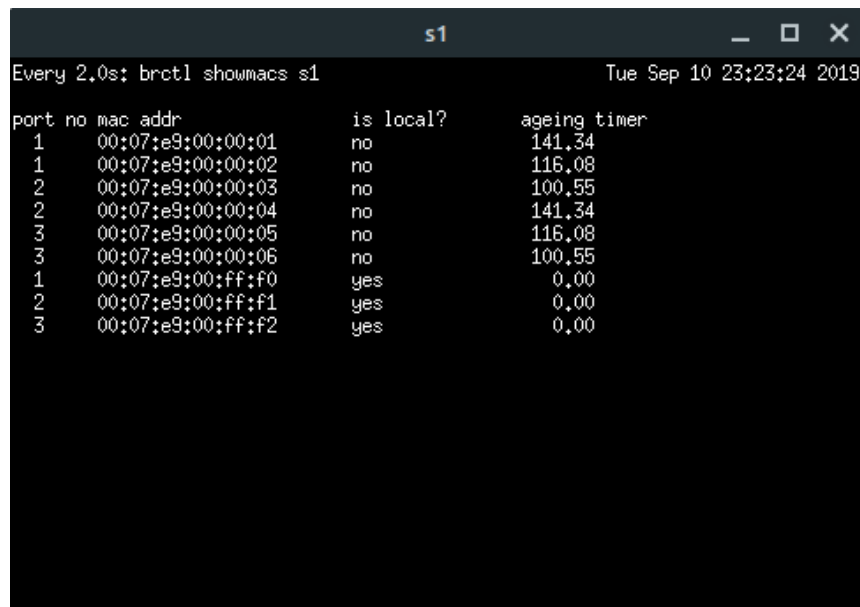
Tras 300 segundos comprobarás que el switch olvida las direcciones aprendidas (mira cómo va creciendo el valor de la columna ageing timer, contador

de envejecimiento, en la salida de la orden). Comprueba también cómo el ageing timer de una dirección Ethernet se reinicializa cada vez que el switch ve una nueva trama con esa dirección Ethernet.



```
Every 2.0s: brctl showmacs s1 Tue Sep 10 22:44:47 2019
```

port	no	mac addr	is local?	ageing timer
1		00:07:e9:00:ff:f0	yes	0.00
2		00:07:e9:00:ff:f1	yes	0.00
3		00:07:e9:00:ff:f2	yes	0.00



```
Every 2.0s: brctl showmacs s1 Tue Sep 10 23:23:24 2019
```

port	no	mac addr	is local?	ageing timer
1		00:07:e9:00:00:01	no	141.34
1		00:07:e9:00:00:02	no	116.08
2		00:07:e9:00:00:03	no	100.55
2		00:07:e9:00:00:04	no	141.34
3		00:07:e9:00:00:05	no	116.08
3		00:07:e9:00:00:06	no	100.55
1		00:07:e9:00:ff:f0	yes	0.00
2		00:07:e9:00:ff:f1	yes	0.00
3		00:07:e9:00:ff:f2	yes	0.00

8. Comprueba que ahora sí existe conectividad entre todas las máquinas de la figura utilizando la orden `ping`.

```
pc1
lo
Link encap:Local Loopback
inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
UP LOOPBACK RUNNING MTU:16436 Metric:1
RX packets:10 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:10 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:872 (872.0 B) TX bytes:872 (872.0 B)

pc1:~# nano /etc/net
netkit-filesystem-version networks
network/
pc1:~# nano /etc/network/interfaces
pc1:~# ping 11.0.0.4
PING 11.0.0.4 (11.0.0.4) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 11.0.0.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=11.7 ms
64 bytes from 11.0.0.4: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.841 ms
64 bytes from 11.0.0.4: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.734 ms

--- 11.0.0.4 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 1998ms
rtt min/avg/max/ndev = 0.734/4.436/11.733/5.153 ms
pc1:~# []

pc5
lo
Link encap:Local Loopback
inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
UP LOOPBACK RUNNING MTU:16436 Metric:1
RX packets:21 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:21 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:1688 (1.6 KiB) TX bytes:1688 (1.6 KiB)

pc5:~# ping 11.0.0.2
PING 11.0.0.2 (11.0.0.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 11.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=11.5 ms
64 bytes from 11.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.06 ms
64 bytes from 11.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.05 ms

--- 11.0.0.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/ndev = 1.051/4.552/11.539/4.940 ms
pc5:~# []

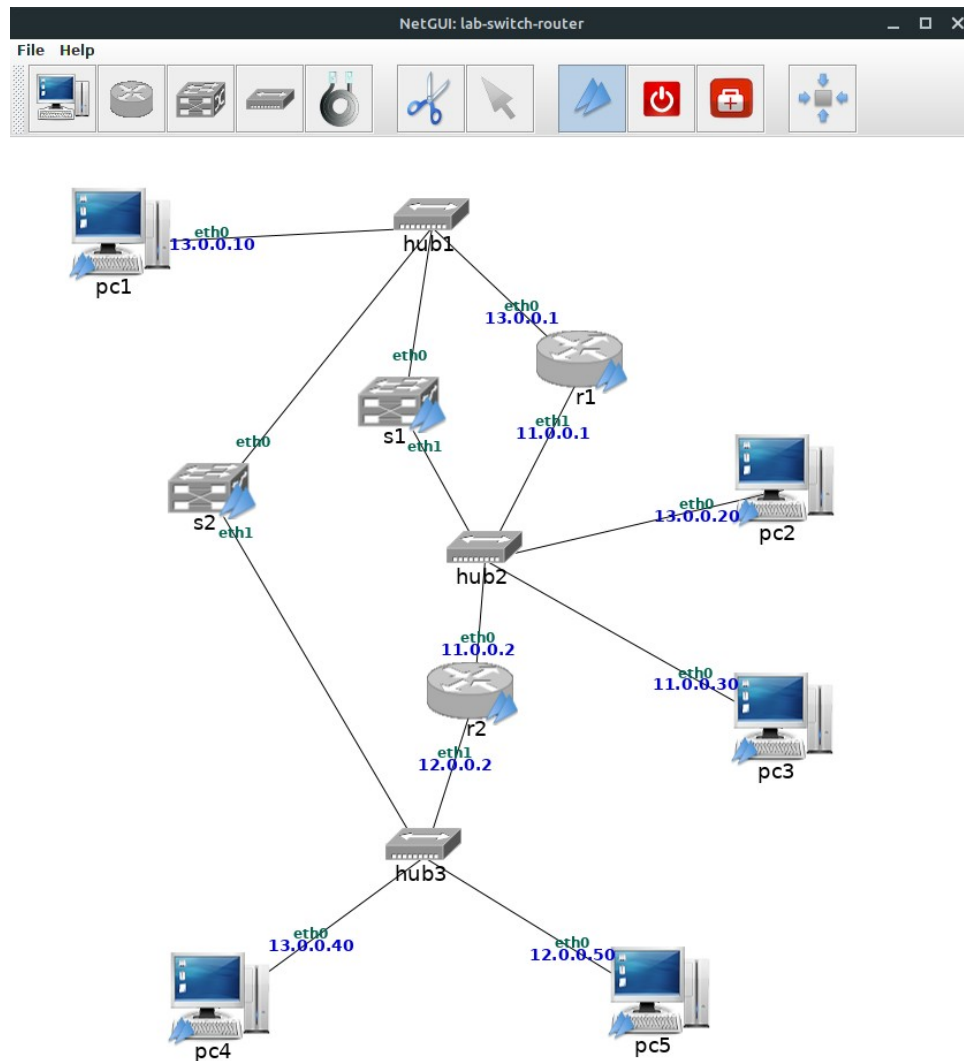
pc6
lo
Link encap:Local Loopback
inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
UP LOOPBACK RUNNING MTU:16436 Metric:1
RX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:200 (200.0 B) TX bytes:200 (200.0 B)

pc6:~# ping 11.0.0.3
PING 11.0.0.3 (11.0.0.3) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 11.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 11.0.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.878 ms
64 bytes from 11.0.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.671 ms

--- 11.0.0.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 1998ms
rtt min/avg/max/ndev = 0.671/4.106/10.770/4.712 ms
pc6:~# []
```

## 2. Redes conectadas a través de switch y router

En el fichero lab-switch-router.tgz está definida una red como la que aparece en la figura 2. Descomprime el fichero, lanza NetGUI y abre el escenario. Arranca todas las máquinas: pcs, routers y switches.



### 2.1. Comunicación entre pc2 y pc4

Con las cachés de ARP vacías y las tablas de direcciones aprendidas de los switches vacías se desea realizar un ping de pc2 a pc4:



1. Observa la configuración que hay en el escenario para que pc2 y pc4 puedan intercambiar tráfico. ¿Cuál de los siguientes caminos crees que seguirán los mensajes ICMP echo request desde pc2 a pc4?

pc2 → s1 → s2 → pc4

pc2 → r1 → s2 → pc4

pc2 → r2 → pc4

Justifica la respuesta.

2. Indica cuántas solicitudes y respuestas de ARP serían necesarias para que dicho ping funcionase. Explica

en qué pcs/routers/switches y su interfaz eth concreta se podrían capturar:

solicitud/es de ARP.

respuesta/s de ARP.

Lanza tcpdump en las máquinas que necesites para ayudarte a comprobar tus suposiciones 1 .

No hace falta

redirigir las capturas a un fichero, puedes hacerlas escribiendo: tcpdump -i <interfaz>.